

JUNIO 2023

VOLUMEN 58 (2)

Boletín de la
Sociedad Argentina de
BOTÁNICA



S Δ B



SOCIEDAD ARGENTINA DE BOTÁNICA

ISSN 0373-580X Córdoba, Argentina



BOLETÍN DE LA SOCIEDAD ARGENTINA DE BOTÁNICA

Es el órgano de difusión de la Sociedad Argentina de Botánica encargado de editar trabajos científicos originales, revisiones y reseñas en todas las ramas de la biología vegetal y de los hongos. Se edita un volumen anual con cuatro entregas trimestrales. Los trabajos son sometidos a un sistema de arbitraje antes de ser aceptados. Las instrucciones a los autores pueden consultarse en las siguientes páginas en Internet. Authors instructions can be consulted on the following web pages: <http://www.botanicaargentina.org.ar> y <http://revistas.unc.edu.ar/index.php/BSAB>

El Boletín está incorporado al Nucleo Básico de revistas científicas argentinas y Scielo (Scientific Electronic Library On Line) y es citado en Science Citation Index Expanded, Current Contents (Agriculture, Biology & Environmental Sciences), Scopus, AGRICOLA, Index to American Botanical literature, Periódica, Latindex, Excerpta Botanica, The Kew Record of Taxonomic Literature, CAB (Center for Agriculture and Bioscience International), Biosis Previews, Biological Abstracts.

Directora

ANA MARÍA GONZALEZ. Inst. de Botánica del Nordeste, Corrientes. boletinsab@gmail.com

Vicedirector

DIEGO GUTIÉRREZ. Museo Argentino de Ciencias Nat. Bernardino Rivadavia, CABA. digutier@macn.gov.ar

Editores Asociados

GABRIEL BERNARDELLO. Inst. Multidisciplinario de Biología Vegetal, Córdoba, Argentina.

Briología: JUAN B. LARRAIN. Pontificia Univ. Católica de Valparaíso, Chile. GUILLERMO SUAREZ. Inst. Miguel Lillo, Tucumán, Argentina.

Ecología y Conservación: RAMIRO AGUILAR y MELISA GIORGIS. Inst. Multidisciplinario de Biología Vegetal, Córdoba, Argentina. NATALIA AGUIRRE. Grupo de Investigación en Biodiversidad y Recursos Naturales, Colombia. SILVIA LOMASCOLO. Inst. de Ecología Regional, Tucumán, Argentina. LIA MONTTI. Inst. Investigaciones Marinas y Costeras, Mar del Plata, Argentina. JUAN CARLOS MORENO SAIZ. Univ. Autónoma Madrid, España. KARINA L. SPEZIALE. INIBIOMA, San Carlos de Bariloche. Argentina.

Etnobotánica: NORMA I. HILGERT. Inst. de Biología Subtropical, Puerto Iguazú, Misiones, Argentina. MANUEL PARDO DE SANTAYANA. Univ. Autónoma de Madrid, España.

Ficología: SYLVIA BONILLA. Facultad de Ciencias, Univ. de la República, Montevideo, Uruguay.

Fisiología: FEDERICO MOLLARD. Univ. de Buenos Aires, Argentina.

Fitoquímica: MARÍA PAULA ZUNINO. Univ. Nacional de Córdoba, IMBiV, Córdoba, Argentina.

Genética y Evolución: PAOLA GAIERO. Fac. de Agronomía, Univ. de la República, Uruguay. VIVIANA SOLIS NEFFA. Inst. de Botánica del Nordeste, Corrientes, Argentina.

Micología: LEOPOLDO IANONNE. Univ. de Buenos Aires, Bs. As., Argentina. MARIA VICTORIA VIGNALE. Inst. Biotecnología de Misiones (InBioMis) e Inst. Misionero de Biodiversidad (IMiBio), Misiones Argentina.

Morfología y Anatomía: ANA MARÍA GONZALEZ. Inst. de Botánica del Nordeste, Corrientes, Argentina.

Paleobotánica: GEORGINA DEL FUEYO. Museo Arg. Cs. Nat. Bernardino Rivadavia, Bs. As., Argentina.

Palinología: GONZALO J. MARQUEZ. Univ. Nacional de La Plata, Bs. As., Argentina.

Plantas Vasculares: CAROLINA I. CALVIÑO. Univ. Nacional del Comahue, Bariloche, Río Negro, Argentina. FRANCO E. CHIARINI. Inst. Multidisciplinario de Biología Vegetal, Córdoba, Argentina. DIEGO GUTIÉRREZ. Museo Arg. Cs. Nat. Bernardino Rivadavia, CABA, Argentina. OLGA G. MARTINEZ. Univ. Nacional de Salta, Argentina. ROBERTO M. SALAS. Inst. de Botánica del Nordeste, Corrientes, Argentina.

Secretaría de Edición

ADRIANA PEREZ. Inst. Multidisciplinario de Biología Vegetal, Córdoba.

Asesores Editoriales

Anatomía: NANUZA LUIZA DE MENEZES. Univ. Sao Paulo, Sao Paulo, Brasil.

Biología Reproductiva: MARCELO AIZEN. Univ. Nacional del Comahue, Bariloche, Río Negro.

Briología: DENISE PINHEIRO DA COSTA. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

Ecología: MARCELO CABIDO. Inst. Multidisciplinario de Biología Vegetal, Córdoba.

Etnobotánica: PASTOR ARENAS. CEFYBO, Univ. de Buenos Aires.

Ficología: LEZILDA CARVALHO TORGAN. Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil.

Genética y Evolución: LIDIA POGGIO. Univ. de Buenos Aires.

Micología: MARIO RAJCHENBERG. Centro de Inv. y Extensión Forestal Andino Patagónico, Esquel, Chubut.

Paleobotánica y Palinología: MARTA MORBELLI. Univ. Nacional de La Plata, La Plata, Buenos Aires.

Plantas Vasculares: CECILIA EZCURRA. Univ. Nacional del Comahue, Bariloche, Río Negro. JEFFERSON PRADO. Inst. de Bot., San Pablo, Brasil. FERNANDO ZULOAGA. Inst. Bot. Darwinion, San Isidro, Buenos Aires.

Sistemática Filogenética: PABLO GOLOBOFF. Fundación Miguel Lillo, Tucumán.

El Boletín es propiedad de la Sociedad Argentina de Botánica. Domicilio legal: Av. Angel Gallardo 470 CABA.

© Sociedad Argentina de Botánica. Córdoba. Inst. Multidisciplinario de Biología Vegetal, Av. Vélez Sarsfield 299, 5000 Córdoba, Argentina.

Queda hecho el depósito que establece la ley 11.723. Inscripción en el Registro de la Propiedad Intelectual: en trámite.

Fecha de Distribución: 30 de Junio de 2023.

ÍNDICE

MICOLOGÍA - MYCOLOGY

- CRESCIO, S., A. M. GODEAS & V. A. SILVANI
Detección de hongos micorrícicos arbusculares en la hojarasca de distintas especies arbóreas: evaluación de tres técnicas de clarificación. 177-186
Detection of arbuscular mycorrhizal fungi in the litter of different tree species: review of three clarification techniques
- NÚÑEZ, M. DEL P., L. N. LEVIN & I. E. CINTO
Intraspecific variability in growth and *in vitro* production of plant cell wall-degrading enzymes among Argentinean isolates of *Colletotrichum graminicola*, a maize pathogen. 187-194
Variabilidad intraespecífica en el crecimiento y la producción *in vitro* de enzimas degradadoras de pared celular vegetal entre aislamientos argentinos de *Colletotrichum graminicola*, un patógeno de maíz

BRIOLOGÍA - BRYOLOGY

- ÁLVAREZ, D. J., A. B. VILLALBA & G. M. SUÁREZ
Contribución al conocimiento de las briófitas (Bryophyta) en el valle de inundación del río Paraná en su tramo medio (Santa Fe, Argentina). 195-213
Contribution to the knowledge of bryophytes (Bryophyta) in the flood valley of the Paraná river in its middle stretch (Santa Fe, Argentina)
- COTTET, A. C. & M. I. MESSUTI
Nuevos registros de distribución para la flora de musgos (Bryophyta) de la Patagonia, Argentina. 215-227
New distribution records for the flora of mosses (Bryophyta) from Patagonia, Argentina

FISIOLOGÍA - PHYSIOLOGY

- MERCADO, M. I., S. E. BUEDO, D. A. GONZÁLEZ, P. A. POWELL & J. A. GONZÁLEZ
Estrategias fotosintéticas y morfo-anatómicas foliares de *Ligustrum sinense* (Oleaceae), una especie exótica invasora en el sotobosque de la selva de Yungas. 229-242
Photosynthetic and foliar morpho-anatomical strategies of *Ligustrum sinense* (Oleaceae), an invasive exotic species in the Yungas forest understory

ECOLOGÍA Y CONSERVACIÓN - ECOLOGY AND CONSERVATION

- GUERRERO, E. L.
Distribución geográfica histórica y actual y estado de conservación del lupino pampeano *Lupinus aureonitens* (Fabaceae). 243-256
Historical and current geographic distribution and conservation status of the Pampean lupine *Lupinus aureonitens* (Fabaceae)

- CAREVIC, F. S. & R. CONTRERAS
 Influence of “El Niño Southern Oscillation” periods on plant density of
Hoffmannseggia aphylla (Fabaceae) an endangered species. 257-265
 Influencia de los períodos de “El Niño Oscilación del Sur” en la densidad vegetal
 de *Hoffmannseggia aphylla* (Fabaceae), una especie en peligro

SISTEMÁTICA DE PLANTAS VASCULARES - SYSTEMATICS OF VASCULAR PLANTS

- CISTERNAS, M. A., A. CÁDIZ-VÉLIZ, P. NOVOA & J. MACAYA-BERTI
Veronica cymbalaria (Plantaginaceae): A new species for the exotic flora of Chile.
Veronica cymbalaria (Plantaginaceae): una nueva especie para la flora exótica
 de Chile 267-272

ETNOBOTÁNICA - ETHNOBOTANY

- ARIAS TOLEDO, B., M. C. CITTADINI, M. J. GARELLO, F. R. SANTORO &
 L. BATTISTÓN
 Determinantes nutricionales, sociales e impacto potencial del uso alimenticio de
 las algarrobas (*Neltuma* spp. ex *Prosopis*) en poblaciones urbanas y neorrurales
 de Córdoba. 273-284
 Nutritional evaluation, social determinants and potential impact of the food use
 of algarroba (*Neltuma* spp. ex *Prosopis*) in urban and neorural populations of
 Córdoba

- ELICHIRY, V. & M. G. MUSaubACH
 Gramíneas silvestres y su utilización antrópica. El caso del género *Bromus* en
 dos ambientes húmedos del sur del Cono Sur. 285-308
 Wild grasses and their anthropic use. The case of the genus *Bromus* in two humid
 environments from the South of the Southern Cone

FE DE ERRATAS - ERRATA

- LONGO BLASÓN, M. S., S. MOLARES & A. H. LADIO
 Las etnoespecies comercializadas en la feria de agricultores de Bariloche (Rio
 Negro, Argentina) y su versatilidad en alimentos locales: Contribuciones hacia la
 soberanía alimentaria local. 309
 The ethnospesies traded in the Bariloche farmers' fair (Rio Negro, Argentina)
 and their versatility in local foods: Contributions towards local food sovereignty



DETECCIÓN DE HONGOS MICORRÍDICOS ARBUSCULARES EN LA HOJARASCA DE DISTINTAS ESPECIES ARBÓREAS: EVALUACIÓN DE TRES TÉCNICAS DE CLARIFICACIÓN

DETECTION OF ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI IN THE LITTER OF DIFFERENT TREE SPECIES: REVIEW OF THREE CLARIFICATION TECHNIQUES

Sofía Crescio^{1*}, Alicia M. Godeas^{1,2} & Vanesa A. Silvani^{1,2}

1. Laboratorio de Microbiología del Suelo, Departamento de Biodiversidad y Biología Experimental, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Argentina


2. Instituto de Biodiversidad y Biología Experimental y Aplicada, UBA-CONICET, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Argentina

*sofiacrescio.r@gmail.com

Citar este artículo

CRESCIO, S., A. M. GODEAS & V. A. SILVANI. 2023. Detección de hongos micorrícicos arbusculares en la hojarasca de distintas especies arbóreas: evaluación de tres técnicas de clarificación. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 58: 177-186.

DOI: <https://doi.org/10.31055/1851.2372.v58.n2.37810>

Recibido: 31 May 2022
Aceptado: 25 Ene 2023
Publicado en línea: 31 Mar 2023
Publicado impreso: 30 Jun 2023
Editora: María Victoria Vignale

ISSN versión impresa 0373-580X
ISSN versión on-line 1851-2372

SUMMARY

Background and aims: Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) are obligate symbionts with plant roots, and they colonize the surrounding soil and leaf litter. A unique clarification technique has been used for studying AMF in decomposing leaves, but it is not optimal for all types. This study aimed to evaluate and adjust three clearing techniques on leaf litter of diverse plant species for the detection of AMF structures.

M&M: We collected leaf litter of *Quercus robur*, *Tipuana tipu*, *Ulmus minor*, *Fraxinus pennsylvanica*, *Platanus acerifolia*, *Laurus nobilis*, *Populus alba* and *Melia azedarach* from soil surface of two parks in Buenos Aires (Argentina). Also, we inoculated leaf litter of *F. pennsylvanica* with *Rhizoglyphus intraradices* in a pot culture under semi-controlled conditions. Three clarification techniques were tested: the "5-5-5 staining technique" by Arambarri, the root clarification technique by Phillips & Hayman, and Peterson *et al.* The time and temperature to reagent exposure were adjusted according to each decomposing leaf.

Results: The clarification technique of Peterson *et al.* was the most appropriate for all the tested leaf litters. An effective clarification, conservation of leaf structure and visualization of extraradical spores and mycelia of AMF was achieved.

Conclusions: The selection of the appropriate technique greatly depends on the quality and composition of leaf litter. By the optimization of Peterson *et al.* technique, we were able to detect structures of AMF on decomposing leaves of *F. pennsylvanica* and *T. tipu*.

KEY WORDS

Arbuscular mycorrhizal fungi, clarification techniques, fungal structures, histochemistry, leaf litter.

RESUMEN

Introducción y objetivos: Los hongos micorrícicos arbusculares (HMA) son simbioses obligados de las raíces de las plantas y se desarrollan en el suelo y hojarasca. Hasta el momento, se ha empleado una única técnica de clarificación en hojarasca para el estudio de los HMA, pero, es necesario analizar otras metodologías de acuerdo con las diferencias anatómicas y bioquímicas de las hojas. En este trabajo se evaluaron y ajustaron tres técnicas de clarificación en hojarasca de distintas especies arbóreas para la detección de HMA.

M&M: Se recolectó hojarasca de *Quercus robur*, *Tipuana tipu*, *Ulmus minor*, *Fraxinus pennsylvanica*, *Platanus acerifolia*, *Laurus nobilis*, *Populus alba* and *Melia azedarach* de la superficie del suelo en dos parques de la ciudad de Buenos Aires. Además, se inoculó hojarasca de *F. pennsylvanica* con *Rhizoglyphus intraradices* en un cultivo bajo condiciones semicontroladas. Se evaluaron tres técnicas de clarificación: "5-5-5" de Arambarri, Phillips & Hayman, y Peterson *et al.*, y se ajustaron modificando la duración y temperatura de exposición a los reactivos.

Resultados: La técnica de clarificación propuesta por Peterson *et al.* fue la más apropiada para todas las hojarascas evaluadas. Se obtuvo una eficaz clarificación, conservación de la estructura foliar y visualización de esporas e hifas de HMA.

Conclusión: La selección adecuada de la técnica depende de la calidad de la hojarasca. La optimización del método de Peterson *et al.* permitió detectar estructuras de HMA en la hojarasca de *F. pennsylvanica* y *T. tipu*.

PALABRAS CLAVE

Clarificación, estructuras fúngicas, histoquímica, hojarasca, hongos micorrícicos arbusculares.

INTRODUCCIÓN

Los hongos micorrícicos arbusculares (HMA) pertenecientes al Phylum Glomeromycota, establecen asociaciones simbióticas mutualistas con las raíces de la mayoría de las plantas (Smith & Read, 2008; Valdés *et al.*, 2020). En esta simbiosis, el hongo recibe fotosintatos para su crecimiento y propagación, y la planta obtiene una mejora en la absorción de nutrientes (principalmente P y N) y una mayor tolerancia frente a distintos tipos de estrés biótico y abiótico (Smith & Read, 2008).

Los HMA no sólo se desarrollan en el suelo y en las raíces de las plantas hospedantes, sino que también, se ha detectado micelio y esporas extra-radicales en hojarasca de diversos ecosistemas naturales y agrícolas (Bunn *et al.*, 2019; Díaz Ariza *et al.*, 2021). Su función en la hojarasca aún no ha sido esclarecida (Bunn *et al.*, 2019), ya que son incapaces de descomponer materia orgánica (MO) por carecer de enzimas líticas (Tisserant *et al.*, 2011; Kobayashi *et al.*, 2018). Sin embargo, los HMA cumplen una función indirecta en la descomposición de la MO tras favorecer la promoción del crecimiento de microorganismos descomponedores asociados a sus hifas (Churchland & Grayston, 2014; Linlin *et al.*, 2019; Mei *et al.*, 2022). En los últimos años ha crecido el interés por el estudio de los HMA presentes en la hojarasca de distintas especies vegetales y en diversos ambientes, con el fin de comprender su rol en los ciclos biogeoquímicos de nutrientes, en particular, en el subciclo del carbono del suelo y su efecto sobre el cambio climático (Gougoulias *et al.*, 2014).

En el campo de la histología vegetal existen varios métodos de clarificación de hojas con un mismo objetivo: la eliminación del contenido celular y la facilitación de la observación de los tejidos. Estos métodos de clarificación, seguidos de tinción, han permitido el estudio de la epidermis foliar, el tejido parenquimático, la presencia de estructuras de secreción, y la disposición de los haces vasculares de las hojas (Peterson *et al.*, 2008; Arambarri, 2018). La selección del método de clarificación suele depender de la pigmentación, del grosor de la hoja y de las estructuras a preservar (Peterson *et al.*, 2008).

Una de las técnicas más utilizadas para la detección de endófitos fúngicos en raíces y la observación de las estructuras extra-radicales de

HMA desarrolladas en la hojarasca, es la técnica de clarificación y tinción descrita por Phillips & Hayman (1970) (Aristizábal *et al.*, 2004; Bunn *et al.*, 2019; Díaz Ariza *et al.*, 2021). Esta técnica se basa en la inmersión del material vegetal en una solución alcalina a alta temperatura para el vaciamiento del contenido celular, con una posterior acidificación y coloración con azul de tripán. Sin embargo, esta metodología no resulta adecuada para todos los tipos de hojarasca debido a la gran diversidad anatómica y bioquímica que posee este material. En el presente trabajo se evaluaron y ajustaron tres técnicas de clarificación, con su posterior tinción, en hojarasca de ocho especies arbóreas, con el objetivo de determinar el método más apropiado que logre un adecuado vaciamiento de las células y conservación de los tejidos foliares, y de esta manera, poder detectar estructuras extra-radicales de los HMA desarrolladas en los distintos tipos de hojarasca.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material biológico

En el otoño e invierno del año 2020 en el parque de Ciudad Universitaria de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires (Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina), se recolectó hojarasca ubicada sobre la superficie y en contacto directo con el suelo, y cercana al tronco de las siguientes especies de árboles: *Tipuana tipu* (Benth.) Kuntze, *Fraxinus pennsylvanica* Marshall., *Ulmus minor* Mill., *Platanus acerifolia* (Aiton) Willd., *Laurus nobilis* L., *Populus alba* L., *Melia azedarach* L. y *Quercus robur* L. Por otro lado, se recolectó únicamente hojarasca de *F. pennsylvanica* en el Parque Tres de Febrero (Bosques de Palermo, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina) para su inoculación con el hongo *Rhizoglyphus intraradices* (N.C. Schenck & G.S. Sm.) Sieverd., G.A. Silva & Oehl asociado a *Medicago sativa* L. (alfalfa) creciendo en condiciones controladas de invernadero. Esto nos permitió obtener hojarasca con estructuras extra-radicales del HMA que fue utilizada en la evaluación de las distintas técnicas. Toda la hojarasca recolectada se secó a temperatura ambiente (aprox. 25 °C) por 5 días, y se conservó en condiciones de oscuridad hasta su procesamiento.

Para la inoculación de la hojarasca de *F. pennsylvanica*, se sembró una semilla germinada de *M. sativa* en una maceta (12 cm de diámetro) conteniendo sustrato estéril (perlita:vermiculita:suelo tinalizado, v/v/v, 2:1:1), la cual fue inoculada con 5 g de inóculo general de la especie *R. intraradices* cepa GA5 (provista por el Banco de Glomeromycota *in vitro*, BGIV, <https://bgiv.com.ar/>, FCEN, UBA). Luego de 40 días, en cada maceta se colocaron tres bolsitas de malla plástica de 6 cm² y de 1 mm de porosidad, lo que permitió el paso del micelio y la exclusión de las raíces. Cada bolsita conteniendo 0,5 g de hojarasca de *F. pennsylvanica* (equivalente a 2-3 hojas) fue ubicada dentro del sustrato, distanciadas entre sí y a aproximadamente 5 cm del tallo de la planta. Se realizaron cuatro cultivos que se mantuvieron durante 4 meses en condiciones de invernadero bajo luz natural, humedad y temperatura semicontrolada. Transcurrido ese período, se recogieron las bolsitas, se eliminaron las partículas del sustrato adheridas a ella con la ayuda de un pincel, y se separó la hojarasca, la cual fue secada al aire a temperatura ambiente (aprox. 25 °C) para ser posteriormente clarificada y teñida.

Procesamiento de la hojarasca

Cada hojarasca se colocó en placas de Petri de vidrio (9 cm de diámetro), evitando su superposición y asegurando el contacto directo con las soluciones. De acuerdo con el tamaño, se colocaron dos a tres hojas por placa de Petri de *T. tipu*, *U. minor*, *M. azedarach* y *F. pennsylvanica*, mientras que para *P. acerifolia*, *P. alba*, *L. nobilis* y *Q. robur* solo se colocó una hoja por caja de Petri. Por técnica y especie vegetal se realizaron tres réplicas, y en todos los casos se eligieron hojas enteras que presentaban un estado de descomposición similar.

Técnica modificada de Phillips & Hayman (1970) para hojarasca

Cada hojarasca se sumergió en una solución de hidróxido de potasio (KOH 10%, p/v) durante 48 a 72 hs a temperatura ambiente (aprox. 25 °C) ó a 90 °C (sin llegar a ebullición) por 30 a 90 min. El estado del material fue controlado cada 15 min en el tratamiento con calor, y cada 24 hs en el de temperatura ambiente. Luego, las hojas fueron lavadas tres veces con agua destilada, y se transfirieron a otra caja de Petri con una solución

de ácido clorhídrico (HCl 0,1 N; v/v) por 20 min a temperatura ambiente (aprox. 25 °C). Por último, se realizó un lavado con agua destilada, y se sumergió en una solución de Azul de Tripán en ácido láctico 0,05% (p/v) por 16 a 20 hs a temperatura ambiente (aprox. 25 °C) (Fig.1A). El exceso de colorante se eliminó mediante varios lavados con agua destilada, y se conservó el material teñido en agua destilada a 25 °C en oscuridad hasta su observación bajo lupa binocular (Fig. 1A).

Técnica 5-5-5 de Arambarri (2018)

Se fijó el material en una solución de etanol 50% (v/v) durante 7 días en oscuridad, y luego se lavó con agua destilada. Posteriormente, la hojarasca fue sumergida en una solución de hidróxido de sodio e hipoclorito de sodio (NaOH 5%:NaClO 5%; 1:1; v/v) durante 90 min para su clarificación, controlando cada 15 min que no se degraden los tejidos (Fig. 1B). En aquellos casos que no se alcanzó la clarificación, se dejó la hojarasca en la misma solución controlando diariamente. Se lavó en agua destilada, y aquella hojarasca que requirió blanqueamiento fue colocada en una solución de hipoclorito de sodio (NaClO 50%, v/v) durante 10 a 15 min para completar su decoloración. Por último, se sumergió en una solución de hidrato de cloral (5%, p/v) por 1 h en oscuridad, y se lavó con agua destilada. La tinción se realizó con la solución de Azul de Tripán (0,05% p/v) durante 48 hs, y se lavó con agua destilada para eliminar el exceso de colorante. Todos los pasos de esta técnica se realizaron a temperatura ambiente (aprox. 25 °C). El material teñido fue conservado en agua destilada a 25°C en oscuridad hasta su observación bajo lupa binocular (Fig. 1B).

Técnica de Peterson et al. (2008)

La hojarasca se fijó con una solución de Carnoy modificada (ácido acético glacial:etanol 95%, 1:3, v/v) a temperatura ambiente durante 5 días. Luego, el material vegetal se separó en dos grupos, los cuales recibieron un tratamiento de clarificación alcalina o ácida para evaluar la respuesta de los tejidos. En el tratamiento ácido, cada hojarasca se sumergió en una solución de ácido láctico 85% (v/v) durante 6 días a temperatura ambiente ó a 90 °C por 30 a 40 min; y en el tratamiento alcalino, se utilizó una solución de NaOH 5% (p/v) durante 24 hs a temperatura ambiente (Fig. 1C).

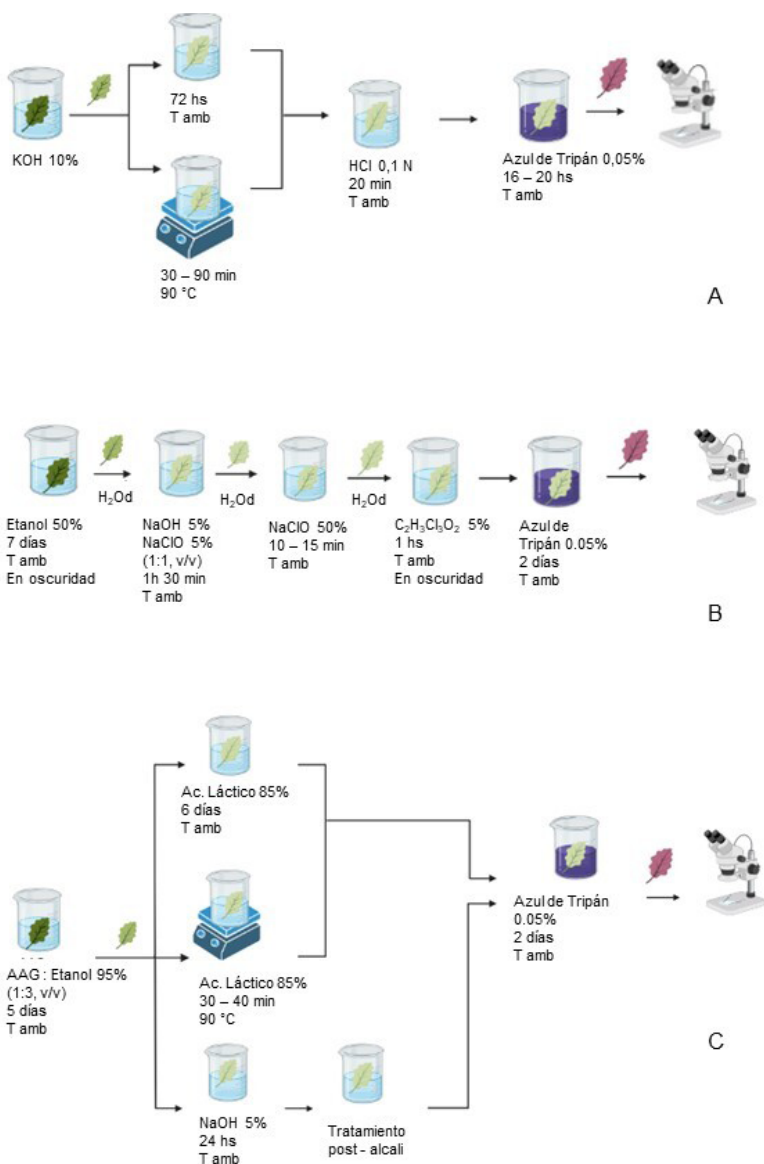


Fig. 1. Técnicas de clarificación y tinción. **A:** Método de clarificación modificado de Phillips & Hayman (1970). **B:** Método modificado “5-5-5” de Arambarri (2018). **C:** Método de Peterson *et al.* (2008). Abreviatura= T amb: temperatura ambiente.

A la hojarasca tratada con NaOH 5% (p/v) que formó precipitados de compuestos fenólicos, se le realizó un tratamiento post-álcali (Gardner, 1975), lavándola sucesivamente en agua destilada a 90 °C, etanol 70% (v/v) a 70 °C, y por último, en etanol 96% (v/v) a 72 °C, entre 5 a 10 min por lavado, hasta observar la desaparición de los precipitados

oscuros. Para la observación de estructuras fúngicas, la hojarasca se tiñó con la solución de Azul de Tripán (0,05% p/v) a temperatura ambiente por 48 hs, y luego se lavó con agua destilada. La hojarasca teñida se conservó en agua destilada a 25 °C y en oscuridad hasta su observación bajo lupa binocular (Fig. 1C).

Estimación de la frecuencia e intensidad de HMA

Para estimar la frecuencia e intensidad de la presencia de HMA en la hojarasca recolectada y en la de *F. pennsylvanica* expuesta a *R. intraradices*, se utilizó la técnica de Plenchette & Morel (1996) que fue adaptada para este material. En un portaobjetos se montaron 30 segmentos de hoja de 5 mm² seleccionados al azar y en grupos de a 10, los cuales se examinaron bajo microscopio a un aumento de 200X. La frecuencia (% F) de presencia de estructuras de HMA se calculó como el porcentaje de segmentos que contenían hifas y esporas extra-radicales de HMA respecto al total. La intensidad de la presencia de HMA (% I) fue calculada como la abundancia de estructuras extra-radicales de HMA en cada segmento usando distintas clases de intensidad (v: 1-20%; w: 21-40%; x: 41-60%; y: 61-80%; z: 81-100%), y el resultado expresado utilizando la siguiente fórmula matemática: $%I = (10v + 30w + 50x + 70y + 90z) / (v + w + x + y + z)$, donde v, w, x, y, z son el número de segmentos de hojarasca de cada clase.

RESULTADOS

Técnica modificada de Phillips & Hayman (1970) para hojarasca

Fijación: La técnica propone fijar el tejido con una solución de FAA (200 ml 50% etanol, 5 ml de ácido acético y 13 ml formaldehído), pero esto no se realizó dado que la hojarasca fijada se desintegró durante el proceso de clarificación.

Clarificación: La duración del tratamiento y la temperatura de inmersión en álcali (KOH 10%) fueron las dos variables controladas para conservar la estructura del material. El calentamiento propuesto por Phillips & Hayman (1970) aceleró el proceso pero deterioró todos los tipos de hojarasca, mientras que a temperatura ambiente se obtuvo una mejor clarificación en todas las muestras. Sin embargo, las características de la hoja de cada especie fueron determinantes en la duración del tratamiento. En las hojas de *T. tipu*, *M. azedarach* y *F. pennsylvanica* se logró el vaciamiento del contenido celular tras ser expuesta a KOH 10% por 72 hs a temperatura ambiente, aunque el tejido quedó debilitado y quebradizo. La hojarasca de *T. tipu*, a diferencia de *F. pennsylvanica* y *M. azedarach*, comenzó a clarificarse a los 5 minutos, sin embargo, se observó un oscurecimiento alrededor de la nervadura media

que bajo esta metodología no logró eliminarse. Para lograr una clarificación completa y la conservación de los tejidos en la hojarasca de *P. alba*, *L. nobilis* (Fig. 2A), *Q. robur* (Fig. 2B), *P. acerifolia* y *U. minor* fue necesario dejarlas en KOH 10% por 72 hs a temperatura ambiente. Por el contrario, el tratamiento con calor aceleró el proceso de clarificación aunque se observó degradación de la hojarasca, variando el efecto según la especie. En particular, la hojarasca de *L. nobilis* mantuvo mejor su estado de conservación, y en *P. acerifolia* se observó un oscurecimiento del tejido, que luego de 30 min comenzó a clarificarse, siendo necesario dejarla por 90 min más para completar el proceso. La hojarasca de *P. acerifolia*, *Q. robur*, *L. nobilis* y *U. minor* requirió un recambio de la solución alcalina pasados los primeros 30 min de calentamiento debido al oscurecimiento de la solución.

Etapas previas a la tinción: La acidificación del material durante 20 min a temperatura ambiente no alteró la estructura original de las hojarascas evaluadas (Fig. 2B), y fue necesaria para el proceso de tinción.

Técnica modificada "5-5-5" de Arambarri (2018)

Fijación: La fijación del tejido en etanol 50% durante 7 días mejoró la preservación del material y la extracción de los componentes solubles.

Clarificación: La duración del tratamiento con NaOH 5%:NaClO 5% fue variable dependiendo del tipo de hojarasca. La hojarasca de *T. tipu* comenzó a clarificarse luego de 60 min, mientras que la de *M. azedarach* lo hizo después 90 min. Este procedimiento fue muy agresivo para la hojarasca de *F. pennsylvanica* (Fig. 2C), la cual se fragmentó y perdió su integridad tras 7 días de tratamiento. En cambio, para la hojarasca de *U. minor*, *P. acerifolia*, *P. alba*, *Q. robur* y *L. nobilis* la clarificación duró 7 días en la misma solución (Fig. 2D-F).

Blanqueamiento: La hojarasca de *Q. robur* y *P. acerifolia* no se decoloró completamente, por lo que requirió un blanqueamiento con NaClO 50% durante 10 a 15 min. Luego del lavado con agua destilada e inmersión en hidrato de cloral 5% durante 1 h se clarificaron por completo, aunque se observó ablandamiento y fragmentación de los tejidos bajo este procedimiento.

Técnica de Peterson et al. (2008)

Fijación: No se observó degradación del material tras

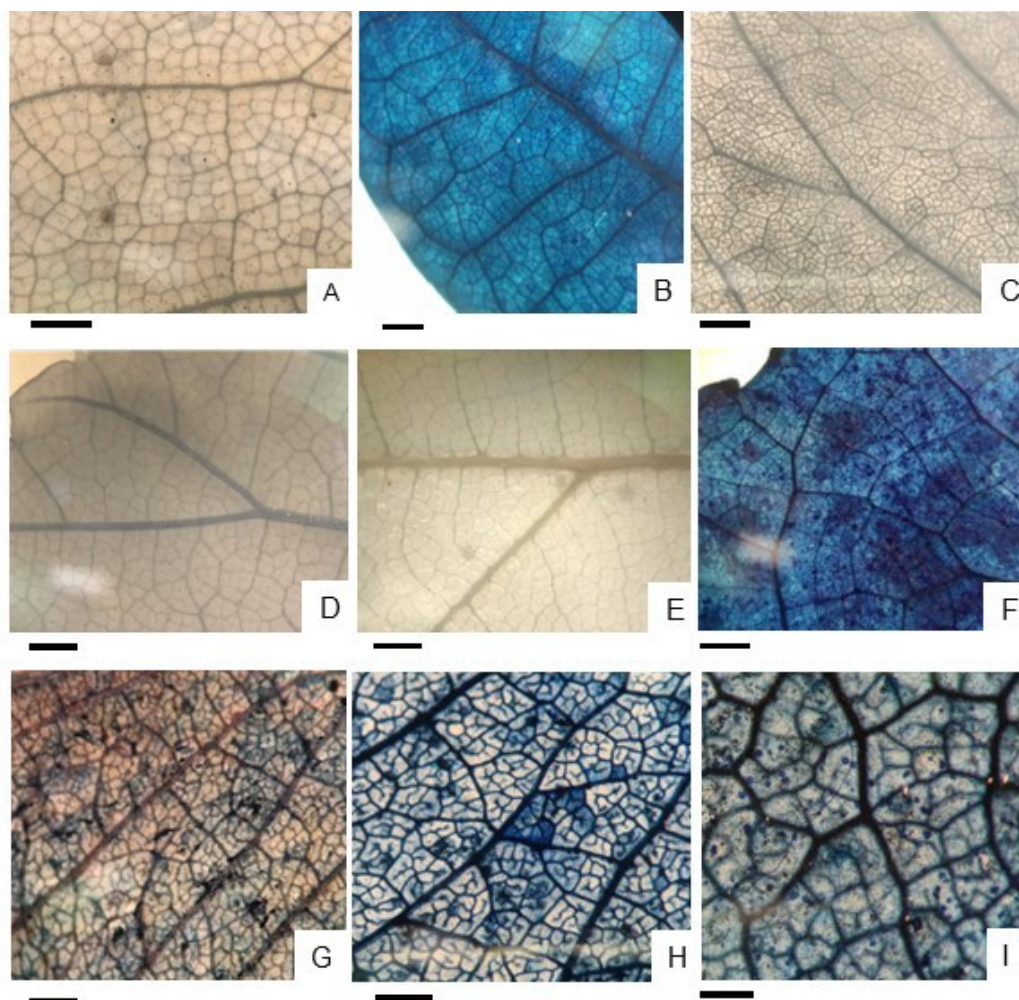


Fig. 2. Fragmentos de hojarasca tratada bajo los distintos métodos de clarificación. **A-B** según Phillips & Hayman (1970). **A:** Detalle de *Laurus nobilis* clarificado. **B:** Detalle de *Quercus robur* clarificado y teñido. **C-F** según Arambarri (2018). **C:** Detalle de *Fraxinus pennsylvanica* clarificado. **D:** *Ulmus minor* clarificado. **E:** Detalle de *Platanus acerifolia* luego de clarificación. **F:** Detalle de *Populus alba*. **G-H-I:** según Peterson *et al.* (2008). **G:** Detalle de *Tipuana tipu* bajo tratamiento ácido y teñida con azul de tripán 0,05%. **H:** Detalle de *T. tipu* tratada con NaOH 5% y teñida con azul de tripán 0,05%. **I:** Aspecto general de hojarasca de *F. pennsylvanica* bajo clarificación alcalina y teñida. Escalas= A-I: 0,5 mm.

la fijación con la solución de Carnoy durante 5 días a temperatura ambiente (25 °C).

Clarificación: En ambos tratamientos ensayados (alcalino y ácido), todos los tipos de hojarasca se clarificaron al ajustar el tiempo y la temperatura de exposición a los reactivos. Para la hojarasca de *F. pennsylvanica*, *T. tipu* (Fig. 2G) y *M. azedarach*, se logró la clarificación en medio ácido después de 24 hs a temperatura ambiente, mientras que

el tratamiento con calor (90 °C) resultó ser muy agresivo para los tejidos. En cambio, la clarificación alcalina a temperatura ambiente resultó ser la más adecuada para este tipo de material, dado que se pudo eliminar todos los precipitados fenólicos oscuros (Fig. 2H-I). Para la hojarasca de *Q. robur*, *U. minor*, *P. acerifolia*, *L. nobilis* y *P. alba*, ambos métodos de clarificación (ácida y alcalina) fueron óptimos a temperatura ambiente y no se observaron

alteraciones de los tejidos. La duración de la clarificación ácida pudo reducirse a 40 min cuando se sometió a 90 °C.

Etapa previa a la tinción: La solución de NaOH 5% formó precipitados fenólicos oscuros en la hojarasca de *F. pennsylvanica* y *T. tipu*, por lo que fue necesario su eliminación con sucesivos lavados con agua destilada (90 °C), etanol 70% (70 °C) y etanol 96% (72 °C). Este procedimiento no perjudicó al tejido de la hojarasca de dichas

especies (Fig. 2 H-I). En cambio, el tratamiento con ácido láctico evitó la formación de los precipitados fenólicos, pero resultó ser más agresivo para la hojarasca.

Tinción y visualización de estructuras de HMA

En las tres metodologías ensayadas se usó el colorante azul de tripán 0,05%, el cual coloreó eficazmente las paredes celulares del tejido foliar y las estructuras fúngicas halladas en la hojarasca (Fig. 3).

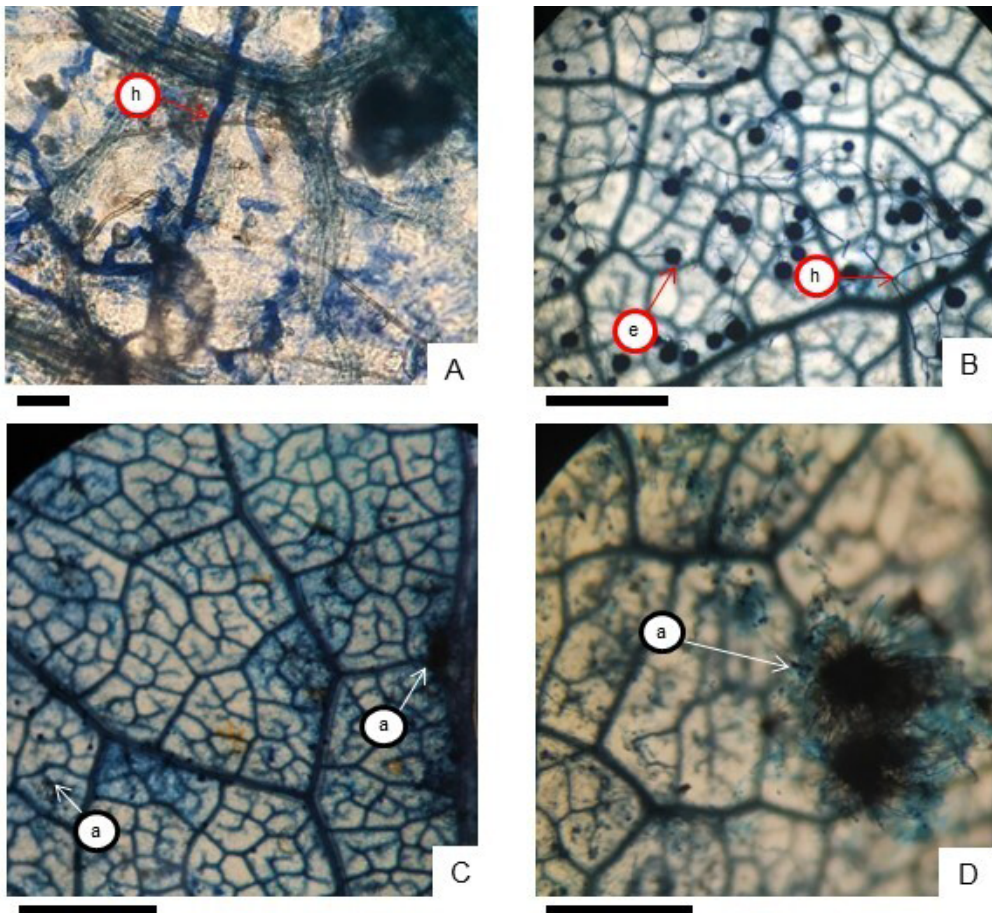


Fig. 3. Detección de estructuras fúngicas en la hojarasca. **A:** Hifas extra-radicales de HMA sobre hojarasca recolectada de *Tipuana tipu*, previamente clarificada con el método modificado de Phillips & Hayman (1970) y teñida con azul de tripán 0,05%. **B:** Hifas y esporas extra-radicales de *Rhizoglyphus intraradices* desarrolladas en hojarasca de *Fraxinus pennsylvanica* previamente clarificada con el método de Peterson *et al.* (2008) y teñida con azul de tripán 0,05%. **C:** Vista general de estructuras de hongos pertenecientes a los ascomycetes sobre hojarasca clarificada de *T. tipu* según Peterson *et al.*, (2008). **D:** Detalle de estructuras de hongos del grupo de los ascomycetes sobre hojarasca de *F. pennsylvanica* previamente clarificada con el método de Peterson *et al.*, (2008). Abreviaturas= h: hifas de HMA; e: esporas de HMA; a: estructura de hongos Ascomycota. Escalas= A-D: 0,5 mm.

Las paredes hifales permanecieron intactas luego de la clarificación y tinción bajo todos los tratamientos.

Únicamente en una hoja recolectada de *T. tipu* se observaron hifas extra-radicales de HMA, ocupando menos del 10 % de la superficie del tejido (Fig. 3A), mientras que el $22,5 \pm 16,9$ % (media \pm desvío estándar) de la hojarasca de *F. pennsylvanica* inoculada con *R. intraradices*, presentaba micelio y esporas formadas a partir de ramificaciones hifales (Fig. 3B), con una intensidad de colonización del $30,3 \pm 16,8$ %. Por otro lado, en las hojarascas de *T. tipu* (Fig. 3C), *F. pennsylvanica* (Fig. 3D), *P. acerifolia*, *P. alba*, *U. minor*, *Q. robur*, *L. nobilis*, y *M. azedarach* se detectaron numerosas hifas delgadas y tabicadas, y otras estructuras de hongos saprobios y/o fitopatógenos pertenecientes al grupo de los ascomycetes. Los HMA en la hojarasca se diferenciaron del resto de los hongos por sus hifas cenocíticas de mayor grosor, la arquitectura del micelio y el patrón de esporulación, en el caso de la hojarasca de *F. pennsylvanica* en contacto con *R. intraradices* (Fig. 2I; 3A-B).

En cuanto a la conservación del material, la hojarasca clarificada y teñida bajo el método de Peterson *et al.* (2008) pudo mantenerse en agua destilada hasta por lo menos 16 semanas bajo condiciones de oscuridad y temperatura ambiente, sin observar modificaciones en su estructura y manteniendo la coloración.

DISCUSIÓN

Los estudios que analizan la presencia de HMA en hojarasca han utilizado el método de clarificación y tinción de Phillips & Hayman (1970), propuesto para la detección de estructuras de HMA en raíces de plantas hospedantes (Aristizábal *et al.*, 2004; Bunn *et al.*, 2019; Díaz Ariza *et al.*, 2021). Sin embargo, este método puede no ser adecuado para todos los tipos de hojarasca dada la gran diversidad anatómica y bioquímica, y el estado de descomposición en que se hallan. Por lo que resulta necesario estudiar otras técnicas que logren una buena clarificación y conservación del material, con el fin de poder visualizar estructuras fúngicas en toda el área de la hojarasca bajo estudio. En el presente trabajo, se evaluaron tres técnicas de clarificación y tinción sobre hojarasca de ocho especies arbóreas: Phillips & Hayman (1970), “5-5-5” de Arambarri

(2018) y Peterson *et al.* (2008). Estos métodos se diferenciaron en los reactivos utilizados, la duración y las condiciones de temperatura a las cuales fue sometido el material en cada una de las etapas.

La técnica de Phillips & Hayman (1970) no resultó apropiada para aquella hojarasca de pocas capas de células, como la de *T. tipu*, *M. azedarach* y *F. pennsylvanica*, ya que se degradó su estructura, principalmente cuando eran expuestas a altas temperaturas. En cambio, para la hojarasca de *P. alba*, *P. acerifolia*, *U. minor*, *Q. robur* y *L. nobilis* se logró una buena clarificación a temperatura ambiente tras un mayor tiempo de exposición frente a los reactivos. Este tratamiento se redujo en calor aunque se observó una mayor degradación de los tejidos. Al aplicar la técnica “5-5-5” (Arambarri, 2018), la hojarasca de *F. pennsylvanica*, *T. tipu* y *M. azedarach* perdió su integridad al completar el proceso. Mientras que la hojarasca de *Q. robur*, *L. nobilis*, *P. acerifolia* y *P. alba* quedó bien clarificada, aunque el proceso de blanqueamiento comprometió gran parte de su estructura. Gardner (1975) menciona que el tratamiento con hidrato de cloral o con blanqueadores fuertes, como NaClO ó peróxido de hidrógeno, puede afectar al tejido ya que actúa sobre los componentes de celulosa y lignina. Por otra parte, la metodología de Peterson *et al.* (2008) fue la más conveniente para todos los tipos de hojarasca ensayadas, dado que permitió la clarificación completa del tejido. Sin embargo, la clarificación ácida y en calor resultó ser más agresiva que el tratamiento alcalino, por lo que se requiere de un mayor control sobre el tiempo de exposición. Por otro lado, el tratamiento alcalino conservó mejor la estructura vegetal, aunque en algunos casos se produjeron precipitados fenólicos oscuros que sólo pudieron eliminarse con un tratamiento de lavado *post-álcali*. En cuanto a la fijación del material, Gardner (1975) sugiere que la solución de etanol o Carnoy aceleran la clarificación, mientras que la fijación con FAA (propuesta por Phillips & Hayman, 1970) es perjudicial para el proceso, ya que la hojarasca en FAA resiste el tratamiento con KOH y daña la celulosa. Además, el formaldehído puede reaccionar con compuestos fenólicos de la hojarasca (como los taninos condensados), y formar polímeros oscuros que sólo pueden ser eliminados a través del blanqueamiento (aunque este proceso puede ser perjudicial para la integridad del tejido en algunas especies) (Gardner, 1975).

Nuestros resultados revelan que la anatomía y bioquímica foliar de cada especie arbórea son factores determinantes a tener en cuenta al seleccionar la técnica de clarificación. La mayoría de las hojas poseen una capa simple de células epidérmicas en su superficie adaxial y abaxial, pero las características de la cutícula ó el contenido de fenoles y pigmentos pueden variar e influir sobre la efectividad de cada método (Peterson *et al.*, 2008).

En cuanto a la presencia de HMA en la hojarasca recolectada de los parques urbanos, sólo se encontraron hifas de HMA en un ejemplar de hojarasca de *T. tipu*. La falta de estructuras de HMA en la hojarasca de estos ambientes urbanos podría deberse a la ausencia o baja densidad del micelio extra-radical de HMA cercano a la superficie del suelo, o por algún disturbio que evitó la colonización de la hojarasca por estos hongos, y no a causa del proceso de clarificación y tinción, ya que se observaron estructuras de otros grupos de hongos. En ambientes naturales (no urbanizados) y agroecosistemas que se han analizado hasta el momento, la colonización de la hojarasca por HMA suele ser más frecuente (Bunn *et al.*, 2019; Díaz Ariza *et al.*, 2021). El análisis del estado micorrícico de la vegetación y el estudio de las comunidades de HMA en estos parques podría brindar más información sobre la frecuencia e intensidad de colonización de la hojarasca. En cuanto a la hojarasca de *F. pennsylvanica* expuesta al micelio extra-radical de *R. intraradices* bajo condiciones controladas, alcanzó valores similares a los hallados en hojarasca colonizada por HMA de *Myrica parvifolia* Benth. (aprox. 37%) y *Coffea arabica* L. (aprox. 36%) (Aristizábal *et al.*, 2008; Díaz Ariza *et al.*, 2021). Las variaciones en la frecuencia e intensidad de colonización podrían ser atribuidas al tipo de hojarasca y su estado de descomposición, y a las especies de HMA que se encuentran en cada ecosistema (Bunn *et al.*, 2019; Chowdhury *et al.*, 2022), siendo necesario más estudios que analicen posibles preferencias de los HMA por el sustrato y su relación con el proceso de descomposición. A su vez, las técnicas evaluadas permitieron detectar eficientemente estructuras de otros hongos pertenecientes a los ascomycetes sobre la epidermis y el parénquima de la hojarasca de todas las especies arbóreas. Su abundante presencia resultó esperable dado que estos microorganismos son fitopatógenos y/o saprobios descomponedores del material vegetal (Cao *et al.*, 2022).

En conclusión, la metodología propuesta por Peterson *et al.* (2008) permitió una buena clarificación y conservación de las hojarasca evaluadas, y la observación de estructuras fúngicas. Sin embargo, es necesario adaptar la técnica según las características de la hojarasca en estudio teniendo en cuenta el número de capas de células, contenido de pigmentos, taninos y otros componentes de difícil remoción, así como también, su estado de descomposición.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

SC y VS diseñaron y realizaron la investigación. Todas las autoras han participado conjuntamente en la interpretación de los datos y redacción del manuscrito.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por UBACYT 20020170100142BA y el programa de Becas de Estímulo a las Vocaciones Científicas. Además, se agradece el aporte valioso de los revisores y la editora a cargo del boletín de la SAB.

BIBLIOGRAFÍA

- ARAMBARRI, A. M. 2018. La “técnica de clarificación 5-5-5”, un método natural para el tratamiento de material vegetal. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 53: 579-586. <http://dx.doi.org/10.31055/1851.2372.v53.n4.21980>.
- ARISTIZABAL, C., E. L. RIVERA & D. P. JANOS. 2004. Arbuscular mycorrhizal fungi colonize decomposing leaves of *Myrica parvifolia*, *M. pubescens* and *Paepalanthus* sp. *Mycorrhiza* 14: 221-228. <https://doi.org/10.1007/s00572-003-0259-0>
- BUNN, R. A., D. T. SIMPSON & L. S. BULLINGTON. 2019. Revisiting the ‘direct mineral cycling’ hypothesis: arbuscular mycorrhizal fungi colonize leaf litter, but why? *ISME J.* 13: 1891-1898. <https://doi.org/10.1038/s41396-019-0403-2>
- CAO, T., Y. CHENG, Y. FANG, X. KONG, J. YANG, H. ALHARBI, Y. KUZYAKOV & X. TIAN. 2022. Synergy of saprotrophs with mycorrhiza for litter decomposition and hotspot formation depends on nutrient availability in the rhizosphere. *Geoderma*

- 410:115662.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.geoderma.2021.115662>
- CHOWDHURY, S., M. LANGE, A. A. MALIK, T. GOODALL, ... & G. GLEIXNER. 2022. Plants with arbuscular mycorrhizal fungi efficiently acquire Nitrogen from substrate additions by shaping the decomposer community composition and their net plant carbon demand. *Plant Soil* 475: 473-490.
<https://doi.org/10.1007/s11104-022-05380-x>
- CHURCHLAND, C. & S. GRAYSTON. 2014. Specificity of plant-microbe interactions in the tree mycorrhizosphere biome and consequences for soil C cycling. *Front. Microbiol.* 5: 261.
<https://doi.org/10.3389/fmicb.2014.00261>
- DÍAZ ARIZA, L. A., E. L. RIVERA & N. SÁNCHEZ. 2021. Occurrence of arbuscular mycorrhizal fungi in leaf litter and roots of shaded coffee plantations under organic and conventional management. *Rev. Bras. Cienc. Solo* 45: e0200110.
<https://doi.org/10.36783/18069657rbcs20200110>
- GARDNER, R. O. 1975. An overview of botanical clearing techniques. *Stain. Technol.* 50: 99-105.
<https://doi.org/10.3109/10520297509117042>
- GOUGOULIAS, C., J. M. CLARK & L. J. SHAW. 2014. The role of soil microbes in the global carbon cycle: tracking the below-ground microbial processing of plant-derived carbon for manipulating carbon dynamics in agricultural systems. *J. Sci. Food Agric.* 94: 2362-71. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6577>
- KOBAYASHI, Y., T. MAEDA, K. YAMAGUCHI, H. KAMEOKA, ... & KAWAGUCHI. 2018. The genome of *Rhizophagus clarus* HR1 reveals a common genetic basis for auxotrophy among arbuscular mycorrhizal fungi. *BMC Genomics* 19: 465. <https://doi.org/10.1186/s12864-018-4853-0>
- LINLIN SHI, L., G. G. O. DOSSA, E. PAUDEL, H. ZANG, ... & R. D. HARRISON. 2019. Changes in fungal communities across a forest disturbance gradient. *Appl. Environ. Microbiol.* 85: e00080-19.
<https://doi.org/10.1128/AEM.00080-19>
- MEI, L., P. ZHANG, G. CUI, X. YANG, T. ZHANG & J. GUO. 2022. Arbuscular mycorrhizal fungi promote litter decomposition and alleviate nutrient limitations of soil microbes under warming and nitrogen application. *App. Soil. Ecol.* 171: 104318.
<https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2021.104318>
- PETERSON, R. L., C. A. PETERSON & L. H. MELVILLE. 2008. *Teaching plant anatomy through creative laboratory exercises*. NRC ResPress. Ottawa, Ontario.
- PHILLIPS, J. M. & D. S. HAYMAN. 1970. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 55: 158-161.
[https://doi.org/10.1016/S0007-1536\(70\)80110-3](https://doi.org/10.1016/S0007-1536(70)80110-3)
- PLENCHETTE, C. & C. MOREL. 1996. External phosphorus requirement of mycorrhizal and non-mycorrhizal barley and soybean plants. *Biol. Fertil. Soils* 21: 303-308.
<https://doi.org/10.1007/BF00334907>
- SMITH, S. E. & D. READ. 2008. *Mycorrhizal Symbiosis*. 3rd ed. Elsevier Ltd, London.
- TISSERANT, E., A. KHOLER, P. DOZOLME-SEDDAS, R. BALLESTRINI, ... & F. MARTIN. 2011. The transcriptome of the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus intraradices* (DAOM 197198) reveals functional tradeoffs in an obligate symbiont. *New Phytol.* 193: 755-769.
<https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2011.03948.x>
- VALDÉS, F. E., C. ABARCA, R. P. COLOMBO & V. A. SILVANI. 2020. Capítulo 1: Introducción y generalidades. En: SAPARRAT M. C. N., M. F. RUSCITTI & M. C. ARANGO (eds.), *Micorrizas arbusculares: Biología y aplicaciones en el sector agroforestal*. Editorial Edulp, La Plata.



INTRASPECIFIC VARIABILITY IN GROWTH AND IN VITRO PRODUCTION OF PLANT CELL WALL-DEGRADING ENZYMES AMONG ARGENTINEAN ISOLATES OF *COLLETOTRICHUM GRAMINICOLA*, A MAIZE PATHOGEN

VARIABILIDAD INTRAESPECÍFICA EN EL CRECIMIENTO Y LA PRODUCCIÓN IN VITRO DE ENZIMAS DEGRADADORAS DE PARED CELULAR VEGETAL ENTRE AISLAMIENTOS ARGENTINOS DE *COLLETOTRICHUM GRAMINICOLA*, UN PATÓGENO DE MAÍZ

María del P. Núñez¹ , Laura N. Levin^{1*} & Isabel E. Cinto¹

1. Laboratorio de Micología Experimental, DBBE-FCEN-UBA, INMIBO-CONICET, Buenos Aires, Argentina

*isa.cinto@gmail.com

Citar este artículo

NÚÑEZ, M. DEL P., L. N. LEVIN & I. E. CINTO. 2023. Intraspecific variability in growth and *in vitro* production of plant cell wall-degrading enzymes among Argentinean isolates of *Colletotrichum graminicola*, a maize pathogen. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 58: 187-194.

DOI: <https://doi.org/10.31055/1851.2372.v58.n2.39049>

Recibido: 19 Oct 2022
Aceptado: 24 Abr 2023
Publicado en línea: 1 Jun 2023
Publicado impreso: 30 Jun 2023
Editor: Leopoldo Iannone

ISSN versión impresa 0373-580X
ISSN versión on-line 1851-2372

RESUMEN

Introducción y objetivos: *Colletotrichum graminicola* (Glomerellaceae, Glomerellales) el agente causal de la antracnosis del maíz es dependiente de la actividad de enzimas degradadoras de la pared celular vegetal, para penetrar en su hospedante. La producción de estas enzimas se considera un factor de virulencia. El objetivo del presente trabajo fue investigar si existe variabilidad entre aislamientos en la capacidad de crecimiento y producción *in vitro* de diversas enzimas involucradas en la degradación de pared celular vegetal.

M&M: Se evaluó la habilidad de ocho aislamientos de *C. graminicola* para crecer y sintetizar enzimas con actividad poligalacturonasa, polimetilgalacturonasa, β -glucosidasa y lacasa en cultivos líquidos utilizando dos medios de diferente composición.

Resultados: La producción de poligalacturonasa, polimetilgalacturonasa y β -glucosidasa difirió marcadamente entre aislamientos y medios de cultivo. Se detectó actividad lacasa sólo en tres de los aislamientos. Los máximos títulos enzimáticos obtenidos fueron respectivamente de 250, 280, 45 y 63 U/l. La variabilidad intraespecífica registrada en la producción enzimática es consistente con la alta variabilidad intraespecífica observada a nivel genético cuando se evaluaron marcadores moleculares ISSR.

Conclusiones: Los aislamientos de *C. graminicola* investigados mostraron notables diferencias en cuanto a la producción de enzimas degradadoras de pared celular vegetal, no asociadas a su capacidad de crecimiento. Esto indica una importante variabilidad intraespecífica que debería tenerse en cuenta al seleccionar un método para combatir a este patógeno.

PALABRAS CLAVES

Antracnosis, *Colletotrichum graminicola*, enzimas degradadoras de pared celular, maíz.

SUMMARY

Background and aims: *Colletotrichum graminicola* (Glomerellaceae, Glomerellales), the causal agent of maize (*Zea mays*) anthracnose, as many other fungal pathogens, relies on its battery of cell wall degrading enzymes (CWDEs) to make its way through the cell walls of the host, and thus the production of these enzymes is considered a virulence factor. The aim of this work was to investigate if there is intraspecific variability in growth and *in vitro* production of several extracellular CWDEs among Argentinean fungal isolates of *C. graminicola*.

M&M: Eight isolates of *C. graminicola* were tested *in vitro* to evaluate growth capacity and polygalacturonase, polymethylgalacturonase, β -glucosidase and laccase production, using two different liquid culture media.

Results: Polygalacturonase, polymethylgalacturonase and β -glucosidase production greatly varied among isolates and culture media. Laccase activity was detected only in three isolates. Utmost enzymatic titres attained were respectively 250, 280, 45 and 63 U/l. The observed intraspecific variability in CWDEs *in vitro* production is consistent with the high variability found at genetic level when assessing ISSR markers.

Conclusions: The isolates of *C. graminicola* evaluated showed notable differences in CWDEs production, not associated with a differential growth. This indicates a large intraspecific variability, which might be considered when choosing a method to deal with this pathogen.

KEY WORDS

Anthrachnose, cell wall degrading enzymes, *Colletotrichum graminicola*, maize.

INTRODUCTION

The prevalence of infections in crops has increased considerably lately, affecting harvests around the world. Among all biotic threats, fungi and oomycetes are the ones that pose the greatest risk to global food security. Diverse factors are involved in this phenomenon, which include changing climate conditions and agricultural practices. Higher temperatures in mild winters allow pathogens survival and expansion to new areas, and accelerate their life cycle (Bebber & Gurr, 2015). Many of these tropical fungal pathogens are expanding to subtropical areas, setting new threats to agricultural production.

The Ascomycete *Colletotrichum graminicola* (Ces.) Wils. (Glomerellaceae, Glomerellales) is recognized in Argentina as an important pathogen in maize (*Zea mays* L.), causing anthracnose and stalk rot (Díaz *et al.*, 2012). This disease is relatively new in the country: during the 1970's was considered only as a sorghum pathogen (Fernández-Valiela, 1979). *C. graminicola*, as initially described by Wilson, was a single cosmopolitan species with a very wide host range among grasses. However, improved understanding of *C. graminicola* taxonomy has confirmed that the fungus is specific to *Z. mays* (Belisário *et al.*, 2022). According to Dean *et al.* (2012), virtually every crop grown is susceptible to at least one species of *Colletotrichum* spp. These fungi cause anthracnose spots and blights on aerial plant parts and post-harvest rots, generating major losses to economically important crops. Anthracnose in maize causes important yield losses, because it prevents the kernel's development or damages the stems before harvest. No-till farming techniques without a proper crop rotation have also increased the incidence and severity of maize anthracnose in both North and South America (da Costa *et al.*, 2014). Estimates of yield reductions are as high as 10 to 20% worldwide (Belisário *et al.*, 2022). In nearby countries such as Brazil, this disease has been responsible for most yield losses of maize (Sukno *et al.*, 2008). *C. graminicola* has been reported as one of the most frequently found fungal pathogens in Argentina recently; specially affecting second season maize crops (De Rossi *et al.*, 2016).

Cell wall degrading enzymes (CWDEs) allowed host penetration and colonization, and are utilized

to obtain nutrients from plant polymers. These enzymes include ligninases, pectinases, cellulases, hemicellulases and various other hydrolases that target the cell wall polymers (Kubicek *et al.*, 2014). The amount and variety of enzymes released depends on the pathogen's lifestyle. Most necrotrophs discharge copious amounts of enzymes, in an attempt to degrade as much as possible before the plant is able to stand an effective defence; while biotrophs secrete relatively few CWDEs, thus operating by stealth and minimizing host damage. This difference in enzyme production is also reflected in the pathogen's genome: biotrophs encode less CWDEs when compared to other necrotrophic pathogens (Wang *et al.*, 2022). *C. graminicola*, like most *Colletotrichum* spp. species, has a hemibiotrophic lifestyle. During the first stages of the disease, it lives as a biotrophic pathogen, spreading through the plant tissue while inflicting minimum damage to the host, before shifting to a more aggressive necrotrophic stage, where extended areas of the host tissue are killed (Münch *et al.*, 2008; Torres *et al.*, 2016). CWDEs are required for virulence in many phytopathogenic fungi (Wijesundera *et al.*, 1989; Paccanaro *et al.*, 2017; Ma *et al.*, 2019). Several studies have demonstrated the importance of pectinolytic enzymes in plant invasion and symptom development (Reignault *et al.*, 2008; Armesto *et al.*, 2019). Ramos *et al.* (2010) showed that the disparities in the production of polymethylgalacturonase, polygalacturonase and pectin lyase activities by *C. truncatum* isolates (the causal agent of soybean anthracnose) were not related with fungal growth or geographical origin, but instead were associated with differences in virulence among isolates. Ligninolytic oxidative enzymes such as laccase also play an important role in tissue maceration, as lignin is a complex aromatic polymer that hinders enzyme diffusion and can alter the extent of the enzymatic degradation of other cell wall polymers. These enzymes also show a protective effect on the phytopathogen, as they are able to detoxify phytoalexins and other phenolic compounds that are involved in host's defence mechanism (Vetchinkina *et al.*, 2022).

Considering that maize anthracnose is a relatively new disease in Argentina, a better understanding of the physiological behaviour of local isolates of this fungal pathogen is key to prevent and/or treat

the disease, and will contribute to an ecologically sustainable integrated management. In this study, we analysed the intraspecific variability of eight native isolates of *C. graminicola* (obtained from symptomatic maize plants collected in different production sites in Argentina), related to growth and activity of different extracellular CWDEs putatively involved in fungal penetration and colonization.

MATERIALS AND METHODS

Fungi

The isolates of *C. graminicola* were obtained from lesions of symptomatic maize plants. They were collected from eight Argentinean localities in the provinces of Buenos Aires [CG 4(6) (Arrecifes 34° 04' 00" S, 60° 07' 00" W), CG20 (Rojas 34° 11' 00" S, 60° 44' 00" W), CG21 (Bolívar 36° 15' S, 61° 06' W) CG22(1) CG22(2), CG23(4) and CG27 (Pergamino 33° 53' 01" S, 60° 34' 01" W)] and Santa Fe [CG25(5) (Caseros 33° 03' 00" S, 61° 10' 00" W)]. The isolates are deposited at the Phytopathology Department, Agronomy Faculty, University of Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.

Culture media

Pectin culture (PEC) and Galhaup (GAL) media were used. Both media shared a basal medium consisting of: MgSO₄·7H₂O, 0.5 g; HK₂PO₄, 0.6 g; H₂KPO₄, 0.5 g; CuSO₄·5H₂O, 0.4 mg; MnCl₂·4H₂O 0.09 mg; H₃BO₃, 0.07 mg; NaMoO₄·2H₂O, 0.02 mg; ZnCl₂, 2.5 mg; ZnCl₂ 2.5 mg; FeCl₃ 1.0 mg; biotin 5 µg; thiamine 100 µg; distilled water up to 1000 ml. For PEC, pectin from apple (10 g/l) and asparagine monohydrate (4 g/l) were added as carbon and nitrogen sources respectively, and additionally 0.5 g/l of MgSO₄ and 0.4 mg/l of CuSO₄ were supplemented to the basal culture medium (Ramos *et al.*, 2010). For GAL, glucose (40 g/l) was used as carbon source, and 5 g/l of yeast extract, 5 g/l peptone, 0.25 g/l CuSO₄ and 1 g/l SO₄Mg were added to the basal culture medium (modified from Galhaup *et al.*, 2002).

Culture conditions

Erlenmeyer flasks (125 ml) with 25 ml of medium were inoculated with one agar plug (0.25 cm²) cut out from a colony grown on Malt Extract

Agar (MEA). Incubation was carried out at 23 °C under stationary conditions. Cultures were harvested at different incubation periods, filtered through a filter paper using a Buchner funnel and dried for 24 h at 70 °C. Dry weight of mycelium was then determined. The culture supernatants were used as enzyme sources.

Enzyme assays

Polymethylgalacturonase (PMG) and polygalacturonase (PG) (endo and exo activities) were assayed using 0.1% apple pectin or polygalacturonic acid respectively, in 50 mM sodium acetate buffer (pH 4.8) at 30 °C. Liberated reducing sugars were quantified by the Somogyi-Nelson method (Somogyi, 1952). One unit of enzymatic activity was defined as the amount of enzyme releasing 1 µmol of galacturonic acid per min. Laccase activity was measured using 2,6-dimethoxyphenol (DMP) 5 mM in 0.1 M sodium acetate buffer (pH 3.6) at 30 °C (Paszczyński & Crawford, 1991). Oxidation of DMP was determined by the increase in absorbance at 469 nm ($\epsilon_{469} = 27 \text{ mM}^{-1}\cdot\text{cm}^{-1}$). β -glucosidase was determined in 50 mM sodium acetate buffer (pH 4.8) at 30 °C, by measuring *p*-nitrophenol released from 0.02% *p*-nitrophenyl β -D-glucopyranoside (Wood & Bhat, 1988). Enzyme activities were expressed in International Units (U) as the amount of enzyme required to release 1 µmol of product in 1 min.

Statistical analysis

The data presented in graphics was analysed using Graph Pad Prism 9.4 software. Two way ANOVA tests were performed and the differences between treatments were compared by Tukey's multiple comparison tests ($p < 0.05$).

RESULTS AND DISCUSSION

Kinetics of growth (Fig. 1) and *in vitro* production of several extracellular CWDEs (Fig. 2) by eight fungal isolates of *C. graminicola* was characterized in two liquid culture media (PEC and GAL) based on pectin and glucose as carbon sources, respectively. A two-way ANOVA analysis revealed a significant effect of isolate, medium and interaction between factors ($p < 0.05$) for each enzyme studied.

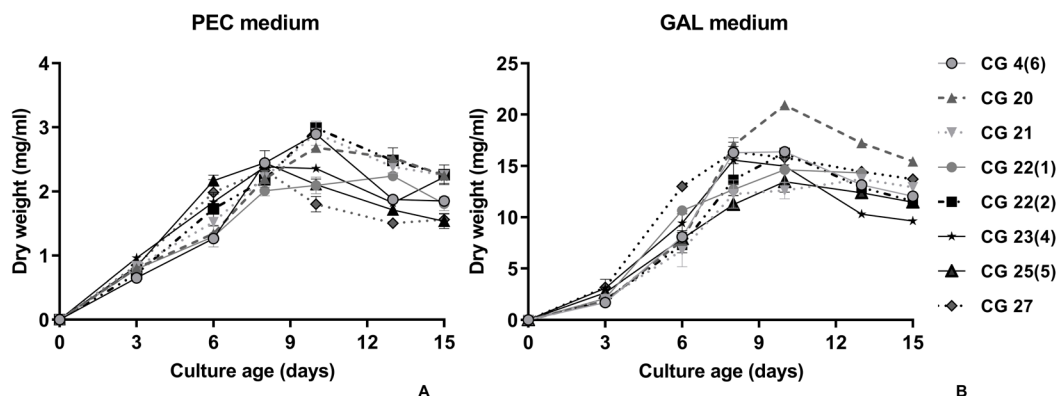


Fig. 1. Kinetics of growth of *C. graminicola* isolates. **A:** in PEC media. **B:** in GAL media. Each point represents the mean of three replicate experiments, error bars denote SEM.

All isolates were able to grow in both media, showing maxima between 8 and 10 days. More biomass was obtained in GAL (Fig. 1B) than in PEC medium (Fig. 1A) (approx. 21 mg/ml vs. 3 mg/ml), probably due to the more easily assimilable carbon source. Values of biomass yield attained in PEC medium were similar to those obtained when culturing *C. truncatum* in the same medium (Ramos *et al.*, 2010).

No pectinolytic activity production was detected in PEC medium for some strains (Fig. 2A-B). Among CWDEs, those with pectinolytic activity have been the most extensively studied for their role in host-pathogen interactions and disease development. Pectinases in their multiple forms have proved to be important for the infection process, since they are the first polysaccharidases to be induced when fungi are grown on isolated plant cell walls, and are the first produced in infected tissue (Kikot *et al.*, 2009; Armesto *et al.*, 2019). The disruption of pectinase genes reduces the virulence of fungi such as *Botrytis cinerea*, *Nectria haematococca*, *Penicillium digitatum* and *Aspergillus niger*, thus hampering their pathogenicity (Have *et al.*, 1998; Rogers *et al.*, 2000; López-Pérez *et al.*, 2015; Liu *et al.*, 2017). In this study, seven out of the eight isolates showed PMG activity in GAL medium, while only four isolates presented PMG activity in PEC medium (Fig. 2A). These isolates revealed PMG activities earlier in PEC than in GAL medium. In addition, isolates CG20 and CG22(2) showed PG activities formerly in PEC than in GAL medium. These findings might be attributed to catabolite

repression by the abundant reducing sugars detected in GAL medium during the first days of incubation (data not shown). PMG activity was not detected in isolate CG22(1). Most isolates exhibited the highest activity after the day of maximum growth (up to 0.28 U/ml), on the contrary in *C. truncatum*, the peak of PMG activity preceded this day (Ramos *et al.*, 2010). All isolates showed PG activity in GAL medium, while only five of them showed PG activity in PEC medium (Fig. 2B). The highest activity (0.25 U/ml), was reached in GAL medium by isolate CG22(2). Most *C. graminicola* isolates tested here, showed the peak of PG activity after the day of maximum growth, as it was previously observed in isolates of another phytopathogenic ascomycete *Macrophomina phaseolina*, grown in similar culture and medium conditions (Ramos *et al.*, 2016). PG titres obtained by *C. graminicola* cultures in this work, resemble those attained by *C. lindemuthianum* (0.24 U/ml) (Hugouvieux *et al.*, 1997), and *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* (0.4 U/ml), while *C. truncatum* and *F. graminearum* showed higher levels of PG (1.08 U/ml and 1.53 U/ml) (Kikot *et al.*, 2010; Ramos *et al.*, 2010).

All isolates showed β -glucosidase activity in both GAL and PEC media (0.01-0.045 U/ml) (Fig. 2C). As in other phytopathogenic fungi, such as *Fusarium* spp. (García-Maceira *et al.*, 2000), cellulases secretion in *C. graminicola* occurred after the secretion of pectinases. The maximum of activity was detected after 15 days in all the isolates, when reducing sugars levels were at their lowest.

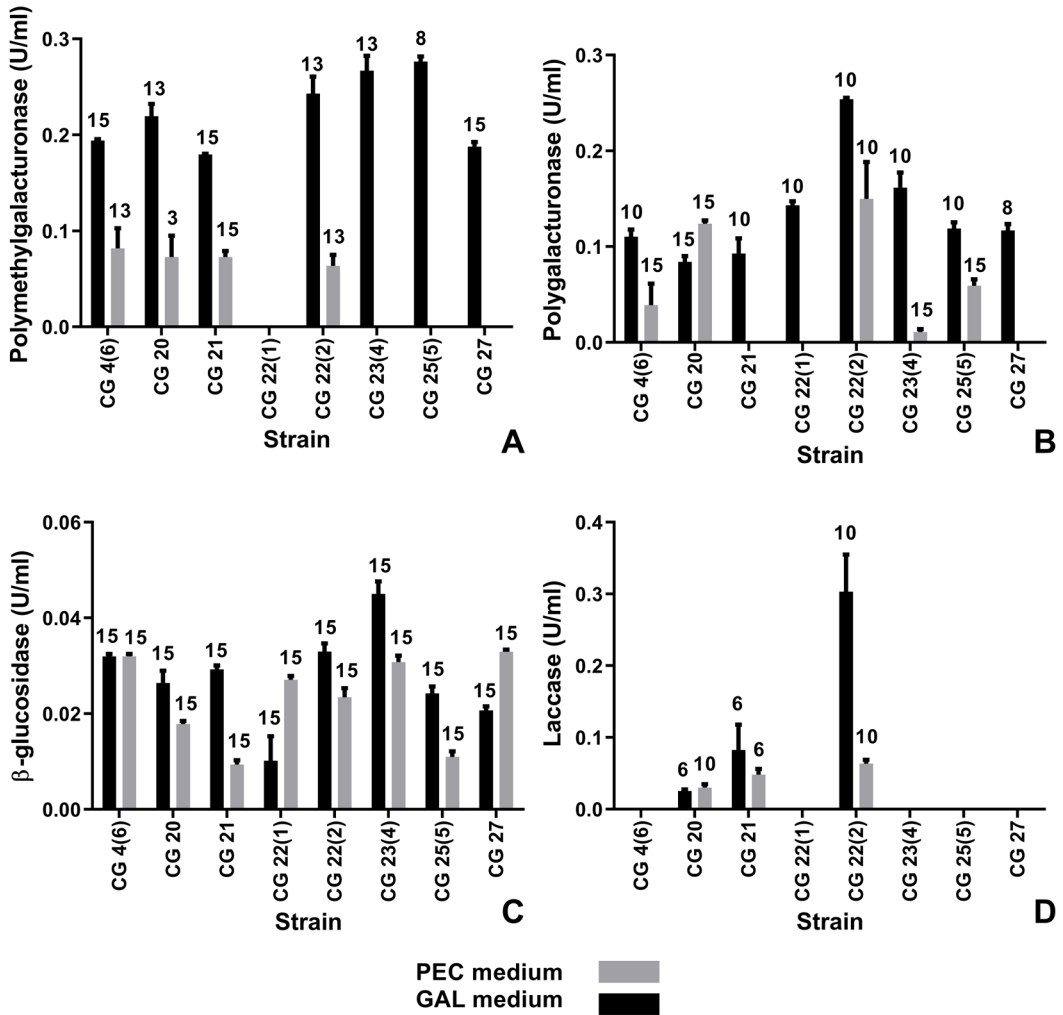


Fig. 2. Enzymatic production by *C. graminicola* isolates. **A:** Polymethylgalacturonase. **B:** Polygalacturonase. **C:** β -glucosidase. **D:** laccase, in PEC and GAL media. Numbers on top of the bars indicate the day of maximal activity, the values are the mean of three replications, error bars denote SEM.

A polyphenol oxidase characterized as laccase, was identified in the extracellular conidial mucilage of *C. graminicola* (Anderson & Nicholson, 1996) and might have a role in fungal survival and detoxification of plant phenols. Nevertheless, the roles of laccases in plant-pathogen interactions remain poorly understood (Levin *et al.*, 2007), and mycelium associated laccase activity detected in this work might play a different function. Only three isolates showed laccase activity in both GAL and PEC media: CG20, CG21 and CG22(2) (Fig. 2D). The highest enzyme titres (0.063 U/ml) were

obtained in GAL medium, mostly before the day of maximum growth. Similar laccase production was detected when growing *C. truncatum* in a liquid medium with pectin as carbon source, six out of ten isolates produced up to 0.044 U/ml laccase (Levin *et al.*, 2007).

The results of this study show that *C. graminicola* has a high intraspecific variability when evaluating CWDEs *in vitro* production (*F*-values were respectively of 35.10, 10.64, 25.30 and 14.02 for PMG, PG, β -glucosidase and laccase, with *p*-values <0.0001), which is consistent with

the high variability observed on a genetic level when assessing ISSR markers in these same isolates (Gatica *et al.*, 2014).

The pattern of *in vitro* production of CWDEs likely reflects the *in vivo* pattern of enzyme production, and their role in the pathogenic process: initial pectinolytic enzyme secretion being responsible for allowing access to other cell wall components, while subsequent cellulase activity contributing to cell lysis and tissue maceration. Similar patterns were described in other phytopathogenic fungi (Ten Have *et al.*, 2002; Kikot *et al.*, 2009). Laccase activity could contribute to cell wall degradation in lignified tissues and protect against plant defence mechanisms. Additional work on the characterization of transcription and secretion of CWDEs in different phytopathogenic fungi will contribute to finding new specific targets to protect plants and accelerate the development of new agents for battling these fungi (Kubicek *et al.*, 2014).

The assayed isolates of *C. graminicola* displayed notable differences in CWDEs production, not associated with a differential growth. This suggests a large intraspecific variability, which might be considered when choosing a method to deal with this pathogen. The aim of forthcoming studies will be to test the hypothesis that differences in aggressiveness among *C. graminicola* isolates causing anthracnose in maize are related with disparities in CWDE production.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

PN and IC designed and performed the laboratory experiments. PN and LL wrote the manuscript. All authors have read and approved the final version of the manuscript.

ACKNOWLEDGMENTS

To Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) (PIP 11220170100283 to LL) and Universidad de Buenos Aires (UBA) (UBACYT 2020020170100163 to LL) for financial support, Dra. Marcela Gally for providing the fungal isolates and Victoria Di Stefano, Olivia Morris Hanon and Dr. Raúl Itria for their assistance in this project and comments on the manuscript.

BIBLIOGRAPHY

- ANDERSON, D. W. & R. L. NICHOLSON. 1996. Characterization of laccase in the conidial mucilage of *Colletotrichum graminicola*. *Mycologia* 88: 996-1002. <https://doi.org/10.2307/3761063>
- ARMESTO, C., F. G. M. MAIA, F. P. MONTEIRO & M. S. ABREU. 2019. Exoenzymes as a pathogenicity factor for *Colletotrichum gloeosporioides* associated with coffee plants. *Summa Phytopathol.* 45: 368-373. <https://doi.org/10.1590/0100-5405/191071>
- BEBBER, D. P. & S. J. GURR. 2015. Crop-destroying fungal and oomycete pathogens challenge food security. *Fungal Genet. Biol.* 74: 62-64. <https://doi.org/10.1016/j.fgb.2014.10.012>
- BELISÁRIO, R., A. E. ROBERTSON & L. J. VAILLANCOURT. 2022. Maize anthracnose stalk rot in the genomic era. *Plant Dis.* 106: 2281-2298. <https://doi.org/10.1094/PDIS-10-21-2147-FE>
- DA COSTA, R. V., L. V. COTA, D. D. DA SILVA, D. F. PARREIRA, ... & J. E. F. FIGUEIREDO. 2014. Races of *Colletotrichum graminicola* pathogenic to maize in Brazil. *Crop Prot.* 56: 44-49. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2013.10.005>
- DEAN, R., J. A. L. VAN KAN, Z. A. PRETORIUS, K. E. HAMMOND-KOSACK, ... & G. D. FOSTER. 2012. The top 10 fungal pathogens in molecular plant pathology. *Mol. Plant Pathol.* 13: 414-430. <https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2011.00783.x>
- DE ROSSI, R., F. GUERRA, M. C. PLAZA, E. VULETIC, ... & G. I. E. MAGNONE. 2016. Enfermedades del maíz en las últimas cinco campañas. In: *Actas resúmenes 34° Congreso Aapresid "Resiliar"*. Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa, Rosario.
- DÍAZ, C., R. DE ROSSI, L. COURETOT, M. SILLÓN, ... & V. GONZÁLEZ. 2012. Prevalencia y distribución de enfermedades del maíz en Argentina. In: *Anais do 29° Congresso Nacional de Milho e Sorgo*, pp. 26-30. Associação Brasileira de Milho e Sorgo, São Paulo.
- FERNÁNDEZ-VALIELA, M. V. 1979. *Introducción a la Fitopatología*. Vol IV. Hongos y Mycoplasmas. 3a Edición. Colección Científica INTA, Buenos Aires.
- GALHAUP, C., H. WAGNER & B. HINTERSTOISSER. 2002. Increased production of laccase by the wood-degrading basidiomycete *Trametes pubescens*. *Enzyme Microb. Technol.* 30: 529-536. [https://doi.org/10.1016/S0141-0229\(01\)00522-1](https://doi.org/10.1016/S0141-0229(01)00522-1)

- GARCIA-MACEIRA, F. I., A. DI PIETRO & M. I. G. RONCERO. 2000. Cloning and disruption of *pgx4* encoding an in planta expressed exopolygalacturonase from *Fusarium oxysporum*. *Mol. Plant Microbe Interact.* 13: 359-365. <https://doi.org/10.1094/MPMI.2000.13.4.359>
- GATICA, S. M., M. GALLY, M. CARMONA, A. M. RAMOS & L. I. FERREYRA. 2014. Diferenciación genética de aislamientos de *Colletotrichum graminicola* de la región pampeana mediante marcadores ISSR. In: PLOPER, L. D. (ed.), *Libro de Resúmenes del 3° Congreso Argentino de Fitopatología*, pp. 511. Asociación Argentina de Fitopatólogos, Córdoba.
- HAVE, A. T., W. MULDER, J. VISSER & J. A. VAN KAN. 1998. The endopolygalacturonase gene *Bepg1* is required for full virulence of *Botrytis cinerea*. *Mol. Plant Microbe Interact.* 11: 1009-1016. <https://doi.org/10.1094/mpmi.1998.11.10.1009>
- HUGOUVIEUX, V., S. CENTIS, C. LAFITTE & M. ESQUERRE-TUGAYE. 1997. Induction by (alpha)-L-arabinose and (alpha)-L-rhamnose of endopolygalacturonase gene expression in *Colletotrichum lindemuthianum*. *Appl. Environ. Microbiol.* 63: 2287-2292. <https://doi.org/10.1128/aem.63.6.2287-2292.1997>
- KIKOT, G. E., R. A. HOURS & T. M. ALCONADA. 2009. Contribution of cell wall degrading enzymes to pathogenesis of *Fusarium graminearum*: a review. *J. Basic Microbiol.* 49: 231-241. <https://doi.org/10.1002/jobm.200800231>
- KUBICEK C. P., T. L. STARR & N. L. GLASS. 2014. Plant cell wall-degrading enzymes and their secretion in plant-pathogenic fungi. *Annu. Rev. Phytopathol.* 52: 427-451. <https://doi.org/10.1146/annurev-phyto-102313-045831>
- LEVIN, L., A. M. RAMOS, M. PARISI & M. GALLY. 2007. Screening of *Colletotrichum* (Ascomycota) isolates, causal agents of soybean anthracnose, for laccase production. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 42: 71-77.
- LIU, C. Q., K. D. HU, T. T. LI, Y. YANG, ... & H. ZHANG. 2017. Polygalacturonase gene *pgxB* in *Aspergillus niger* is a virulence factor in apple fruit. *PLoS One* 12: e0173277. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0173277>
- LÓPEZ-PÉREZ, M., A. R. BALLESTER & L. GONZÁLEZ-CANDELAS. 2015. Identification and functional analysis of *Penicillium digitatum* genes putatively involved in virulence towards citrus fruit. *Mol. Plant Pathol.* 16: 262-275. <https://doi.org/10.1111/mpp.12179>
- MA, H., B. ZHANG, Y. GAI, X. SUN, ... & H. LI. 2019. Cell-wall-degrading enzymes required for virulence in the host selective toxin-producing necrotroph *Alternaria alternata* of citrus. *Front. Microbiol.* 10: 2514. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.02514>
- MÜNCH, S., U. LINGNER, D. S. FLOSS, N. LUDWIG, ... & H. B. DEISING. 2008. The hemibiotrophic lifestyle of *Colletotrichum* species. *J. Plant Physiol.* 165: 41-51. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2007.06.008>
- PACCANARO, M. C., L. SELLA, C. CASTIGLIONI, F. GIACOMELLO, ... & F. FAVARON. 2017. Synergistic effect of different plant cell wall-degrading enzymes is important for virulence of *Fusarium graminearum*. *Mol. Plant Microbe Interact.* 30: 886-895. <https://doi.org/10.1094/MPMI-07-17-0179-R>
- PASZCZYNSKI, A. & R. L. CRAWFORD. 1991. Degradation of azo compounds by ligninase from *Phanerochaete chrysosporium*: Involvement of veratryl alcohol. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 178: 1056-1063. [https://doi.org/10.1016/0006-291X\(91\)90999-N](https://doi.org/10.1016/0006-291X(91)90999-N)
- RAMOS, A. M., M. GALLY, M. C. GARCÍA & L. LEVIN. 2010. Pectinolytic enzyme production by *Colletotrichum truncatum*, causal agent of soybean anthracnose. *Rev. Iberoam. Micol.* 27: 186-190. <https://doi.org/10.1016/j.riam.2010.06.002>
- RAMOS, A. M., M. GALLY, G. SZAPIRO, T. ITZCOVICH, ... & L. LEVIN. 2016. *In vitro* growth and cell wall degrading enzyme production by Argentinean isolates of *Macrophomina phaseolina*, the causative agent of charcoal rot in corn. *Rev. Argent. Microbiol.* 48: 267-273. <https://doi.org/10.1016/j.ram.2016.06.002>
- REIGNAULT, P., O. VALETTE-COLLET & M. BOCCARA. 2008. The importance of fungal pectinolytic enzymes in plant invasion, host adaptability and symptom type. *Eur. J. Plant Pathol.* 120: 1-11. <https://doi.org/10.1007/s10658-007-9184-y>
- ROGERS, L. M., Y. K. KIM, W. GUO, L. GONZÁLEZ-CANDELAS, ... & P. E. KOLATTUKUDY. 2000. Requirement for either a host-or pectin-induced pectate lyase for infection of *Pisum sativum* by *Nectria haematococca*. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 97: 9813-9818. <https://doi.org/10.1073/pnas.160271497>

- SOMOGYI, M. J. 1952. Notes on sugar determination. *Biol. Chem.* 195: 19-23.
- SUKNO, S. A., V. M. GARCÍA, B. D. SHAW & M. R. THON. 2008. Root infection and systemic colonization of maize by *Colletotrichum graminicola*. *Appl. Environ. Microbiol.* 74: 823-832. <https://doi.org/10.1128/AEM.01165-07>
- TEN HAVE, A., K. B. TENBERGE, J. A. E. BENEN, P. TUDZYNSKI, ... & J. A. L. VAN KAN. 2002. The contribution of cell wall degrading enzymes to pathogenesis of fungal plant pathogens. In: KEMPKEN, F. (ed.), *The Mycota XI: Agricultural Applications*, pp. 341-358. Springer, Heidelberg.
- TORRES, M. F., N. GHAFARI, E. A. BUIATE, N. MOORE, ... & L. J. VAILLANCOURT. 2016. A *Colletotrichum graminicola* mutant deficient in the establishment of biotrophy reveals early transcriptional events in the maize anthracnose disease interaction. *BMC Genom.* 17: 202. <https://doi.org/10.1186/s12864-016-2546-0>
- VETCHINKINA, E., A. MESHCHEROV & V. GORSHKOV. 2022. Differential activity of the extracellular phenoloxidases in different isolates of the phytopathogenic fungus, *Microdochium nivale*. *J. Fungi* 8: 918. <https://doi.org/10.3390/jof8090918>.
- WANG, Y., J. WU, J. YAN, M. GUO, ... & Q. ZOU. 2022. Comparative genome analysis of plant ascomycete fungal pathogens with different lifestyles reveals distinctive virulence strategies. *BMC Genom.* 23: 34. <https://doi.org/10.1186/s12864-021-08165-1>
- WIJESUNDERA, R. L. C., J. A. BAILEY, R. J. W. BYRDE & A. H. FIELDING. 1989. Cell wall degrading enzymes of *Colletotrichum lindemuthianum*: their role in the development of bean anthracnose. *Physiol. Mol. Plant Pathol.* 34: 403-413. [https://doi.org/10.1016/0885-5765\(89\)90067-2](https://doi.org/10.1016/0885-5765(89)90067-2)
- WOOD, T. M. & K. M. BHAT. 1988. Methods for measuring cellulase activities. *Methods Enzymol.* 160: 87-112. [https://doi.org/10.1016/0076-6879\(88\)60109-1](https://doi.org/10.1016/0076-6879(88)60109-1)



CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO DE LAS BRIÓFITAS (BRYOPHYTA) EN EL VALLE DE INUNDACIÓN DEL RÍO PARANÁ EN SU TRAMO MEDIO (SANTA FE, ARGENTINA)

CONTRIBUTION TO THE KNOWLEDGE OF BRYOPHYTES (BRYOPHYTA) IN THE FLOOD VALLEY OF THE PARANÁ RIVER IN ITS MIDDLE STRETCH (SANTA FE, ARGENTINA)

Denise J. Alvarez^{1*}, Andrea B. Villalba² & Guillermo M. Suárez^{1,3}


1. Unidad Ejecutora Lillo (CONICET-Fundación Miguel Lillo), Miguel Lillo 251, San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina
2. Departamento de Ciencias Naturales, Facultad de Humanidades y Ciencias, Universidad Nacional del Litoral, Pje. El Pozo, Santa Fe, Argentina
3. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán, Miguel Lillo 205, San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina

*denise-alvarez15@hotmail.com

Citar este artículo

ALVAREZ, D. J., A. B. VILLALBA & G. M. SUÁREZ. 2023. Contribución al conocimiento de las briófitas (Bryophyta) en el valle de inundación del río Paraná en su tramo medio (Santa Fe, Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 58: 195-213.

DOI: <https://doi.org/10.31055/1851.2372.v58.n2.38909>

Recibido: 12 Oct 2022
Aceptado: 27 Mar 2023
Publicado en línea: 1 Jun 2023
Publicado impreso: 30 Jun 2023
Editor: Juan Larraín 

ISSN versión impresa 0373-580X
ISSN versión on-line 1851-2372

SUMMARY

Background and aims: Bryophytes are the second most diverse group of terrestrial plants, colonizing a wide variety of ecosystems and undertaking multiple functions in them. In this work, a list of bryophytes identified in the locality of Leyes stream (Santa Fe, Argentina) is disclosed with the objective of increasing the information about the species present in the province.

M&M: The study area was selected due to the fact that it is part of an area facing accelerated transformation. This implies a loss or an alteration of natural habitats, that in turn generate the disappearance of species, for which the implementation of conservation tasks is a priority. The specimens were collected during the months of September-November 2019-2021. The study of the samples was carried out following the conventional techniques for bryophytes and identified by using keys. Specimens were deposited at the herbarium of the Florentino Ameghino Provincial Museum of Natural Sciences (MFA).

Results: A total of 21 species belonging to 18 genera and 13 families were identified. *Amblystegium varium*, *Didymodon australasiae*, *Dimerodontium pellucidum*, *Forsstroemia coronata* and *Philonotis uncinata* represent new records for Santa Fe province.

Conclusions: Through this study, five new species are added to the bryophyte flora of Santa Fe, expanding its knowledge in the province.

KEY WORDS

Arroyo Leyes, diversity, moss, new records, South America.

RESUMEN

Introducción y objetivos: Las briófitas conforman el segundo grupo de plantas terrestres más diverso, colonizando una gran variedad de ecosistemas y cumpliendo múltiples funciones en el mismo. En este trabajo se da a conocer una lista de briófitas identificadas en la localidad de Arroyo Leyes (Santa Fe, Argentina), con el objetivo de incrementar la información acerca de las especies presentes en la provincia.

M&M: La selección del área de estudio se debió a que es parte de una zona en proceso de transformación acelerada, esto implica una pérdida o alteración de hábitats naturales que generan a su vez la desaparición de especies, por lo cual es prioritaria la realización de tareas de conservación. Los especímenes se colectaron durante los meses de septiembre-noviembre de 2019-2021. El análisis de las muestras se llevó a cabo siguiendo las técnicas convencionales para las briófitas y se realizó su identificación mediante el uso de claves. Los especímenes fueron depositados en el herbario del Museo Provincial de Ciencias Naturales Florentino Ameghino (MFA).

Resultados: Se identificaron un total de 21 especies pertenecientes a 18 géneros y 13 familias. *Amblystegium varium*, *Didymodon australasiae*, *Dimerodontium pellucidum*, *Forsstroemia coronata* y *Philonotis uncinata* representan nuevos registros para la provincia de Santa Fe.

Conclusiones: Se logra, mediante este estudio, la incorporación de cinco nuevas especies a la flora briofítica de Santa Fe, ampliando el conocimiento a nivel provincial.

PALABRAS CLAVE

América del Sur, Arroyo Leyes, diversidad, musgos, nuevos registros.

INTRODUCCIÓN

Las briófitas, comúnmente conocidas como “musgos”, comprenden uno de los grupos de plantas más numerosos en la Tierra. Se conocen aproximadamente unas 20.000 especies a nivel mundial, presentes en una gran variedad de ambientes, a excepción del mar (Stech & Quandt, 2010; Estébanez Pérez *et al.*, 2011). Cumplen diversos roles en el ecosistema siendo uno de los organismos pioneros en sitios susceptibles de colonización, reteniendo agua para luego liberarla lentamente en su entorno generando humedad en el ambiente, reduciendo la erosión del suelo y la pérdida de nutrientes, entre otras funciones (Estébanez Pérez *et al.*, 2011; Silva *et al.*, 2019).

Muchas especies presentan interés como indicadores biológicos, por ejemplo, para la detección de metales pesados en el ambiente o como indicadores de radiación UV, entre otras aplicaciones tanto del ámbito científico como también desde el punto de vista ético y cultural (Glime, 2007).

En Argentina, Matteri (2003) actualizó la lista de musgos publicada inicialmente por Kühnemann (1938), reuniendo un total de 990 especies distribuidas en 264 géneros. Posteriormente, se han realizado monografías de géneros y familias, arreglos nomenclaturales y publicado nuevos registros, incrementando así el conocimiento sobre la flora briofítica del país (Suárez & Schiavone, 2005, 2008, 2010, 2011; Suárez *et al.*, 2014, 2018, 2022; Colotti *et al.*, 2016, 2019; Colotti & Suárez, 2018, 2019; Jiménez *et al.*, 2019, 2020; Valdés *et al.*, 2021).

En la provincia de Santa Fe, el estudio de la diversidad de plantas se ha focalizado en el grupo de las vasculares, siendo muy pocos los trabajos vinculados a los musgos. Hasta hace dos años atrás, solo había registro de tres especies para la provincia (Piovano, 1954; Schiavone & Sarmiento, 1985); sin embargo, estudios recientes (Alvarez & Villalba, 2021; Filippa & Villalba, 2021; Alvarez *et al.*, 2023) incrementaron a 21 el número de musgos reconocidos para Santa Fe. Aun así, el estudio de la diversidad en la provincia sigue siendo limitado e incompleto.

El objetivo de este trabajo fue realizar un estudio sobre la diversidad taxonómica de las briófitas en la localidad de Arroyo Leyes, presentando una lista de musgos colectados en el área, donde se

mencionan nuevos registros para la provincia de Santa Fe. Las especies son brevemente descritas y las novedades ilustradas.

MATERIALES Y MÉTODOS

La elección del área de estudio obedece a que esta localidad ha experimentado un índice de variación poblacional intercensal del 88,4 %, y es parte de una zona en proceso de transformación acelerada que tiene como punto de referencia la urbanización sobre humedales (Visintini & Castro Diaz, 2018). Los hábitats naturales son alterados o destruidos durante los procesos de intervención humana, con el riesgo de pérdida local de especies, por lo que es prioritaria la realización de tareas de identificación y acciones de conservación. El sitio de estudio se encuentra en la localidad de Arroyo Leyes (31°34'16" S, 60°31'57" O) en la ruta provincial N°1, departamento La Capital, de la provincia de Santa Fe (Fig. 1). Geológica y estructuralmente corresponde a los dominios planos y homogéneos de la Cuenca Chacoparanaense (Chebli *et al.*, 1999), y constituye localmente el sector marginal oeste de la planicie aluvial del Río Paraná. Pertenece a la ecorregión Delta e islas del Paraná (Burkart *et al.*, 1999; Brown & Pacheco, 2006) y desde el punto de vista fitogeográfico, está ubicada en la Región Neotropical y en el Dominio Chaqueño (Cabrera, 1976); de acuerdo a la propuesta de unidades de vegetación realizada por Oyarzabal *et al.* (2018) pertenece a la Provincia Paranaense, unidad del Bosque Ribereño Subtropical, propia del valle de inundación del río Paraná. El clima característico de la región es del tipo subtropical húmedo, con una temperatura media anual de 17°C (UNL, 2021).

Los especímenes se estudiaron a partir de las muestras colectadas durante los meses de septiembre-noviembre de 2019-2021. El análisis de los ejemplares se realizó de acuerdo a las técnicas convencionales para el estudio de las briófitas (Frahm *et al.*, 2003; Vanderpoorten *et al.*, 2010; Delgadillo-Moya *et al.*, 2022). La identificación de las especies se realizó en el Laboratorio de Muestras (Facultad de Humanidades y Ciencias, UNL) utilizando lupa Leika EZ4HD, lupa MOTIC SMZ 168 y microscopio óptico NIKON Eclipse E200. Las plantas fueron identificadas utilizando las claves disponibles para los diferentes grupos encontrados en el área de estudio.

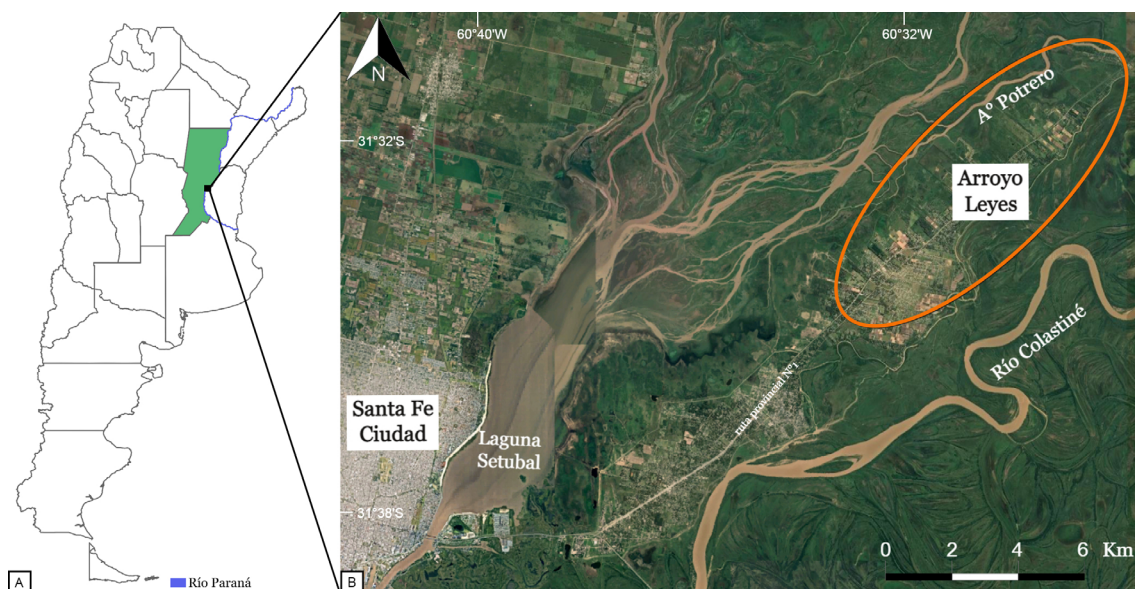


Fig. 1. Área de estudio asociada al Río Paraná. **A:** Provincia de Santa Fe, Argentina. **B:** Ubicación de la localidad Arroyo Leyes en el valle aluvial del Río Paraná, al Noreste de la ciudad de Santa Fe.

Los especímenes se incorporaron al herbario del Museo Provincial de Ciencias Naturales Florentino Ameghino (MFA, Santa Fe).

RESULTADOS

A partir de las muestras colectadas se identificaron 21 especies de musgos pertenecientes a 18 géneros y 13 familias. De las mismas, cinco corresponden a nuevas citas para la provincia de Santa Fe. A continuación, se muestra una lista de las especies identificadas en orden alfabético y la familia a la cual pertenecen entre corchetes, indicando características del lugar donde se encontraron. En el caso de las especies que comprenden nuevas citas para la provincia, se encuentran señaladas con un asterisco (*) y se acompañan por ilustraciones originales.

(*) **Amblystegium varium** (Hedw.) Lindb., *Musci Scandinavici* 32. 1879. [Amblystegiaceae]. Fig. 2.

Plantas amarillo verdosas, verde oscuras o verde brillantes, dispuestas en matas laxas o densas. Tallos reptantes, ramificados, de 5 cm de largo, 210-325 x 150-250 μ m en corte transversal, con 3-5

hileras de pequeñas células corticales con paredes engrosadas; cordón central presente, pequeño, bien desarrollado, hialodermis ausente; parafilios ausentes, pseudoparafilios foliosos, de 0,05-0,15 mm; rizoides lisos. Hojas dispuestas en tres o más filas, erectas a extendidas en estado húmedo o seco, altamente variables en tamaño y forma, lanceoladas, ovado-lanceoladas a ovadas, 1,0-1,2 x 0,2-0,35 mm, simétricas; ápice por lo general, gradualmente largo acuminado; márgenes enteros a ligeramente denticulados en el ápice; costa simple, subpercurrente, 26-48 μ m de ancho en la base. Células de la lámina media y apicales hexagonales, a veces corto romboidales en los márgenes, lisas, 31-62 x 9,5-12,0 μ m; células alares cuadradas, corto-oblongas u ocasionalmente algo elongadas, 24-35 x 11-14 μ m. Seta elongada, lisa, rojiza en la base y amarillo pálido hacia la parte superior, de 2,5-4,0 cm de longitud. Cápsula exerta, asimétrica, cilíndrica, inclinada u horizontal, ligeramente contraída debajo de la boca cuando está seca, de color amarillo-verdoso pálido en su madurez, de 1,2-3,0 mm de longitud. Peristoma doble, exostoma pardo amarillento, papiloso en el ápice y estriado en la base; membrana basal alta, de la misma longitud que el exostoma, perforada; cilios en grupos de 1-3. Opérculo corto-rostrado. Caliptra cuculada,

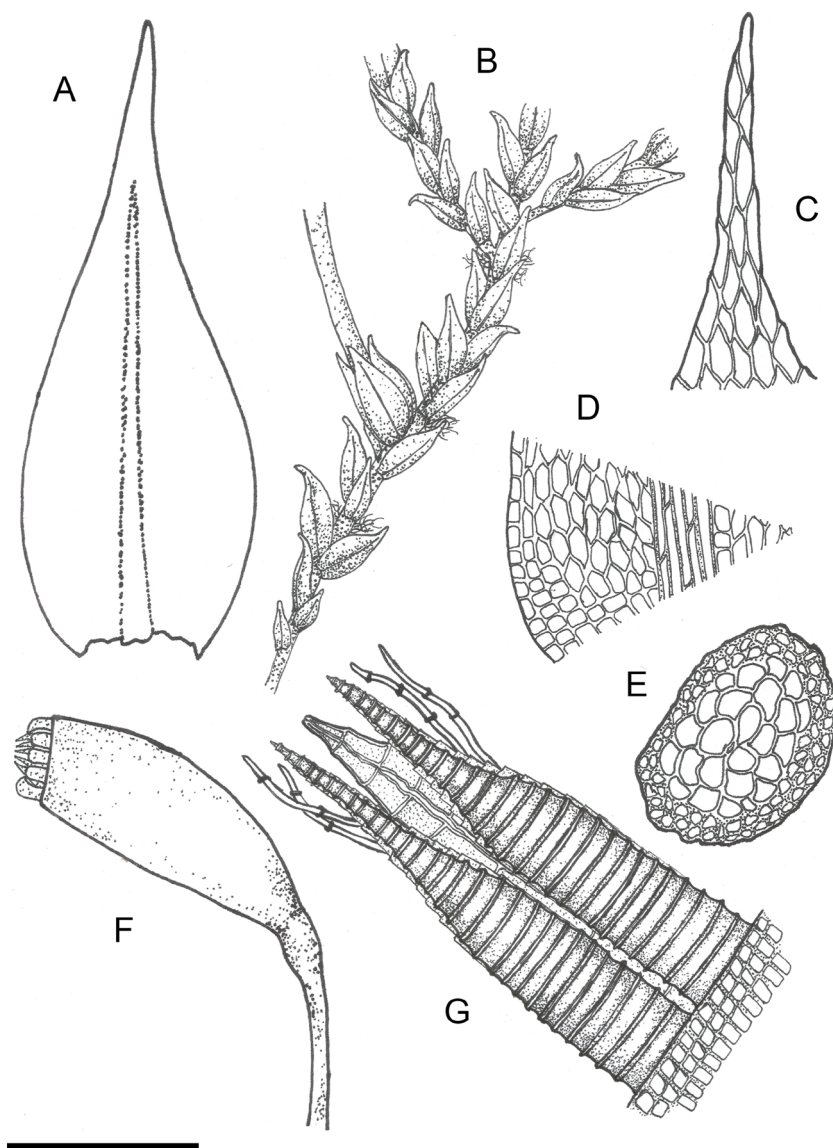


Fig. 2. *Amblystegium varium*. **A:** Hoja. **B:** Planta. **C:** Ápice de la hoja. **D:** Base de la hoja. **E:** Tallo en sección transversal. **F:** Cápsula. **G:** Dientes (exostoma y endostoma). Escalas = A: 0,28 mm; B: 2 mm; C: 180 μ m; D: 130 μ m; E, G: 260 μ m; F: 1.5 mm.

lisa. Esporas 10-20 μ m de diámetro, pardas a pardo amarillentas, finamente papilosas.

Distribución y hábitat. En Argentina está registrado para Buenos Aires (Williams, 1930; Valdés *et al.*, 2021), Islas Malvinas (Ochyra, 1998), Neuquén (Calabrese & Matteri, 1999), Tierra del

Fuego (Matteri & Schiavone, 1991; Ochyra, 1998) y Jujuy (Hedenäs, 2003). Es una especie que se localiza mayormente en la base de los árboles, suelos, humus y rocas de hábitats abiertos. Altamente variable, fácilmente confundida con *Amblystegium serpens* (Hedw.) Schimp. por su tamaño pequeño y con *Amblystegium kochii* Schimp. por su hábito y forma

de la hoja. Se encontró creciendo en suelo franco-arenoso, a la sombra de *Salix humboldtiana* Wild. y *Croton urucurana* Baill., dispuesta en un claro con vegetación herbácea baja, junto a *Haplocladium microphyllum* (Sw. ex Hedw.) Broth.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Santa Fe: *Dpto. La Capital*, Santa Fe, Ruta Provincial N° 1, kilómetro 21,5, distrito Arroyo Leyes, 31°30'32"S 60°29'12"O, 17-I-2020, Alvarez 57 (MFA-B-B).

Bryum argenteum Hedw., *Sp. Musc. Frond.* 181-182. 1801. [Bryaceae].

Plantas verde plateadas, pequeñas, gregarias o en matas densas. Tallos juláceos redondeados, ocasionalmente gemiformes, de 0,5-1,0 cm de largo, 420-570 x 410-565 µm en corte transversal; cordón central ausente, hialodermis ausente; rizoides lisos. Hojas dispuestas en tres o más filas, erecto-adpresas en seco y erectas en húmedo, ovado-lanceoladas, a veces cóncavas, 0,67-0,9 x 0,3-0,5 mm; ápice redondeado a agudo, la región apical de la hoja es hialina (1/4-1/3 de la misma); márgenes generalmente planos; costa simple, poco marcada, 19-30 µm de ancho en la base. Células del ápice y la lámina largo-hexagonales, lisas, 70-85 x 9,6-17,0 µm, células de la base cuadradas a corto-rectangulares, 24-48 x 11-14 µm. Yemas axilares pequeñas. Seta parda a parda rojiza, de 1-2 cm de longitud. Cápsula exerta, péndula, rojiza cuando joven a pardo rojiza o rojizo oscura en la madurez, ovada, de 2-3 mm de longitud. Peristoma doble, inserto debajo de la boca, exostoma hialino en el ápice, pardo anaranjado hacia la base, trabeculado; endostoma tan largo como el exostoma, amarillento; cilios 2-3, largos, fuertemente papilosos. Opérculo ligeramente cónico a cónico-convexo. Caliptra cuculada, lisa. Esporas 8-15 µm de diámetro, amarillentas, lisas.

Distribución y hábitat. En Argentina está registrado para Córdoba, Corrientes (Von Huebschmann, 1986), Chubut (Rovere & Calabrese, 2011), Islas Malvinas (Matteri, 1986), Misiones (Hosseus, 1940), Santa Cruz (Bartram, 1952; Matteri, 1985), Santa Fe (Filippa & Villalba, 2021), Tierra del Fuego (Matteri & Schiavone, 1991) y Tucumán (Biasuso & Hladki, 2011). Se encontró creciendo en suelo franco-arenoso, a la sombra de *Salix humboldtiana* y *Croton urucurana*, dispuesta en un claro con vegetación herbácea baja, junto a *Fissidens crispus* Mont.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Santa Fe: *Dpto. La Capital*, Santa Fe, Ruta Provincial N° 1, kilómetro 21,5, distrito Arroyo Leyes, 31°30'31.3"S 60°29'12.3"O, 17-I-2020, Alvarez 58 (MFA-B-B).

(*) **Didymodon australasiae** (Hook. & Grev.) R.H. Zander, *Phytologia* 41: 21. 1978. [Pottiaceae]. Fig. 3.

Plantas verdes a verde oscuras, dispuestas en céspedes compactos. Tallos simples a ramificados, 0,1-1,0 cm de largo, 290-340 x 185-250 µm en corte transversal; cordón central presente, hialodermis ausente, ocasionalmente presente en forma irregular; rizoides lisos. Yemas rizoidales pardas, multicelulares, redondeadas a alargadas, lisas. Hojas dispuestas en tres o más filas, crispadas a retorcidas en seco y erecto-patentes a extendidas en húmedo, de forma variable, ovadas, triangulares, oblongo-lanceoladas a lanceoladas, 1,0-2,8 x 0,2-0,55 mm; lámina uniestratosa en la región basal e irregularmente biestratosas en los márgenes del tercio superior de la lámina; ápice redondeado o agudo, ocasionalmente cuculado; márgenes enteros; costa simple, subpercurrente o percurrente, 35-125 µm de ancho en la base. Células del ápice y la región media redondeadas, subcuadradas o corto-rectangulares, 5,0-17,5 x 4,8-14 µm, generalmente lisas, células basales hialinas, cuadradas a rectangulares, 10-60 x 7,5-20,0 µm, lisas. Seta erecta, pardo rojiza a amarillenta, 0,5-2,0 cm de longitud. Cápsula exerta, cilíndrica a elíptica, erecta, pardo a pardo rojiza, 0,9-2,0 x 0,3-0,7 mm. Peristoma simple, formado por 32 dientes filiformes y papilosos, retorcidos, de 250-850 µm de largo. Opérculo largo-rostrado. Caliptra lisa, cuculada. Esporas 7,5-15,0 µm de diámetro, verde amarillentas a pardas, papilosas.

Distribución y hábitat. En Argentina está registrado para Tucumán (Bartram, 1965). Se encontró creciendo en suelo franco-arenoso, en un zanjón con escasa vegetación herbácea, mayormente al sol, junto a *Haplocladium microphyllum* y *Philonotis uncinata* (Schwägr.) Brid.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Santa Fe: *Dpto. La Capital*, Santa Fe, Calle 19, Arroyo Leyes, 31°34'22.8"S 60°31'25.9"O, 9-XI-2019, Alvarez 74 (MFA-B-B).

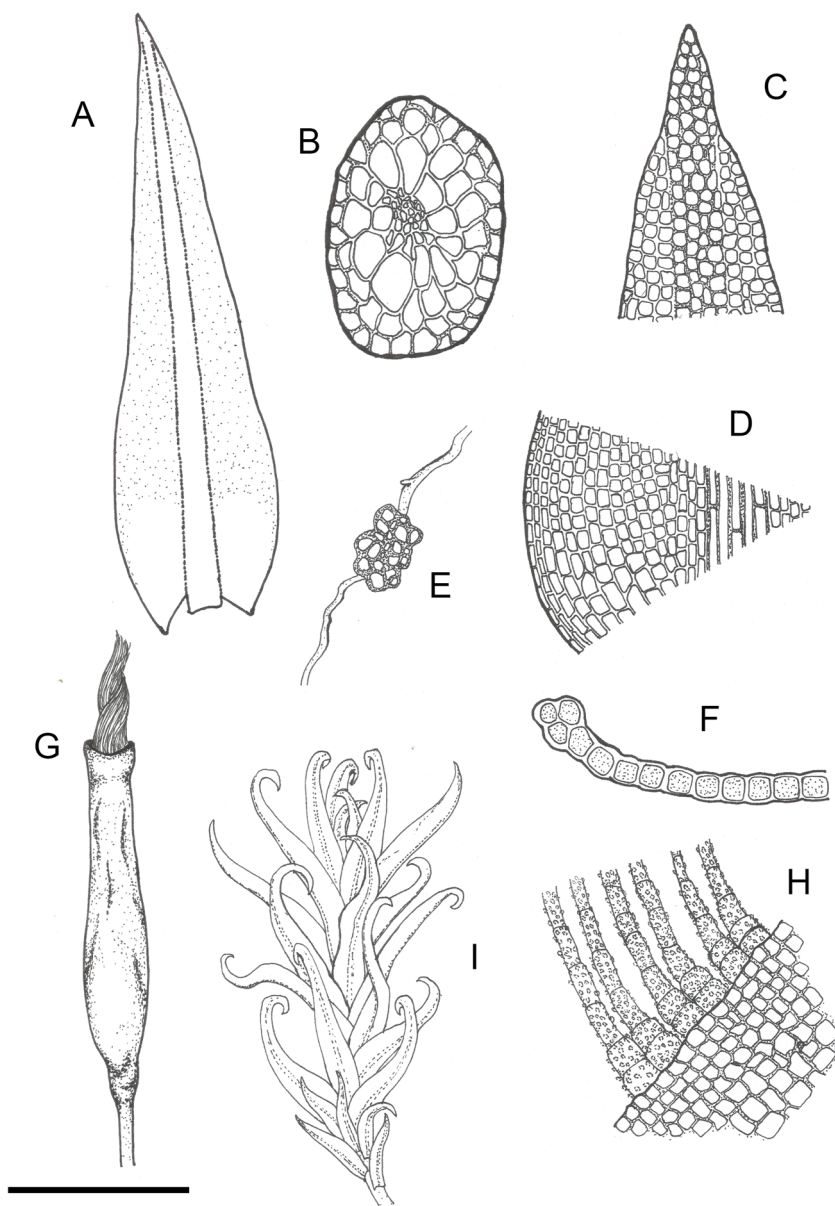


Fig. 3. *Didymodon australasiae*. **A:** Hoja. **B:** Tallo en sección transversal. **C:** Ápice de la hoja. **D:** Base de la hoja. **E:** Yema rizoidal. **F:** Hoja en sección transversal. **G:** Cápsula. **H:** Dientes. **I:** Planta. Escalas = A: 0,5 mm; B: 214 μ m; C, E: 150 μ m; D: 260 μ m; F: 70 μ m; G: 1,2 mm; H: 96 μ m; I: 2,3 mm.

Dimerodontium balansae Müll. Hal., *Mém. Soc. Sci. Nat. Math. Cherbourg* 21: 267. 1877. [Fabroniaceae]. Fig. 4.

Para descripción de la especie remitirse al artículo de Alvarez & Villalba (2021).

Distribución y hábitat. En Argentina está registrado para Chaco, Corrientes, Formosa, Misiones (Drehwald, 1995), Buenos Aires, Córdoba, Entre Ríos, Mendoza, Tucumán (Cámara & Magill, 2009), Santiago del Estero (Jimenez *et al.*, 2020) y Santa Fe (Alvarez & Villalba, 2021).

Se encontró creciendo en la corteza de *Salix humboldtiana* y *Erythrina crista-galli* L., tanto a la sombra como al sol, junto a *Dimerodontium mendozense* Mitt., *Fabronia ciliaris* (Brid.) Brid., *Sematophyllum subpinnatum* (Brid.) E. G. Britton y *S. subsimplex* (Hedw.) Mitt., orientado hacia el NE, S y SE, desde una altura mínima de 16 cm.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Santa Fe: *Dpto. La Capital*, Santa Fe, Ruta Provincial N° 1, kilómetro 21,5, distrito Arroyo Leyes, 31°30'31"S 60°28'36"O, 14-IX-2019, Alvarez 62 (MFA-B-B); 31°30'32.7"S 60°28'39.2"O, 9-XI-2019, Alvarez 82 (MFA-B-B); 31°30'33"S 60°29'11"O, 17-I-2020, Alvarez 83 (MFA-B-B).

Dimerodontium mendozense Mitt., *J. Linn. Soc., Bot.* 12: 541. 1869. [Fabroniaceae]. Fig. 4.

Para descripción de la especie remitirse al artículo de Alvarez & Villalba (2021).

Distribución y hábitat. En Argentina está registrado para Córdoba (Mitten, 1869; Hosseus, 1937, 1938; Cámara & Magill, 2009), Corrientes (Herzog, 1952; Cámara & Magill, 2009), Entre Ríos, Tucumán (Cámara & Magill, 2009), Mendoza (Mitten, 1869), Misiones (Herzog, 1952; Cámara & Magill, 2009) y Santa Fe (Alvarez & Villalba, 2021). Se encontró creciendo en la corteza de *Salix humboldtiana* y *Erythrina crista-galli*, tanto a la sombra como al sol, junto a *Dimerodontium balansae*, *Fabronia ciliaris*, *Sematophyllum subpinnatum* y *S. subsimplex*, orientado hacia el S y SE, desde una altura mínima de 38 cm.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Santa Fe: *Dpto. La Capital*, Santa Fe, Ruta Provincial N° 1, kilómetro 21,5, distrito Arroyo Leyes, 31°30'32"S 60°28'36.8"O, 14-IX-2019, Alvarez 63 (MFA-B-B); 31°30'28"S 60°29'08"O, 14-IX-2019, Alvarez 84 (MFA-B-B).

(*) ***Dimerodontium pellucidum*** (Schwägr.) Mitt., *J. Linn. Soc. Bot.* 12: 540. 1869. [Fabroniaceae]. Fig. 4.

Plantas verde oscuras, pequeñas, dispuestas en matas. Tallos ramificados irregularmente, 0,4-2,3 cm

de largo, 160-240 x 132-195 µm en corte transversal; cordón central ausente, hialodermis ausente; rizoides lisos. Parafilios ausentes; pseudoparafilios foliosos. Hojas dispuestas en tres o más filas, imbricadas en seco y erecto-extendidas en húmedo, orbiculares a ovadas, 0,55-1,3 x 0,4-0,8 mm, base cordada, ápice generalmente apiculado; márgenes enteros; costa simple, subpercurrente o percurrente, 60-80 µm de ancho, células de la superficie dorsal lineares, en la mayoría de las hojas la costa se expande distalmente. Células del ápice y la lámina media ovadas a rómbicas, lisas, 14-27 x 7,2-9,6 µm, células alares cuadrado-redondeadas a corto-rectangulares, 7,5-12,0 x 12-20 µm. Seta lisa, 3,2-5,4 mm de longitud, retorciéndose en la región distal cuando se seca. Cápsula exerta, erecta, lisa, ovoide cilíndrica, pardo clara cuando maduran. Peristoma simple, 16 dientes dispuestos en ocho pares que se unen en la región apical, insertos debajo de la boca, papilosos en el ápice y estriados hacia la base. Opérculo cónico; anillo poco desarrollado. Caliptra cuculada, lisa. Esporas 20-25 µm de diámetro, pardas a pardo amarillentas, rugosas.

Distribución y hábitat. En Argentina está registrado para las provincias de Buenos Aires, Córdoba, Corrientes (Cámara & Magill, 2009), Entre Ríos y Mendoza (Mitten, 1869; Cámara & Magill, 2009). Epífita reptante, se encontró creciendo en la corteza de *Erythrina crista-galli* y *Salix humboldtiana*, en área sombreada junto a *Dimerodontium balansae* y *Fabronia ciliaris*, orientada hacia el SE, desde una altura mínima de 87 cm.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Santa Fe: *Dpto. La Capital*, Santa Fe, Ruta Provincial N° 1, kilómetro 21,5, distrito Arroyo Leyes, 31°30'32.2"S 60°28'38.6"O, 9-XI-2019, Alvarez 64 (MFA-B-B).

Fabronia ciliaris (Brid.) Brid., *Bryol. Univ.* 2: 171. 1827. [Fabroniaceae].

Para descripción de la especie remitirse al artículo de Alvarez & Villalba (2021).

Distribución y hábitat. En Argentina está registrado para las provincias de Buenos Aires

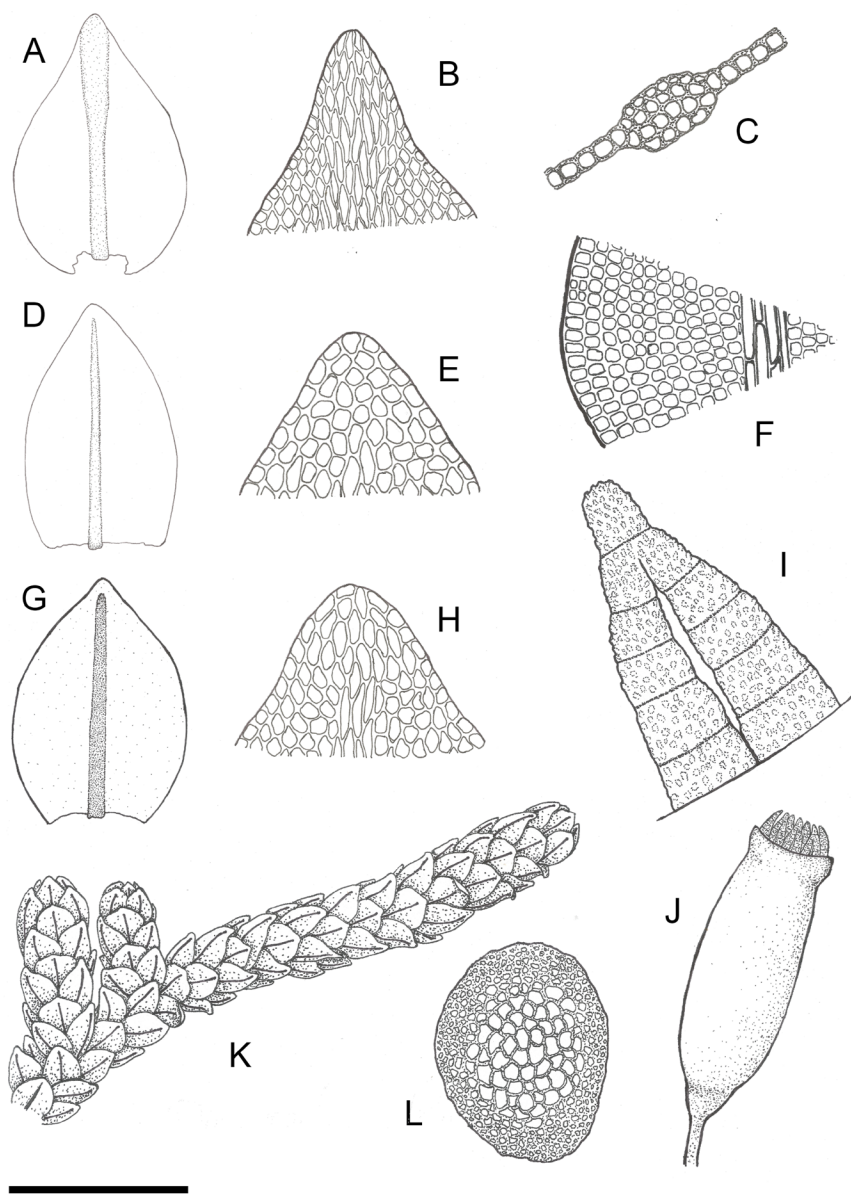


Fig. 4. A-C. *Dimerodontium pellucidum*. A: Hoja. B: Ápice de la hoja. C: Ápice de la hoja en sección transversal. D-E. *Dimerodontium mendozense*. D: Hoja. E: Ápice de la hoja. F-L. *Dimerodontium balansae*. F: Base de la hoja. G: Hoja. H: Ápice de la hoja. I: Dientes. J: Cápsula. K: Planta. L: Tallo en sección transversal. Escalas = A, G: 0,7 mm; B: 138 μ m; C, E: 85 μ m; D: 0.36 mm; F, H: 160 μ m; I: 128 μ m; J: 1 mm; K: 5 mm; L: 160 μ m.

(Drehwald & Reiner-Drehwald, 1996), Chaco (Drehwald, 1995), Corrientes, Jujuy (Herzog, 1952), Córdoba (Williams, 1930; Hosseus, 1937), Misiones (Drehwald, 1995), Salta (Herzog, 1952), Santa Cruz (Matteri, 1985), Tucumán (Herzog, 1952; Torres *et al.*, 2015), Santiago del Estero

(Jimenez *et al.*, 2020) y Santa Fe (Alvarez & Villalba, 2021). Se encontró creciendo en la corteza de *Salix humboldtiana* y *Erythrina cristagalli*, tanto a la sombra como al sol directo (aunque no por largos periodos), junto a *Dimerodontium balansae*, *D. mendozense*, *Sematophyllum*

subpinnatum, *S. subsimplex* y *Venturiella glaziovii* (Hampe) Pursell, orientada hacia el S y SE, desde una altura mínima de 5 cm.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Santa Fe: *Dpto. La Capital*, Santa Fe, Ruta Provincial N° 1, kilómetro 21,5, distrito Arroyo Leyes, 31°30'31"S 60°28'35"O, 9-XI-2019, Alvarez 65 (MFA-B-B). 31°30'33"S 60°29'11"O, 17-I-2020, Alvarez 85 (MFA-B-B). 31°30'26"S 60°28'55"O, 9-X-2021, Alvarez 86 (MFA-B-B).

Fissidens crispus Mont., *Ann. Sci. Nat., Bot.*, sér. 2, 9: 57. 1838. [Fissidentaceae].

Para descripción de la especie remitirse al artículo de Alvarez & Villalba (2021).

Distribución y hábitat. En Argentina está registrado para las provincias de Corrientes (Montagne, 1838; Drehwald, 1996), Misiones (Von Huebschmann, 1986; Drehwald, 1996), Tucumán (Bartram, 1965; Pursell, 1994) y Santa Fe (Alvarez & Villalba, 2021; Filippa & Villalba, 2021). Se encontró creciendo en suelo franco-arenoso, a la sombra de *Salix humboldtiana*, dispuesta en un claro con vegetación herbácea baja.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Santa Fe: *Dpto. La Capital*, Santa Fe, Ruta Provincial N° 1, kilómetro 21,5, distrito Arroyo Leyes, 31°30'31.3"S 60°29'12.3"O, 9-XI-2019, Alvarez 66 (MFA-B-B).

(*) **Forsstroemia coronata** (Mont.) Paris, *Index Bryol.* 498. 1895. [Leucodontaceae]. Fig. 5.

Plantas verdes a verde oscuras, dispuestas en matas. Tallos primarios reptantes y secundarios erectos o algo curvos, usualmente juláceos, 0,8-3,0 cm de largo, 240-280 x 190-220 µm en corte transversal; cordón central ausente, hialodermis ausente; rizoides lisos. Hojas dispuestas en tres o más filas, adpresas en seco y erecto-extendidas en húmedo, oblongo-ovadas a fuertemente ovadas, 0,94-1,82 x 0,5-1,16 mm; ápice agudo a corto acuminado; costa simple, usualmente furcada en el

ápice, extendiéndose 36-88% de la hoja, 57-64 µm de ancho en la base. Células del ápice isodiamétricas a romboidales, lisas, 14-32 x 7-12 µm, células alares cuadrado-redondeadas a rectangulares 10-18 x 9,0-17,5 µm. Seta pardo rojiza, 1,3-2,1 mm. Cápsula emergente o exerta, erecta y simétrica, cilíndrica, 1,4-2,0 mm de longitud. Peristoma simple, exostoma liso a rugoso. Opérculo cónico, erecto a más usualmente oblicuamente rostrado. Caliptra campanulada, pilosa. Esporas 15-35 µm de diámetro, pardas, papilosas.

Distribución y hábitat. En Argentina está registrado para Buenos Aires (Kühnemann, 1944; Stark, 1987), Catamarca (Fuertes *et al.*, 2015), Chaco, Corrientes (Von Huebschmann, 1986; Drehwald, 1995), Entre Ríos (Kühnemann, 1944; Stark, 1987), Formosa (Stark, 1987), Jujuy (Kühnemann, 1944; Fuertes *et al.*, 2015), Misiones (Herzog, 1952; Stark, 1987; Drehwald, 1995), Salta (Brotherus, 1918; Kühnemann, 1944; Herzog, 1952; Stark, 1987; Fuertes *et al.*, 2015) y Tucumán (Kühnemann, 1944; Herzog, 1952; Stark, 1987). Epífita reptante, ascendente, se encontró creciendo en la corteza de *Erythrina crista-galli*, a la sombra, junto a *Sematophyllum subsimplex*, *Fabronia ciliaris*, *Dimerodontium balansae* y *Tortella humilis* (Hedw.) Jenn. orientada hacia el NE y extendiéndose desde una altura mínima de 2 m.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Santa Fe: *Dpto. La Capital*, Santa Fe, Ruta Provincial N° 1, kilómetro 21,5, distrito Arroyo Leyes, 31°30'32"S 60°28'38"O, 27-XI-2021, Alvarez 69 (MFA-B-B). San José del Rincón, calle Santa Rosa y Los Caracoles, 31°35'42.11"S 60°33'51.95"O, 17-I-2020, Alvarez 70 (MFA-B-B).

Funaria hygrometrica Hedw., *Sp. Musc. Frond.* 172. 1801. [Funariaceae].

Plantas verde claras a amarillentas, dispuestas en céspedes laxos. Tallos erectos, 0,35-1,4 cm de largo, 240-305 x 220-290 µm en corte transversal; cordón central presente, hialodermis ausente; rizoides lisos. Hojas dispuestas en tres o más filas, contortas en seco y erecto-extendidas en húmedo, cóncavas, oblongo-ovadas a obovadas, 2,7-4,0 x

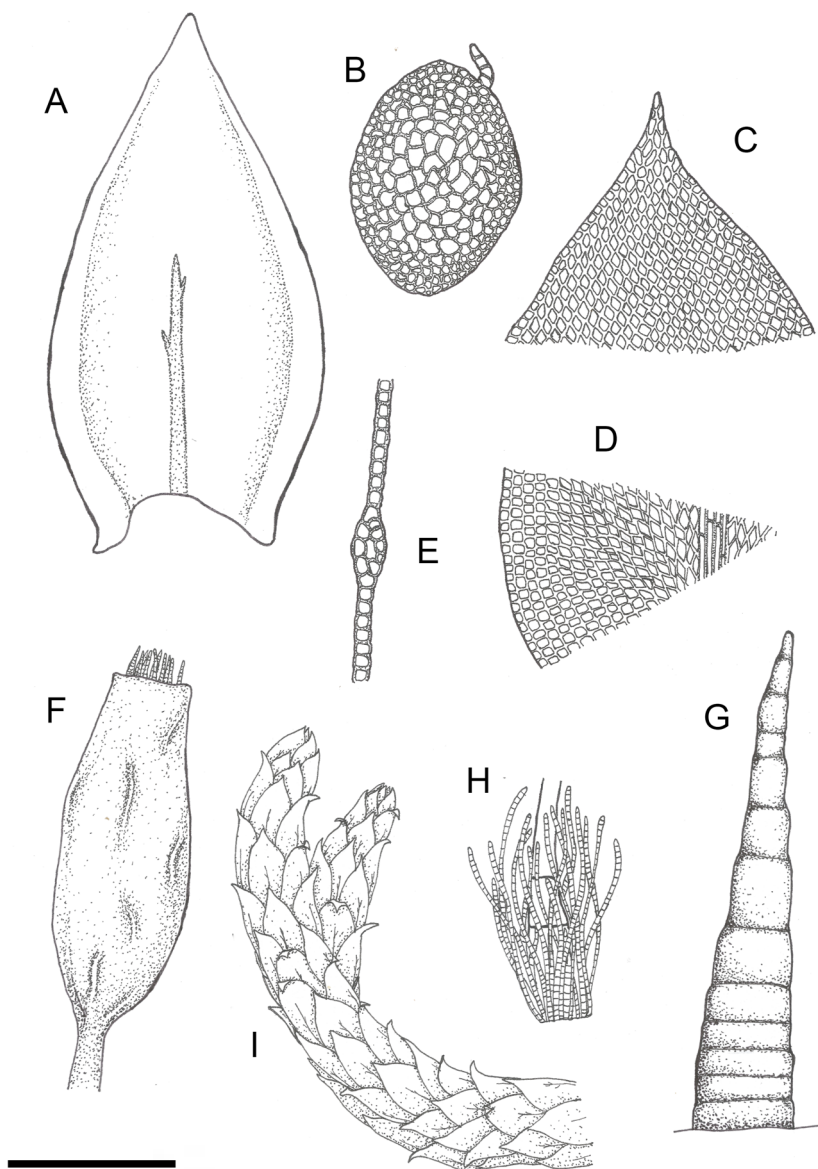


Fig. 5. *Forsstroemia coronata*. **A:** Hoja. **B:** Tallo en sección transversal. **C:** Ápice de la hoja. **D:** Base de la hoja. **E:** Hoja en sección transversal. **F:** Cápsula. **G:** Diente. **H:** Base pilosa de la seta. **I:** Planta. Escalas = A: 0,5 mm; B: 195 μ m; C, E: 168 μ m; D: 224 μ m; F: 0,85 mm; G: 65 μ m; H: 1,3 mm; I: 3,7 mm.

1,5-1,8 mm; ápice apiculado a corto-acuminado; márgenes serrulados en la mitad superior; costa simple, subpercurrente a corto-excurrente, 74-85 μ m de ancho en la base. Células del ápice hexagonales u oblongo-hexagonales, lisas, 45-72 x 24,0-31,5 μ m, células basales oblongas y largas, 119-190 x 37-49 μ m. Seta larga y flexuosa, de coloración

pardo amarillenta, 2-4 cm de longitud. Cápsula exerta, asimétrica, piriforme, generalmente curvada, péndula, sulcada, fuertemente oblicua en la boca. Peristoma doble, exostoma con dientes papilosos en el ápice y estriado papilosos en la base, los ápices se fusionan entre si formando un disco central; segmentos del endostoma lanceolados, alrededor

de $\frac{2}{3}$ de la longitud del exostoma, amarillo-pálidos, ligeramente estriado papilosos. Opérculo convexo. Caliptra cuculada, lisa. Esporas 12-24 μm de diámetro, amarillentas, lisas.

Distribución y hábitat. En Argentina está registrado para Buenos Aires (Williams, 1930), Chubut (Cardot & Brotherus, 1923), Córdoba (Hosseus, 1938; Piovano, 1954), Corrientes (Von Huebschmann, 1986), Islas Malvinas (Matter, 1986), Jujuy (Brotherus, 1918), Misiones (Von Huebschmann, 1986), Río Negro (Herzog, 1940), Salta (Von Huebschmann, 1986), Santa Fe (Piovano, 1954; Filippa & Villalba, 2021) y Tierra del Fuego (Matter & Schiavone, 1991). Se encontró creciendo en suelo franco-arenoso, desnudo, con vegetación herbácea baja, tanto a la sombra como al sol directo.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Santa Fe: *Dpto. La Capital*, Santa Fe, Ruta Provincial N° 1, kilómetro 21,5, distrito Arroyo Leyes, 31°30'31.8"S 60°28'41.2"O, 14-IX-2019, Alvarez 67 (MFA-B-B).

Haplocladium microphyllum (Sw. ex Hedw.) Broth., *Nat. Pflanzenfam.* 1(3): 1007. 1907. [Thuidiaceae].

Para descripción de la especie remitirse al artículo de Alvarez & Villalba (2021).

Distribución y hábitat. En Argentina está registrado para Buenos Aires (Reiniers, 1937; Gier, 1980), Chaco (Drehwald, 1995), Corrientes (Von Huebschmann, 1986; Drehwald, 1995, 1996), Formosa (Herzog, 1952), Jujuy (Brotherus, 1918), Misiones (Hosseus, 1940; Herzog, 1952, Von Huebschmann, 1986; Drehwald, 1995, 1996), Salta (Herzog, 1952) y Santa Fe (Alvarez & Villalba, 2021; Filippa & Villalba, 2021). Se encontró creciendo en suelo franco-arenoso, a la sombra de *Salix humboldtiana* y *Croton urucurana*, dispuesta junto a *Amblystegium varium*.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Santa Fe: *Dpto. La Capital*, Santa Fe, Ruta Provincial N° 1, kilómetro 21,5, distrito Arroyo Leyes, 31°30'31.8"S 60°29'12.4"O, 17-I-2020, Alvarez 78 (MFA-B-B).

Orthotrichum diaphanum var. **podocarpi** (Müll. Hal.) Lewinsky, *Lindbergia* 10: 72. 1984[1985]. [Orthotrichaceae].

Para descripción de la especie remitirse al artículo de Alvarez & Villalba (2021).

Distribución y hábitat. En Argentina está registrado para Buenos Aires (Drehwald & Reiner-Drehwald, 1996), Córdoba, Tucumán (Lewinsky, 1984) y Santa Fe (Alvarez & Villalba, 2021). Se encontró creciendo en la corteza de *Salix humboldtiana* y *Erythrina crista-galli*, a la sombra, en troncos inclinados, desde una altura mínima de 182 cm.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Santa Fe: *Dpto. La Capital*, Santa Fe, Ruta Provincial N° 1, kilómetro 21,5, distrito Arroyo Leyes, 31°30'28"S 60°29'08"O, 9-XI-2019, Alvarez 71 (MFA-B-B).

(*) **Philonotis uncinata** (Schwägr.) Brid., *Bryol. Univ.* 2: 22. 1827. [Bartramiaceae]. Fig. 6.

Plantas verde claras a verde amarillentas, medianas a pequeñas, dispuestas en mechones densos o laxos. Tallo erecto a inclinado, rojizo, 0,5-1,8 cm de largo, 150-250 x 132-187 μm en corte transversal; cordón central presente, hialodermis presente; rizoides ligeramente papilosos en la región basal. Hojas dispuestas en tres o más filas, erectas en seco y erecto-extendidas en húmedo, triangular-lanceoladas u oblongo-lanceoladas, 0,5-1,5 x 0,1-0,3 mm; ápice acuminado, agudo u obtuso; márgenes revolutos, doblemente serrados; costa subpercurrente a corto-excurrete, 32-44 μm de ancho en la base. Células papilosas, papilas dispuestas en el extremo distal, las del ápice corto a largo-rectangulares, laxas 42-63,5 x 4,8-7,2 μm , células de la base rectangulares de 21,6-34,0 x 9,6-14,0 μm . Seta pardo amarillenta a rojiza, de 1-2 cm de longitud. Cápsula exerta, inclinada a pendiente, 1-2 mm de longitud, globosa cuando inmadura, tornándose parda y estriada al madurar. Peristoma doble, exostoma anaranjado rojizo, triangular, superficie externa papilosa e interna lisa; endostoma casi tan largo como el exostoma, amarillento, ligeramente papiloso. Opérculo cónico

de 0,5 mm de longitud. Caliptra cuculada, lisa. Esporas 18-24 µm de diámetro, pardas a pardo amarillentas, reniformes, piladas.

Distribución y hábitat. En Argentina está registrado para Córdoba (Hosseus, 1938; Piovano, 1954), Corrientes y Misiones (Von Huebschmann, 1986). Se encontró creciendo en suelo franco-arenoso, en un zanjón, tanto al sol como a la sombra junto a *Haplocaldium microphyllum*, *Bryum argenteum* y *Didymodon australasiae*, orientado hacia el NE.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Santa Fe: *Dpto. La Capital*, Santa Fe, Calle 19, distrito Arroyo Leyes, 31°34'23"S 60°31'25.2"O, 9-XI-2019, Alvarez 59 (MFA-B-B).

Physcomitrium subsphaericum Schimp. ex C. Müll., *Syn. Musc. Frond.* 2: 544. 1851. [Funariaceae].

Plantas verde claras, pequeñas a medianas, dispuestas en céspedes laxos. Tallo erecto, 0,2-0,9 cm de largo, 231-300 x 220-285 µm en corte transversal; cordón central presente, hialodermis ausente; rizoides lisos. Hojas dispuestas en tres o más filas, retorcidas en seco y erecto-extendidas en húmedo, obovadas a oblongo-espátuladas, 2,0-3,4 x 0,7-2,0 mm; ápice corto acuminado; márgenes planos, enteros en la mitad inferior y serrados por una hilera de células estrechas y alargadas en la porción superior; costa simple, subpercurrente, en ciertas ocasiones percurrente, 15-24 µm de ancho en la base. Células del ápice oblongo-hexagonales, en ciertas ocasiones algo rectangulares a rómbicas, lisas, 24,0-62,4 x 19,2-62,0 µm, células de la base rectangulares, 72-99 x 28-36 µm. Seta pardo amarillenta a rojiza, de 3-10 mm de longitud. Cápsulas exertas, generalmente simétricas y erectas, globosas a piriformes, 0,7-2,0 mm de longitud, en la madurez presentan una coloración pardo rojiza. Peristoma ausente. Opérculo plano-convexo, rostrado; anillo formado por 1 o 2 hileras de células pequeñas y pardas. Caliptra cuculada, lisa. Esporas 25-34 µm de diámetro, pardo amarillentas a pardo oscuras, densamente papilosas.

Distribución y hábitat. En Argentina está registrado para Corrientes (Von Huebschmann, 1986), Entre

Ríos (Müller, 1879), Santa Fe (Filippa & Villalba, 2021) y Tucumán (Colotti & Suárez, 2022). Se encontró creciendo en suelo franco-arenoso, en área abierta con vegetación herbácea baja o ausente, tanto a la sombra como al sol directo, es la especie terrestre encontrada con mayor frecuencia.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Santa Fe: *Dpto. La Capital*, Santa Fe, Ruta Provincial N° 1, kilómetro 21,5, distrito Arroyo Leyes, 31°30'27"S 60°28'52"O, 9-XI-2019, Alvarez 68 (MFA-B-B). 31°30'32.3"S 60°28'37.6"O, 14-IX-2019, Alvarez 87 (MFA-B-B).

Sematophyllum subpinnatum (Brid.) E.G. Britton, *Bryologist* 21(2): 28. 1918. [Sematophyllaceae].

Para descripción de la especie remitirse al artículo de Alvarez & Villalba (2021).

Distribución y hábitat. En Argentina está registrado para Buenos Aires (Valdés *et al.*, 2021), Córdoba (Hosseus, 1938), Corrientes (Drehwald, 1995), Misiones (Von Huebschmann, 1986; Drehwald, 1995, 1996) y Santa Fe (Alvarez & Villalba, 2021). Se encontró creciendo en la corteza de *Erythrina crista-galli*, a la sombra y al sol directo, junto a *Sematophyllum subsimplex*, *Dimerodontium balansae*, *D. mendozense*, *Fabronia ciliaris* y *Venturiella glaziovii*, orientado hacia el S y SE, desde una altura mínima de 48 cm.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Santa Fe: *Dpto. La Capital*, Santa Fe, Ruta Provincial N° 1, kilómetro 21,5, distrito Arroyo Leyes, 31°30'31.7"S 60°28'38.2"O, 14-IX-2019, Alvarez 75 (MFA-B-B); 31°30'32"S 60°28'37"O, 9-XI-2019, Alvarez 91 (MFA-B-B).

Sematophyllum subsimplex (Hedw.) Mitt., *J. Linn. Soc., Bot.* 12: 494. 1869. [Sematophyllaceae].

Para descripción de la especie remitirse al artículo de Alvarez & Villalba (2021).

Distribución y hábitat. En Argentina está registrado para Corrientes (Drehwald, 1995), Misiones (Drehwald, 1995, 1996) y Santa Fe

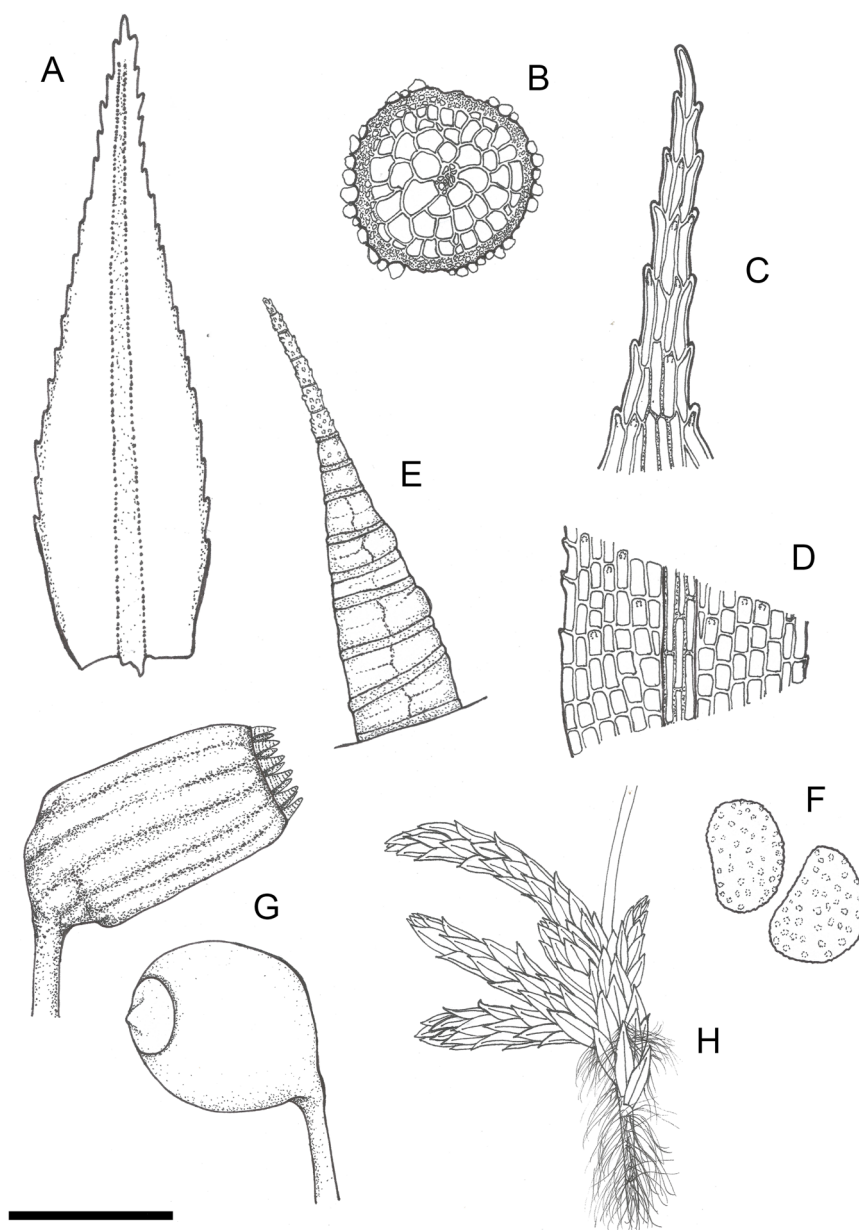


Fig. 6. *Philonotis uncinata*. **A:** Hoja. **B:** Tallo en sección transversal. **C:** Ápice de la hoja. **D:** Base de la hoja. **E:** Diente (exostoma). **F:** Esporas. **G:** Cápsulas. **H:** Planta. Escalas = A: 0,3 mm; B: 139 μ m; C, E: 105 μ m; D: 115 μ m; F: 36 μ m; G: 1,2 mm; H: 3.7 mm.

(Alvarez & Villalba, 2021). Se encontró creciendo en la corteza de *Salix humboldtiana* y *Erythrina crista-galli*, a la sombra y al sol directo, junto a *Sematophyllum subpinnatum*, *Dimerodontium balansae*, *D. mendozense*, *Fabronia ciliaris* y *Venturiella glaziovii*, orientado hacia el S, SO y SE, desde una altura mínima de 13 cm.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Santa Fe: *Dpto. La Capital*, Santa Fe, Ruta Provincial N° 1, kilómetro 21,5, distrito Arroyo Leyes, 31°30'32"S 60°28'36.7"O, 14-IX-2019, Alvarez 76 (MFA-B-B); 31°30'32.7" S 60°28'39.3"O, 9-XI-2019, Alvarez 92 (MFA-B-B); 31°30'26"S 60°28'55"O, 17-I-2020, Alvarez 93 (MFA-B-B).

Stereophyllum radiculosum (Hook.) Mitt., *J. Linn. Soc., Bot.* 12: 542. 1869. [Stereophyllaceae].

Para descripción de la especie remitirse al artículo de Alvarez & Villalba (2021).

Distribución y hábitat. En Argentina está registrado para Chaco, Corrientes (Drehwald, 1995), Formosa, Jujuy (Brotherus, 1918; Ireland & Buck, 1994), Misiones (Drehwald, 1995), Santa Fe (Alvarez & Villalba, 2021) y Santiago del Estero (Jimenez *et al.*, 2020). Se encontró creciendo en la corteza de *Salix humboldtiana* y *Erythrina crista-galli*, a la sombra, junto a *Dimerodontium balansae*, *D. mendozense*, *Fabronia ciliaris* y *Sematophyllum subsimplex*, orientado hacia el S y SE, desde una altura mínima de 102 cm.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Santa Fe: *Dpto. La Capital*, Santa Fe, Ruta Provincial N° 1, kilómetro 21,5, distrito Arroyo Leyes, 31°30'26"S 60°28'55"O, 17-I-2020, Alvarez 77 (MFA-B-B); 31°30'31.8"S 60°28'37.6"O, 17-I-2020, Alvarez 94 (MFA-B-B).

Syntrichia laevipila Brid., *Muscol. Recent., suppl.* 4: 98. 1818. [Pottiaceae].

Para descripción de la especie remitirse al artículo de Alvarez & Villalba (2021).

Distribución y hábitat. En Argentina está registrado para Buenos Aires (Drehwald & Reiner-Drehwald, 1996), Tucumán (Jiménez, 2022) y Santa Fe (Alvarez & Villalba, 2021). Se encontró creciendo en la corteza de *Salix humboldtiana* y *Erythrina crista-galli*, a la sombra, junto a *Dimerodontium balansae*, *Fabronia ciliaris* y *Sematophyllum subsimplex*, dispuesta en troncos inclinados, hacia el S y SE, desde una altura mínima de 97 cm.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Santa Fe: *Dpto. La Capital*, Santa Fe, Ruta Provincial N° 1, kilómetro 21,5, distrito Arroyo Leyes, 31°30'31"S 60°28'37.8"O, 9-XI-2019, Alvarez 72 (MFA-B-B); 31°30'28"S 60°29'08"O, 9-XI-2019, Alvarez 88 (MFA-B-B); 31°30'34.4"S 60°28'39"O, 17-I-2020, Alvarez 89 (MFA-B-B).

Tortella humilis (Hedw.) Jenn., *Man. Mosses W. Pa.* 96. 1913. [Pottiaceae].

Para descripción de la especie remitirse al artículo de Alvarez & Villalba (2021).

Distribución y hábitat. En Argentina está registrado para Córdoba (Hosseus, 1938; Piovano, 1954), Corrientes (Von Huebschmann, 1986), Formosa (Herzog, 1952), Jujuy (Brotherus, 1918), Misiones (Hosseus, 1940; Herzog, 1952; Von Huebschmann, 1986; Drehwald, 1995,1996), Salta (Herzog, 1952), Tucumán (Jiménez, 2022) y Santa Fe (Alvarez & Villalba, 2021). Se encontró creciendo en la corteza de *Erythrina crista-galli*, a la sombra, junto a *Dimerodontium balansae*, *D. mendozense*, *Fabronia ciliaris* y *Sematophyllum subsimplex*, orientada hacia el E, S y SE, desde una altura mínima de 56 cm.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Santa Fe: *Dpto. La Capital*, Santa Fe, Ruta Provincial N° 1, kilómetro 21,5, distrito Arroyo Leyes, 31°30'30"S 60°28'42"O, 14-IX-2019, Alvarez 73 (MFA-B-B); 31°30'32.2"S 60°28'36.8"O, 17-I-2020, Alvarez 90 (MFA-B-B).

Tricherpodium beccarii (Müll. Hal. ex Venturi) Pursell, *Mem. New York Bot. Gard.* 116: 41. 2017. [Erpodiaceae].

Para descripción de la especie remitirse al artículo de Alvarez & Villalba (2021).

Distribución y hábitat. En Argentina, se ha registrado para las provincias de Chaco (Drehwald, 1995), Corrientes (Von Huebschmann, 1986; Drehwald, 1995), Jujuy (Crum, 1972), Misiones (Drehwald, 1995), Santiago del Estero (Jimenez *et al.*, 2020), Tucumán (Suárez, 2002; Biasuso & Hladki, 2011) y Santa Fe (Alvarez & Villalba, 2021). Se encontró presente en la corteza de *Salix humboldtiana* y *Erythrina crista-galli*, a la sombra de la copa, en troncos inclinados u horizontales junto a *Fabronia ciliaris* y *Sematophyllum subsimplex*, orientada hacia el E, NE y SE, desde una altura mínima de 2 metros.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Santa Fe: *Dpto. La Capital*, Santa Fe, Ruta Provincial

Nº 1, kilómetro 21,5, distrito Arroyo Leyes, 31°30'28"S 60°29'8"O, 17-I-2020, Alvarez 60 (MFA-B-B); 31°30'34.4"S 60°28'39"O, 17-I-2020, Alvarez 79 (MFA-B-B).

Venturiella glaziovii (Hampe) Pursell, *Mem. New York Bot. Gard.* 116: 77. 2017. [Erpodiaceae].

Para descripción de la especie remitirse al artículo de Alvarez & Villalba (2021).

Distribución y hábitat. En Argentina está registrado para Chaco, Corrientes (Drehwald, 1995), Misiones (Hosseus, 1940; Drehwald, 1995), Santiago del Estero (Jimenez *et al.*, 2020), Tucumán (Biasuso & Hladki, 2011) y Santa Fe (Alvarez & Villalba, 2021). Se encontró creciendo en la corteza de *Erythrina crista-galli*, a la sombra, junto a *Dimerodontium balansae*, *D. mendozense*, *Fabronia ciliaris*, *Sematophyllum subpinnatum* y *S. subsimplex*, orientada hacia S y SE, desde una altura mínima de 60 cm.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Santa Fe: *Dpto. La Capital*, Santa Fe, Ruta Provincial Nº 1, kilómetro 21,5, distrito Arroyo Leyes, 31°30'31"S 60°28'35"O, 9-XI-2019, Alvarez 61 (MFA-B-B); 31°30'34.4"S 60°28'39"O, 17-I-2020, Alvarez 80 (MFA-B-B); 31°30'30.6"S 60°28'41.7"O, 13-VIII-2021, Alvarez 81 (MFA-B-B).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El presente trabajo permite ampliar el conocimiento sobre la flora briofítica de Santa Fe identificando un total de 21 especies, de las cuales: *Amblystegium varium*, *Didymodon australasiae*, *Dimerodontium pellucidum*, *Forsstroemia coronata* y *Philonotis uncinata* conforman nuevas citas para la provincia. De todas las especies mencionadas en los resultados, 13 son epífitas y el resto corresponden a especies de hábitos terrestres. La mayoría de las especies identificadas son pleurocárpicas (12).

Con relación a la morfología, un estudio realizado por Kurschner (2003) sobre las briófitas epífitas que se ven afectadas por vientos húmedos pero al mismo tiempo deben tolerar la sequía,

identificó adaptaciones xeromórficas para una parte de las especies que coinciden con características también presentes en *Didymodon australasiae*, *Haplocladium microphyllum*, *Orthotrichum diaphanum* var. *podocarpium*, *Philonotis uncinata*, *Syntrichia laevipila*, *Stereophyllum radiculosum*, *Tricherpodium beccarii* y *Tortella humilis*. Así, ciertos caracteres como la presencia de papilas en las hojas y un ápice hialino, contribuyen a un incremento del movimiento capilar del agua y a evitar captar un exceso de radiación solar que afectaría el tejido fotosintético respectivamente (Martínez Abaigar, 2020). De este modo se comprenden de manera más cabal ciertas estructuras que contribuyen a la presencia y permanencia de algunas especies en un hábitat que está sujeto a periodos de sequía, como el que actualmente afecta a toda la cuenca del Plata, asociada a la bajante extraordinaria del río Paraná (Borús *et al.*, 2022).

Los trabajos de Filippa & Villalba (2021) y Alvarez & Villalba (2021) sobre la Reserva Ecológica de la Ciudad Universitaria (RECU, Santa Fe, Argentina), que también se encuentra en el valle de inundación del río Paraná en su tramo medio, identificaron 18 especies de briófitas, número similar al que se obtuvo en este trabajo. La mayoría de las especies identificadas en dichos trabajos (16) coinciden con las del presente estudio, lo cual se debe al hecho de que las características del ambiente son muy similares en ambos casos con bosques formados por ejemplares de *Salix humboldtiana* (sauces), *Albizia inundata* (Mart.) Barneby & J.W. Grimes (timbo blanco), *Croton urucurana* (sangre de dragón), *Sapium haematospermum* Müll. Arg. (curupí), *Erythrina crista-galli* (ceibo), *Tessaria integrifolia* Ruiz & Pav. (aliso de río), entre otros, y suelos constituidos por procesos de arrastre y deposición de sedimentos durante las inundaciones.

Dado que la zona del valle de inundación del río Paraná cuenta con muy pocos estudios sobre diversidad briofítica, es necesario continuar con la exploración de este tipo de ambientes para incrementar el conocimiento de la flora local.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

DJA y ABV recolectaron las briófitas a campo y anotaron características del hábitat donde crecían, DJA identificó los especímenes con la ayuda de

GMS, llevó a cabo la toma de mediciones de los mismos y confeccionó las láminas. DJA redactó el manuscrito con la participación de ABV y GMS.

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Universidad Nacional del Litoral por proporcionar el laboratorio donde se llevó a cabo el análisis de los ejemplares y a la Dra. María Soledad Jimenez del Laboratorio de Micología y Briófitas del Instituto de Botánica del Nordeste (IBONE-CONICET-UNNE) por su contribución en la identificación de una de las especies. Esta investigación fue apoyada por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de Argentina (CONICET), y Proyecto de Investigación de la Universidad Nacional de Tucumán PIUNT G744.

BIBLIOGRAFÍA

- ALVAREZ, D. J. & A. B. VILLALBA. 2021. Nuevos registros de flora briofítica para la provincia de Santa Fe (Argentina) en el valle aluvial del río Paraná medio. *Rev. Biol. Neotrop.* 18: 60-76.
<https://doi.org/10.5216/rbn.v18i2.69684>
- ALVAREZ, D. J., M. S. JIMENEZ, R. H. ZANDER & G. M. SUÁREZ. 2023. Primer registro de *Anaschisma lilliputanum* (Pottiaceae, Bryophyta) para la Argentina. *Darwiniana* 11: 23-30.
<https://doi.org/10.14522/darwiniana.2023.111.1089>
- BARTRAM, E. B. 1952. Mosses of Chile and Argentina mainly collected by R. Santesson. *Svensk Bot. Tidskr.* 46: 242-253.
- BARTRAM, E. B. 1965. New and noteworthy mosses from northern Argentina. *Rev. Bryol.* 33: 323-327.
- BIASUSO, A. & A. HLADKI. 2011. Biodeterioro ocasionado por briófitas, ascomicetes liquenizados y cianobacteria en una escultura (Tucumán, Argentina). *Lilloa* 48: 3-10.
- BORÚS, J., L. GIORDANO, A. PEREIRA & A. HARBAR. 2022. Posibles escenarios hidrológicos en la cuenca del Plata durante el periodo agosto-septiembre-octubre 2022 [online]. Disponible en: https://www.ina.gov.ar/archivos/alerta/Escenario2022_Septiembre.pdf [Acceso: 28 septiembre 2022].
- BROTHERUS, V. F. 1918. Contributions à la flore bryologique de L'Argentina. *Ark. Bot.* 15: 1-15.
- BROWN, A. D. & S. PACHECO. 2006. La situación ambiental por ecorregiones. En: BROWN, A. D., U. MARTINEZ ORTIZ, M. ACERBI & J. CORCUERA (eds.), *La Situación Ambiental Argentina 2005*, pp. 28-31. Fundación Vida Silvestre, Buenos Aires.
- BURKART, R. N., O. BÁRBARO, R. O. SÁNCHEZ & A. D. GÓMEZ. 1999. *Ecorregiones de la Argentina*. Administración de Parques Nacionales, Buenos Aires.
- CABRERA, A. L. 1976. Regiones fitogeográficas argentinas. En: KUGLER, W. F. (ed.), *Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería*, Tomo 2, Fascículo 1, pp. 1-85. ACME, Buenos Aires.
- CALABRESE, G. M. & C. M. MATTERI. 1999. Los musgos (Bryophyta) de Puerto Blest y alrededores (Parque Nacional Nahuel Huapi, Argentina) I. Lista comentada de las especies. *Revista Mus. Argent. Ci. Nat., N. S.* 1: 23-48.
<https://doi.org/10.22179/REVMACN.1.140>
- CÂMARA, P. E. A. S. & R. E. MAGILL. 2009. Una revisión de *Dimerodontium* (Fabroniaceae). *Bryologist* 112: 301-307.
<https://doi.org/10.1639/0007-2745-112.2.301>
- CARDOT, J. & V. F. BROTHERUS. 1923. Les mousses. *Bih. Kongl. Svenska Vetensk.-Akad. Handl.* 63: 1-73.
- CHEBLI, G. A., M. E. MOZETIC, E. A. ROSELLO & M. BÜHLER. 1999. Cuencas sedimentarias de la llanura Chacopampeana. En: CAMINOS, R. (ed.); *Geología Argentina*, pp. 627-644. SEGEMAR, Buenos Aires.
- COLOTTI, M. T. & G. M. SUAREZ. 2018. Sobre la presencia de *Mittenothamnium reduncum* (Hypnaceae) en la Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 53: 17-20.
<https://doi.org/10.31055/1851.2372.v53.n1.19859>
- COLOTTI, M. T. & G. M. SUÁREZ. 2019. Primer registro de *Catagonium brevicaudatum* (Catagoniaceae) para la Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 54: 13-16.
<http://dx.doi.org/10.31055/1851.2372.v54.n1.23575>
- COLOTTI, M. T. & G. M. SUÁREZ. 2022. Aportes al conocimiento del género *Physcomitrium* (Bryophyta, Funariaceae) en el Noroeste de Argentina. *Lilloa* 59: 235-245.
<https://doi.org/10.30550/j.lil/2022.59.2/2022.10.25>
- COLOTTI, M. T., G. M. SUÁREZ & D. F. PERALTA. 2019. *Pleuridium tucumanensis* sp. nov. (Sección *Pleuridium*: Ditrichaceae) de Argentina. *Revista Mex. Biodivers.* 90: 1-5.
<http://dx.doi.org/10.22201/ib.20078706e.2019.90.2773>

- COLOTTI, M. T., G. M. SUÁREZ & M. M. SCHIAVONE. 2016. Novedades sobre la familia Pilotrichaceae para las yungas de la Argentina. *Darwiniana* 4: 252-262. <http://dx.doi.org/10.14522/darwiniana.2016.42.720>
- CRUM, H. A. & L. E. ANDERSON. 1981. *Mosses of Eastern North America*. Vol. 1. Columbia University Press, New York.
- CRUM, H. A. 1972. A taxonomic account of the Erpodiaceae. *Nova Hedwigia* 23: 201-224.
- DELGADILLO-MOYA, C., D. A. ESCOLÁSTICO, E. HERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ, P. HERRERA-PANIAGUA, P. PEÑA-RETES & C. JUÁREZ-MARTÍNEZ. 2022. *Manual de Briofitas*, Tercera Edición. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- DREHWALD, U. 1995. *Epiphytische Pflanzengesellschaften in NO-Argentinien*. Dissertattione Botanischen. Universität Göttingen, Alemania.
- DREHWALD, U. 1996. Bryophytengesellschaften beschatteter Sandsteinfelsen und -mauem in NO-Argentinien. *Nova Hedwigia* 62: 443-450.
- DREHWALD, U. & M. E. REINER DREHWALD. 1996. *Orthotricho-Frullanietum bonariensis*, una nueva asociación epífita de Buenos Aires, Argentina. *Cryptog. Bryol. Lichénol.* 17: 279-286.
- ESTÉBANEZ PÉREZ, B., I. DRAPER, R. DÍAZ DE ATAURI & S. MEDINA BUJALANCE. 2011. Briófitos: una aproximación a las plantas terrestres más sencillas. En: VIEJO, J. L. (ed.), *Biodiversidad. Aproximación a la diversidad botánica y zoológica de España*, 2ª Época, Tomo IX, pp. 19-73. Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural, Madrid.
- FILIPPA, A. B. & A. B. VILLALBA. 2021. Aportaciones al conocimiento de la flora briofítica terrestre del valle de inundación del río Paraná en su tramo medio (Santa Fe, Argentina). *Bol. Soc. Esp. Briol.* 54: 13-20.
- FRAHM, J. P., T. PÓCS, B. O'SHEA, T. KOPONEN, ... & Y. -M. FANG. 2003. *Manual of Tropical Bryology*. *Trop. Bryol.* 23: 1-196.
- FUERTES, E., C. PRADA & C. H. ROLLERI. 2015. Aportaciones a la flora briofítica de los bosques tropicales y subtropicales de la Argentina (Bryophyta, Musci). *Bot. Complut.* 39: 49-61. https://doi.org/10.5209/rev_BOCM.2015.v39.49133
- GIER, L. J. 1980. A preliminary study of the Thuidiaceae (Musci) of Latin America. *J. Bryol.* 11: 253-309. <https://doi.org/10.1179/jbr.1980.11.2.253>
- GLIME, J. M. 2007. Economic and ethnic uses of Bryophytes. En: FLORA OF NORTH AMERICA EDITORIAL COMMITTEE (eds.), *Flora of North America*, Vol. 27, pp. 14-41. Oxford Univeristy Press, Oxford.
- HEDENÁS, L. 2003. *Amblystegiaceae*. Flora Neotropica, Monograph N° 89. New York Botanical Garden Press, New York.
- HERZOG, T. 1940. Die Moose der Expedition Ljungnernach Patagonien, 1932-34. *Ark. Bot.* 29: 1-17.
- HERZOG, T. 1952. Beitrage zur Keiintiis der argentinischen Bryophytenflora. *Repert. Spec. Nov. Regni Veg.* 55: 1-27. <https://doi.org/10.1002/fedr.19520550102>
- HOSSEUS, C. C. 1937. *Musgos de la República Argentina. Contribución al conocimiento de los Musgos de la Provincia de Córdoba (Argentina)* I. Escuela de Farmacia de la Facultad de Ciencias Médicas de Córdoba, Córdoba.
- HOSSEUS, C. C. 1938. *Musgos de la República Argentina. Contribución al conocimiento de los Musgos de la Provincia de Córdoba (Argentina)* II. Escuela de Farmacia de la Facultad de Ciencias Médicas de Córdoba, Córdoba.
- HOSSEUS, C. C. 1940. Musgos del Territorio de Misiones, nuevos para la Argentina. *Bol. Ing.* 2: 1-29.
- IRELAND, R. R. & W. R. BUCK. 1994. *Stereophyllaceae*. Flora Neotropica, Monograph N° 65. New York Botanical Garden Press, New York.
- JIMÉNEZ, L. I. 2022. *Bioprospección de especies de Pottiaceae (Bryophyta) del Chaco Serrano tucumano para su revalorización y potencial aprovechamiento biotecnológico para el desarrollo de productos fitoterápicos*. Tesis de grado. Universidad Nacional de Tucumán, Argentina.
- JIMENEZ, M. S., G. M. SUÁREZ & R. A. CABRAL. 2020. Nuevos registros de musgos del bosque chaqueño seco en Santiago del Estero, Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 55: 547-55. <https://doi.org/10.31055/1851.2372.v55.n4.30127>
- JIMÉNEZ, M. S., G. M. SUÁREZ & R. H. ZANDER. 2019. Novelities on *Tortella* (Pottiaceae, Bryophyta) from South America. *Cryptog. Bryol.* 40: 87-96. <https://doi.org/10.5252/cryptogamie-bryologie2019v40a8>
- KÜHNEMANN, O. 1938. Catálogo de los musgos argentinos. *Lilloa* 2: 37-183.

- KÜHNEMANN, O. 1944. Géneros de briofitas de los alrededores de Buenos Aires. *Lilloa* 10: 5- 232.
- KÜRSCHNER, H. 2003. Epiphytic bryophyte communities of southwestern Arabia- phytosociology, ecology and life strategies. *Nova Hedwigia* 77: 55-71.
<https://doi.org/10.1127/0029-5035/2003/0077-0055>
- LEWINSKY, J. 1984. *Orthotrichum* Hedw. in South America 1. Introduction and taxonomic revision of taxa with immersed stomata. *Lindbergia* 10: 65-94.
- MARTÍNEZABAIGAR, J. 2020. *Musgos: liliputienses jugando sus cartas, lección inaugural del curso académico 2020-2021*. Universidad de la Rioja. Logroño.
- MATTERI, C. M. 1985. Catálogo de los musgos. En: BOELCKE, O., D. M. MOORE & F. A. ROIG (eds.), *Transecta Botánica de la Patagonia Austral*, pp. 265-298. CONICET, Buenos Aires.
- MATTERI, C. M. 1986. Los Musci (Bryophyta) de las Islas Malvinas, su hábitat y distribución. *Nova Hedwigia* 43: 159-189.
- MATTERI, C. M. 2003. Los musgos (Bryophyta) de Argentina. *Trop. Bryol.* 24: 33-100.
- MATTERI, C. M. & M. M. SCHIAVONE. 1991. La vegetación muscinal de Bahía Buen Suceso, Tierra del Fuego, Argentina. *Bryologist* 94: 368-376. <https://doi.org/10.2307/3243825>
- MITTEN, W. 1869. Musci Austro-Americani. *Bot. J. Linn. Soc.* 12: 1-659.
<https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.1871.tb00633.x>
- MONTAGNE, C. 1838. Centurie de plantes cellulaires exotiques nouvelles, Musci. *Ann. Sci. Nat., Bot.* 9: 38-57.
- MÜLLER, C. 1879. Prodrromus bryologiae Argentinicae. I. *Linnaea* 42: 217-460.
- OCHYRA, R. 1998. *The moss flora of King George Island, Antarctica*. Polish Academy of Sciences, Cracovia.
- OYARZABAL, M., J. CLAVIJO, L. OAKLEY, F. BIGANZOLI, ... & R. J. C. LEÓN. 2018. Unidades de vegetación de la Argentina. *Ecol. Austral.* 28: 40-63.
<https://doi.org/10.25260/EA.18.28.1.0.399>
- PIOVANO, G. 1954. Alcuni muschi nuovi per L'Argentina. *Nuovo Giorn. Bot. Ital. N. S.* 6: 425-438.
- PURSELL, R. A. 1994. Taxonomic notes on Neotropical *Fissidens*. *Bryologist* 97: 253-271.
<https://doi.org/10.2307/3243456>
- REINIERS, H. 1937. Die europäischen Haplocladium-Arten mit besonderer Berücksichtigung ihrer aussereuropäischen Verbreitung und ihrer Verwandtschaft. *Hedwigia* 76: 191-198.
- ROVERE, A. E. & G. M. CALABRESE. 2011. Diversidad de musgos en ambientes degradados sujetos a restauración en el Parque Nacional Lago Puelo (Chubut, Argentina). *Revista Chilena Hist. Nat.* 84: 571-580.
<http://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2011000400009>
- SCHIAVONE, M. M. & M. R. DE SARMIENTO. 1985. Contribución al conocimiento de los musgos de la Argentina. I: Género *Ephemerum* Hamp. *Lilloa* 36: 221-231.
- SILVA, F. C., D. C. S. VIEIRA, E. VAN DER SPEK & J. J. KEIZER. 2019. Effect of moss crusts on mitigation of post-fire soil erosion. *Ecol. Eng.* 128: 9-17. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2018.12.024>
- STARK, L. R. 1987. A taxonomic monograph of *Forsstroemia* Lindb. (Bryopsida: Leptodontaceae). *J. Hattori Bot. Lab.* 63: 133-218.
- STECH, M. & D. QUANDT. 2010. 20,000 species and five key markers: the status of molecular bryophyte phylogenetics. *Phytotaxa* 9: 196-228.
<https://doi.org/10.11646/phytotaxa.9.1.11>
- SUÁREZ, G. M. 2002. *Estudio Florístico-Taxonomico de los musgos del Bosque Chaqueño Serrano de la Provincia de Tucumán*. Tesina de Grado. Universidad Nacional de Tucumán, Argentina.
- SUÁREZ, G. M., J. R. FLORES & J. MUÑOZ. 2018. On the identity of *Schistidium malacophyllum* Herzog (Grimmiaceae, Bryophyta). *Phytotaxa* 349: 298-300. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.349.3.11>
- SUÁREZ, G. M., M. E. REINER-DREHWALD & J. R. FLORES. 2022. Fertile plants of *Lejeunea capensis* (Lejeuneaceae, Marchantiophyta) in the Chaco Serrano forest from Tucumán (Argentina). *Lilloa* 59: 221-226.
<https://doi.org/10.30550/j.lil/2022.59.2/2022.10.23>
- SUÁREZ, G. M. & M. M. SCHIAVONE. 2005. On the presence of *Pleurochaete* Lindb. (Pottiaceae, Musci) in Argentina. *Lindbergia* 30: 93-96.
- SUÁREZ, G. M. & M. M. SCHIAVONE. 2008. *Pohlia chilensis* (Mniaceae), an Afro-american moss. *Bryologist* 111: 318-322. [https://doi.org/10.1639/0007-2745\(2008\)111\[318:PCMAAM\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1639/0007-2745(2008)111[318:PCMAAM]2.0.CO;2)
- SUÁREZ, G. M. & M. M. SCHIAVONE. 2010. Las Cryphaeaceae (Bryophyta) en los bosques del Noroeste de Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 45: 29-45.

- SUÁREZ, G. M. & M. M. SCHIAVONE. 2011. *Pohlia* Hedw. section *Pohlia* (Bryaceae) in Central and South America. *Nova Hedwigia* 92: 453-477.
<https://dx.doi.org/10.1127/0029-5035/2011/0092-0453>
- SUÁREZ, G. M., M. M. SCHIAVONE & M. T. COLOTTI. 2014. The genus *Holomitrium* (Dicranaceae, Bryophyta), new record in Argentina and Uruguay. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 49: 457-461.
- TORRES, J. R., M. M. SCHIAVONE & G. M. SUAREZ. 2015. The bryophyta on lapacho rosado (*Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos) from San Miguel de Tucumán. En: BIOCELL 39, suppl. 5. 3ra Reunión Conjunta de las Sociedades de Biología de la República Argentina, San Miguel de Tucumán.
- UNL (Universidad Nacional del Litoral). 2021. Disponible en: <https://www.unl.edu.ar/santafe/index.php/geografia/clima.html> [Acceso: 20 diciembre 2021].
- VALDÉS, F. E., D. FERNANDES PERALTA, A. C. COTTET, A. SAVORETTI & M. N. CABELLO. 2021. Novedades y nuevas citas de musgos (Bryophyta) de la Reserva Natural Punta Lara (Buenos Aires, Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 56: 1-10.
<https://doi.org/10.31055/1851.2372.v56.n2.30132>
- VANDERPOORTEN, A., B. PAPP & R. GRADSTEIN. 2010. Sampling of bryophytes. En: EYMANN, J., J. DEGREEF, C. HÄUSER, J. C. MONJE, ... & D. VANDENSPIEGEL (eds.), *Manual on field recording techniques and protocols for all taxa biodiversity inventories and monitoring*, pp. 340-354. ABC Taxa, Brussels.
- VISINTINI, M. L. & R. CASTRO DIAZ. 2018. Aplicación del índice de vulnerabilidad social en el estudio de riesgos de desastre en la costa santafesina. I Jornadas Platenses de Geografía, En Memoria Académica. Disponible en: http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.11323/ev.11323.pdf
- VON HUEBSCHMANN, A. 1986. Bryologische Studien in Nordargentinien. *Veroff. Geobot. Inst. ETH Stiftung Rubel Zurich* 91: 305-317.
<http://doi.org/10.5169/seals-308850>
- WILLIAMS, R. S. 1930. Mosses collected in Brazil and Argentina by J. N. Rose in 1915. *J. Wash. Acad. Sci.* 20: 465-475.



NUEVOS REGISTROS DE DISTRIBUCIÓN PARA LA FLORA DE MUSGOS (BRYOPHYTA) DE LA PATAGONIA, ARGENTINA

NEW DISTRIBUTION RECORDS FOR THE FLORA OF MOSSES (BRYOPHYTA) FROM PATAGONIA, ARGENTINA


Agustina C. Cottet^{1*}  & María I. Messuti¹ 

1. Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Medioambiente (INIBIOMA); Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad Nacional del Comahue (UNComahue), San Carlos de Bariloche, Río Negro, Argentina

*agustina.c.cottet@gmail.com

Citar este artículo

COTTET, A. C. & M. I. MESSUTI. 2023. Nuevos registros de distribución para la flora de musgos (Bryophyta) de la Patagonia, Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 58: 215-227.

 DOI: <https://doi.org/110.31055/1851.2372.v58.n2.39712>

SUMMARY

Background and aims: Although the moss flora of Argentina has been extensively studied, there are still unrecorded or unknown environments and taxa. The objective of this work is to present new records of mosses in five provinces that conform the Argentine Patagonia.

M&M: The material studied was collected, organized and examined according to the techniques traditionally used for bryophytes. An annotated list of species is presented with notes on distribution and material studied.

Results: Distribution novelties are presented for 46 species of mosses, distributed in 37 genera, belonging to 21 families. Fifteen species are reported for the first time for the province of Neuquén, 16 for Río Negro, 17 for Chubut, 15 for Santa Cruz and four for Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur. Among the species found, some are reported for more than one Patagonian province.

Conclusions: The amount of distribution novelties presented here demonstrate the value of carrying out floristic studies in the southern region of the country. These surveys contribute to increase the knowledge of the distribution and occurrence of different taxa in environments scarcely explored in Argentina.

KEY WORDS

Diversity, mosses, muscinal flora, survey.

RESUMEN

Introducción y objetivo: Si bien la flora de musgos de la Argentina ha sido ampliamente estudiada aún quedan ambientes por explorar y taxones por registrar. El objetivo de este trabajo es dar a conocer nuevos registros de musgos en las cinco provincias que conforman la Patagonia argentina

M&M: El material estudiado fue coleccionado, organizado y examinado de acuerdo a las técnicas tradicionalmente empleadas para las briofitas. Se presenta una lista comentada de las especies con notas sobre distribución y el material estudiado.

Resultados: Se presentan novedades de distribución para 46 especies de musgos, distribuidos en 37 géneros, pertenecientes a 21 familias. Se reportan por primera vez para la provincia de Neuquén 15 especies, 16 para Río Negro, 17 para Chubut, 15 para Santa Cruz y cuatro para Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur. Entre las especies encontradas, algunas se reportan para más de una provincia patagónica.

Conclusión: Las numerosas novedades de distribución aquí presentadas, demuestran la relevancia de continuar realizando estudios florísticos en la región sur del país. Estos relevamientos contribuyen a ampliar el conocimiento de la distribución y ocurrencia de distintos taxones en ambientes poco explorados de la Argentina.


PALABRAS CLAVE

Diversidad, flora muscinal, musgos, relevamiento.

Recibido: 15 Dic 2022

Aceptado: 7 Jun 2023

Publicado impreso: 30 Jun 2023

Editor: Guillermo Suárez 

ISSN versión impresa 0373-580X

ISSN versión on-line 1851-2372

INTRODUCCIÓN

En la Argentina, el último catálogo de musgos fue publicado por Matteri (2003) donde se reconocen 1500 taxones específicos e infra específicos. Estudios posteriores han complementado la flora de musgos del país. Sin embargo, estos estudios están enfocados, principalmente, a la diversidad de musgos de la región norte del país (e.g. Suárez & Schiavone, 2009; Fuertes *et al.*, 2015; Colotti *et al.*, 2019; Jiménez *et al.*, 2020; Valdés *et al.*, 2021). Mientras que aquellos donde se reportan novedades florísticas para musgos en la Patagonia aún resultan más escasos que para otras regiones (e.g. Rovere & Calabrese, 2011; Cottet *et al.*, 2016; Cottet & Messuti, 2019).

La Patagonia argentina incluye cinco provincias: Neuquén, Río Negro, Chubut, Santa Cruz y Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur (Barthelemy *et al.*, 2008). Esta extensa región presenta dos ecorregiones: Bosque templado latifoliado y mixto hacia el oeste y Pastizales, sabanas y matorrales templados hacia el este (Olson *et al.*, 2001). El conocimiento de la diversidad de musgos en la Patagonia se encuentra, principalmente, restringido a trabajos realizados para Tierra del Fuego, sobre algunos órdenes (e.g. Hässel de Menéndez & Solari, 1975) y algunas familias (e.g. Ochyra & Matteri, 2001), a estudios de la flora muscinal de los bosques valdivianos al noroeste de la provincia de Río Negro (e.g. Calabrese & Matteri, 1999) y a estudios florísticos realizados en la zona noroeste de la provincia de Chubut (e.g. Rovere & Calabrese, 2011; Cottet *et al.*, 2016; Cottet & Messuti, 2019). Sin embargo, el conocimiento taxonómico y florístico sobre los musgos para la Patagonia aún es escaso y debe ser profundizado.

Con el objetivo de contribuir al conocimiento de la diversidad de musgos de la Patagonia argentina, en este trabajo se presenta una lista comentada de especies novedosas para las provincias patagónicas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante los años 2016-2020 se realizó un relevamiento de los musgos que se desarrollan en la Patagonia argentina. Se recolectaron musgos distribuidos en 265 sitios que incluyen ambientes

húmedos y áridos y semiáridos en las cinco provincias de la región: Neuquén (NE), Río Negro (RN), Chubut (CHU), Santa Cruz (SC) y Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur (TF). Las colecciones estudiadas se encuentran depositadas en el herbario BCRU. El material coleccionado fue examinado de acuerdo a las técnicas convencionales para el estudio de las briofitas (Frahm, 2003). Los nombres específicos han sido actualizados de acuerdo a la base de datos del Missouri Botanical Garden (Tropicos.org).

RESULTADOS

A continuación, se presentan en orden alfabético 46 especies de musgos, distribuidas en 37 géneros, pertenecientes a 21 familias registradas en la Patagonia argentina. Quince especies se mencionan por primera vez para NE, 16 para RN, 17 para CHU, 15 para SC y cuatro para TF (Tabla 1). Entre las especies encontradas, algunas se reportan para más de una provincia patagónica. Para cada especie aquí presentada se menciona la familia entre corchetes, la distribución global y nacional y el material seleccionado.

Acrocladium auriculatum (Mont.) Mitt. [Amblystegiaceae]

Distribución. Esta especie tiene una distribución gondwánica: Argentina, Australia, Chile, Nueva Zelanda y Tasmania (Sainsbury, 1955; Matteri, 2003; Müller, 2009). En la Argentina *A. auriculatum* fue mencionada con anterioridad para algunas provincias de la Patagonia: NE, RN, SC y TF (Matteri, 2003). Nueva mención para CHU.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Chubut: *Dpto. Cushamen*, Parque Nacional Lago Puelo, arroyo Golondrinas (42°5'43,13"S; 71°36'42,80"O), sobre suelo, 20-V-2016, Cottet 331 (BCRU).

Amblystegium serpens (Hedw.) Schimp. [Amblystegiaceae]

Distribución. Esta especie presenta una distribución mundial amplia: América (Argentina, Chile, Ecuador y México), Asia, Europa, norte de África y Oceanía (Australia) (Buck, 1998; Matteri, 2003). Para la Argentina *A. serpens* ha sido registrada tanto para el noreste como para el sur del

Tabla 1. Lista de especies novedosas para las provincias de la Patagonia, Argentina.

	NE	RN	CHU	SC	TF
<i>Acrocladium auriculatum</i> (Mont.) Mitt.	+	+	+	+	+
<i>Amblystegium serpens</i> (Hedw.) Schimp.	-	+	+	+	+
<i>Anisothecium hookeri</i> (Müll. Hal.) Broth.	+	-	+	+	+
<i>Blindia magellanica</i> Schimp. ex Müll. Hal.	+	-	-	-	+
<i>Brachythecium albicans</i> (Hedw.) Schimp.	+	-	+	+	+
<i>Brachythecium rutabulum</i> (Hedw.) Schimp.	-	-	+	-	+
<i>Bryum argenteum</i> Hedw.	-	+	-	+	+
<i>Bryum caespiticium</i> Hedw.	+	+	-	-	+
<i>Bryum canariense</i> Brid.	-	+	-	-	+
<i>Campylopus pilifer</i> Brid.	+	+	-	-	+
<i>Chrysoblastella chilensis</i> (Mont.) Reimers	+	+	+	-	-
<i>Cryphaea consimilis</i> Mont.	-	+	+	-	-
<i>Cryphaea jamesonii</i> Taylor	+	-	-	-	-
<i>Cryphaea patens</i> Hornsch. ex Müll. Hal.	+	-	-	-	-
<i>Dicranella vaginata</i> (Hook.) Cardot	+	+	+	+	-
<i>Dicranoloma capillare</i> (Dusén) Broth.	-	+	-	-	+
<i>Ditrichum difficile</i> (Duby) M. Fleisch.	+	+	+	+	+
<i>Ditrichum heteromallum</i> (Hedw.) E. Britton	-	+	+	-	+
<i>Drepanocladus aduncus</i> (Hedw.) Warnst.	-	+	-	-	+
<i>Drepanocladus polygamus</i> (Schimp.) Hedenäs	+	+	-	+	-
<i>Eustichia longirostris</i> (Brid.) Brid.	+	-	+	-	-
<i>Fabronia ciliaris</i> (Brid.) Brid.	+	+	+	+	+
<i>Fissidens crispus</i> Mont.	-	-	+	-	-
<i>Funaria hygrometrica</i> Hedw.	+	+	+	+	-
<i>Grimmia laevigata</i> (Brid.) Brid.	+	+	+	-	-
<i>Haplocladium microphyllum</i> (Sw. ex Hedw.) Broth.	+	+	+	+	+
<i>Hedwigia filiformis</i> (Michx.) P. Beauv.	-	-	+	+	-
<i>Herpetineuron toccocae</i> (Sull. & Lesq.) Cardot	-	-	+	-	-
<i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw.	-	+	+	+	-
<i>Imbriobryum subapiculatum</i> (Hampe) D. Bell & Holyoak	-	-	-	+	+
<i>Leptodictyum humile</i> (P. Beauv.) Ochyra	+	-	-	-	-
<i>Leptodontium longicaule</i> Mitt.	-	+	-	-	+
<i>Lepyrodon tomentosus</i> (Hook.) Mitt.	+	-	+	+	-
<i>Oncophorus fuegianus</i> Cardot	+	+	-	+	+
<i>Oreoweisia erosa</i> (Hampe ex Müll. Hal.) Kindb.	-	+	-	-	-
<i>Pilopogon schilleri</i> Herzog & Thér.	+	+	+	-	+
<i>Pohlia wahlenbergii</i> (F. Weber & D. Mohr) A.L. Andrews	+	+	-	+	+
<i>Polytrichastrum longisetum</i> (Sw. ex Brid.) G.L. Sm.	+	+	-	+	+
<i>Ptychostomum pallescens</i> (Schleich. ex Schwägr.) J.R. Spence	-	+	+	+	+
<i>Rosulabryum billardieri</i> (Schwägr.) J.R. Spence	+	+	-	+	+
<i>Sanionia uncinata</i> (Hedw.) Loeske	+	+	+	+	+
<i>Sauloma tenella</i> (Hook. f. & Wilson) Mitt.	+	-	-	+	+
<i>Scouleria patagonica</i> (Mitt.) A. Jaeger	+	+	+	-	+
<i>Tayloria magellanica</i> (Brid.) Mitt.	-	+	-	+	+
<i>Tortula muralis</i> Hedw.	-	-	-	+	+
<i>Weymouthia mollis</i> (Hedw.) Broth.	-	+	-	+	-

Abreviaturas= NE: Neuquén; RN: Río Negro; CHU: Chubut; SC: Santa Cruz; TF: Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur; +*: nuevo registro para la provincia; +: registros previos para la provincia; -: sin registros para la provincia.

país, en CORR, SC, y TF (Matteri, 2003). Nueva mención para RN y CHU.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Río Negro: *Depto. Bariloche*, San Carlos de Bariloche, Parque Municipal Llao Llao, sendero de Arrayanes (41°3'16,95"S; 71°32'24,17"O), sobre suelo, 3-VII-2016, Cottet 108 (BCRU); Prov. Chubut: *Dpto. Cushamen*, Parque Nacional Lago Puelo, sendero Cordón Derrumbe (42°12'10,58"S; 71°37'41,65"O), sobre suelo, 26-XII-2014, Cottet 295 (BCRU).

Anisothecium hookeri (Müll. Hal.) Broth. [Dicranaceae]

Distribución. Esta especie se distribuye en el sur de América del Sur (Larrazin *et al.*, 2010). Para la Argentina ha sido mencionada con anterioridad en SC y TF (Matteri, 2003). Nueva mención para NE.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Neuquén: *Dpto. Minas*, Las Ovejas, Lagunas de Epulafquen, laguna Superior (36°49'2,25"S; 71°4'52,80"O), sobre suelo, 8-I-2019, Cottet 631 (BCRU).

Blindia magellanica Schimp. *ex* Müll. Hal. [Seligeriaceae]

Distribución. Esta especie posee distribución gondwánica: África, América del Sur y Oceanía (Hederson, 2021). En la Argentina la especie se registró en TF (Matteri, 2003). Nueva mención para NE.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Neuquén: *Dpto. Los Lagos*, Parque Nacional Lanín, lago Hermoso (40°21'55,48"S; 71°28'55,54"O), sobre suelo, 28-XII-2018, Cottet 651 (BCRU).

Brachythecium albicans (Hedw.) Schimp. [Brachytheciaceae]

Distribución. Esta especie se distribuye en América (Argentina, Canadá, Chile, Estados Unidos y México), Europa y Oceanía (Australia y Nueva Zelanda) (Sharp *et al.*, 1994). En la Argentina ha sido registrada para las provincias patagónicas de SC y TF (Matteri, 2003). Nueva mención para NE.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Neuquén: *Dpto. Ñorquín*, Caviahue-Copahue, inicio de sendero Hito Volcán Copahue (37°49'39,40"S; 71°7'30,60"O), sobre suelo, 6-I-2019, Cottet 601 (BCRU).

Brachythecium rutabulum (Hedw.) Schimp. [Brachytheciaceae]

Distribución. Esta especie tiene una amplia distribución en el hemisferio norte y escasa en el hemisferio sur (Argentina, Chile, Nueva Zelanda y Tasmania) (Sainsbury, 1955). En la Argentina se mencionó previamente para la provincia de TF (Matteri, 2003). Nueva mención para CHU.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Chubut: *Dpto. Cushamen*, Lago Puelo, Paraje Entre Ríos (42°0'29,09"S; 71°34'45,95"O), sobre suelo, 9-V-2016, Cottet 330 (BCRU).

Bryum argenteum Hedw. [Bryaceae]

Distribución. Esta especie posee distribución cosmopolita (Sharp *et al.*, 1994). En la Argentina se mencionó previamente para provincias tanto del norte como del sur: CO, CORR, SC y TF (Matteri, 2003). Nueva mención para RN.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Río Negro: *Dpto. Bariloche*, San Carlos de Bariloche, Arroyo del Medio (41°10'7,41"S; 71°15'9,65"O), sobre suelo, 9-XI-2016, Cottet 141 (BCRU); *ibid.*, Dina Huapi, cerro Carmen de Villegas (41°2'33,17"S; 71°6'37,03"O), sobre suelo, 6-VIII-2016, Cottet 170 (BCRU); *ibid.*, *Dpto. Pilcaniyeu*, Pilcaniyeu (41°6'8,10"S; 70°56'5,93"O), sobre suelo, 9-XI-2016, Cottet 165 (BCRU).

Bryum caespiticium Hedw. [Bryaceae]

Distribución. Esta especie tiene distribución cosmopolita, aunque se encuentra ausente en zonas bajas tropicales y subtropicales (Sharp *et al.*, 1994). En la Argentina la especie fue mencionada por Matteri (2003) en la región patagónica para NE y TF. Nueva mención para RN.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Río Negro: *Dpto. Pilcaniyeu*, Pilcaniyeu (41°6'8,10"S; 70°56'5,93"O), sobre suelo, 2-VII-2017, Cottet 162 (BCRU).

Bryum canariense Brid. [Bryaceae]

Distribución. Esta especie presenta una distribución mundial amplia: América (Argentina, Bolivia, Brasil y México), oeste de África y sur de Europa (Sharp *et al.*, 1994). En la Argentina la especie ha sido mencionada, tanto para el norte y centro del país como para el sur, en MI, CO, BA y TF, como *B. clavatum* (Schimp.) Müll. Hal. (Matteri, 2003). Nueva mención para RN.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Río Negro: *Dpto. Bariloche*, San Carlos de Bariloche, Parque Municipal Llao Llao, sendero de Arrayanes (41°3'16,95"S; 71°32'24,17"O), sobre suelo, 3-VII-2016, Cottet 109 (BCRU).

Campylopus pilifer Brid. [Dicranaceae]

Distribución. Esta especie se distribuye en regiones templadas y subantárticas del hemisferio sur: Argentina, sur de Brasil, Chile, Nueva Zelanda, Nueva Caledonia, y Uruguay (Gradstein & Sipman, 1978). En la Argentina Matteri (2003) menciona la especie para CO y bajo su sinónimo, *Campylopus introflexus* (Hedw.) Brid., para provincias tanto del norte como del sur del país: MI, CO, ER, RN y TF (Matteri, 2003). Nueva mención para NE.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Neuquén: *Dpto. Chos Malal*, Área Natural Protegida Domuyo, sendero Los Tachos (36°41'26,20"S; 70°32'41,70"O), sobre suelo, 8-I-2019, Cottet 622 (BCRU).

Chrysoblastella chilensis (Mont.) Reimers [Ditrichaceae]

Distribución. Esta especie se distribuye en regiones templado-frías del hemisferio sur: Argentina, Australia incluyendo Tasmania, Chile y Nueva Zelanda. Además, se ha registrado a lo largo de los Andes donde se desarrolla a grandes alturas en Bolivia, Colombia y Perú. También en Costa Rica, República Dominicana y algunas islas del Océano Atlántico (Georgia del Sur, Islas Príncipe Eduardo, Macquarie y Tristán da Cunha,) (Ellis *et al.*, 2012). En la Argentina, ha sido mencionada con anterioridad para el sur del país en NE y RN (Matteri, 2003). Nueva mención para CHU.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Chubut: *Dpto. Cushamen*, Parque Nacional Lago Puelo, sendero Río Turbio (42°13'23,89"S; 71°40'38,37"O), sobre suelo, 27-XII-2014, Cottet 299 (BCRU); *ibid.*, Planta Educativa (42°5'28,16"S; 71°38'4,66"O), sobre suelo, 30-XI-2017, Cottet 503 (BCRU).

Cryphaea consimilis Mont. [Cryphaeaceae]

Distribución. Esta especie presenta una distribución austro-americana restringida a la Argentina y Chile (Rao, 2001; Cottet *et al.*, 2016).

Cottet *et al.*, 2016 la mencionan por primera vez para la Argentina dentro de los bosques subantárticos de la provincia de CHU. Nueva mención para RN.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Río Negro: *Dpto. Cushamen*, Parque Nacional Nahuel Huapi, Paso Pérez Rosales (41°8'31,30"S; 71°48'4,59"O), sobre madera, 10-XII-2016, Cottet 97 (BCRU).

Cryphaea jamesonii Taylor [Cryphaeaceae]

Distribución. Esta especie se distribuye en América (Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, Haití, México, Nicaragua, Perú, República Dominicana y Venezuela). En nuestro país Suárez & Schiavone (2010a) señalan que la especie se distribuye en el norte en JU, SA, CA y TU. Nueva mención para NE.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Neuquén: *Dpto. Catán Lil*, entre Pilolil y Rahue (39°23'42,55"S; 70°55'5,70"O), sobre suelo, 5-X-2018, Cottet 643 (BCRU).

Cryphaea patens Hornsch. *ex* Müll. Hal. [Cryphaeaceae]

Distribución. Esta especie se distribuye en el continente americano (Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, México, Paraguay, Perú y Venezuela). En el país la especie ha sido registrada con anterioridad en la región norte, en SA, TU y MI (Suárez & Schiavone, 2010a). Nueva mención para NE.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Neuquén: *Dpto. Minas*, Las Ovejas, Lagunas de Epulafquen, laguna Superior (36°49'2,25"S; 71°4'52,80"O), sobre suelo, 8-I-2019, Cottet 632 (BCRU).

Dicranella vaginata (Hook.) Cardot [Dicranaceae]

Distribución. Esta especie se distribuye en América y Oceanía (Nueva Zelanda) (Sainsbury, 1955; Sharp *et al.*, 1994; Larrain *et al.*, 2010). En la Argentina ha sido mencionada previamente tanto en el noreste como en el sur en CO y NE (Matteri, 2003). Nueva mención para RN, CHU y SC.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Neuquén: *Dpto. Catán Lil*, entre Pilolil y Rahue (39°23'42,55"S; 70°55'5,70"O), sobre suelo,

5-X-2018, Cottet 643 (BCRU); *ibid.*, *Dpto. Los Lagos*, Siete Lagos, ingreso Trafal (40°35'46,71"S; 71°39'13,72"O), sobre suelo, 2-XI-2019, Cottet 671 (BCRU); Prov. Chubut: *Dpto. Futaleufú*, Parque Nacional Los Alerces (42°35'46,48"S; 71°38'33,08"O), sobre suelo, 7-IX-2019, Cottet 655 (BCRU); Prov. Santa Cruz: *Dpto. Lago Buenos Aires*, Los Antiguos, Ruta Provincial N°41, nacientes del río Calele (47°1'31,92"S; 71°48'27,97"O), sobre suelo, 9-XII-2019, Cottet 671 (BCRU).

Dicranoloma capillare (Dusén) Broth. [Dicranaceae]

Distribución. Esta especie se distribuye en Argentina y Chile (Calabrese, 1995). En la Argentina se ha mencionado con anterioridad para el sur en RN (Matterri, 2003). Nueva mención para TF.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur: *Dpto. Tolhuin*, Tolhuin, sendero Laguna Negra (54°31'8,71"S; 67°15'59,31"O), sobre suelo, 27-I-2018, Cottet 458 (BCRU).

Ditrichum difficile (Duby) M. Fleisch. [Ditrichaceae]

Distribución. Esta especie se distribuye en el hemisferio sur: América del Sur, Australasia y sur de África (Calabrese, 1995). En la Argentina se ha registrado previamente tanto en el norte como en el sur en SA, RN y TF (Matterri, 2003; Colotti & Suárez, 2017). Nueva mención para NE, CHU y SC.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Neuquén: *Dpto. Minas*, Las Ovejas, Lagunas de Epulafquen, laguna Superior (36°49'2,25"S; 71°4'52,80"O), sobre suelo, 8-I-2019, Cottet 626 (BCRU); *ibid.*, *Dpto. Los Lagos*, Parque Nacional Lanín, Termas del Queñi (40°10'20,17"S; 71°43'19,84"O), 30-XII-2018, Cottet 577 (BCRU); Prov. Chubut: *Dpto. Cushamen*, El Hoyo, Puerto Patriada (42°8'54,23"S; 71°32'31,09"O), sobre suelo, X-2016, Cottet 293 (BCRU); *ibid.*, *Dpto. Futaleufú*, Parque Nacional Los Alerces, arroyo Centinela (42°48'23,09"S; 71°37'43,79"O), 29-I-2017, Cottet 104 (BCRU); Prov. Santa Cruz: *Dpto. Lago Argentino*, Parque Nacional Los Glaciares, El Chaltén, sendero Tres Lagunas (49°17'31,68"S; 72°56'29,01"O), sobre suelo, 1-II-2018, Cottet 472 (BCRU); *ibid.*, Puerto

Argentino (50°28'10,93"S; 72°58'47,04"O), 26-XI-2016, Cottet 43 (BCRU).

Ditrichum heteromallum (Hedw.) E. Britton [Dicranaceae]

Distribución. Esta especie se distribuye en Argentina y Chile (Matterri, 2003; Carmo & Peralta, 2020). En la Argentina ha sido mencionada previamente para el sur en TF (Matterri, 2003). Nueva mención para RN y CHU.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Río Negro: *Dpto. Bariloche*, Parque Nacional Nahuel Huapi, sendero Puerto Cántaros-Puerto Blest (41°1'4,90"S; 71°49'33,76"O), sobre suelo, 8-IX-2017, Cottet 242 (BCRU); Prov. Chubut: *Dpto. Cushamen*, Lago Puelo, Paraje Entre Ríos, confluencia río Azul y río Quemquentreu (42°0'31,10"S; 71°35'17,95"O), sobre suelo, I-2016, Cottet 443 (BCRU).

Drepanocladus aduncus (Hedw.) Warnst. [Amblystegiaceae]

Distribución. Esta especie se distribuye en África, Andes de América del Sur (Argentina y Chile) y en el hemisferio norte (Ochyra & Matterri, 2001). En la Argentina la especie ha sido mencionada, bajo su sinónimo *D. polycarpus* (Voit) Warnst., en TF (Matterri, 2003). Nueva mención para RN.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Río Negro: *Dpto. Bariloche*, San Carlos de Bariloche, Parque Municipal Llao Llao, sendero de Arrayanes, sobre suelo, 3-VII-2016, Cottet 110 (BCRU).

Drepanocladus polygamus (Schimp.) Hedenäs [Amblystegiaceae]

Distribución. Esta especie se distribuye en América del Norte, Asia, Europa y Oceanía (Sharp *et al.*, 1994). En la Argentina *C. polygamum* ha sido mencionada con anterioridad en el sur para la provincia de SC (Matterri, 1975). Nueva mención para NE y RN.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Neuquén: *Dpto. Los Lagos*, Parque Nacional Lanín, Playa Yuco (40°9'53,85"S; 71°31'26,82"O), sobre suelo, 31-XII-2018, Cottet 574 (BCRU); Prov. Río Negro: *Dpto. Bariloche*, San Carlos de Bariloche, Villa Los Coihues, VII-2017 (41°8'41,58"S; 71°24'40,01"O), sobre suelo, Cottet 3 (BCRU); *ibid.*, Parque Municipal Llao Llao, sendero de

Arrayanes (41°3'25,59"S; 71°32'31,56"O), sobre suelo, 3-VII-2016, Cottet 122 (BCRU); *ibid.*, El Bolsón (41°57'35,59"S; 71°31'51,47"O), sobre suelo, VII-2018, Cottet 648 (BCRU).

Eustichia longirostris (Brid.) Brid. [Eustichiaceae]

Distribución. Esta especie posee una distribución afroamericana (Ellis *et al.*, 2011). En la Argentina ha sido registrada previamente para el sur en la provincia de NE (Matterri, 2003). Nueva mención para CHU.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Chubut: *Dpto. Futaleufú*, Parque Nacional Los Alerces, lago Rivadavia, sobre suelo, 1-7-2017, Cottet 522 (BCRU).

Fabronia ciliaris (Brid.) Brid. [Fabroniaceae]

Distribución. Esta especie tiene distribución americana extendiéndose desde México hasta Chile, Australia, Europa, este de Asia e islas del Pacífico (Buck, 1998; Caners, 2017). En la Argentina ha sido registrada previamente para JU, SA, TU, SE, FO, CHA, MI, CORR, CO, BA y SC (Matterri, 2003; Jiménez *et al.*, 2020). Nueva mención para NE, RN, CHU y TF.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Neuquén: *Dpto. Chos Malal*, Área Natural Protegida Domuyo, Cañón del Atreuco, sobre suelo, 8-I-2019, Cottet 611 (BCRU); *ibid.*, sendero Los Tachos, sobre suelo, 8-I-2019, Cottet 615 (BCRU); *ibid.*, *Dpto. Los Lagos*, Parque Nacional Lanín, Playa Yuco, sobre suelo, 31-XII-2018, Cottet 576 (BCRU); *ibid.*, Termas del Queñi, sobre suelo, 31-XII-2018, Cottet 576 (BCRU); *ibid.*, Parque Nacional Arrayanes, laguna La Patagua, sobre suelo, 13-I-2018, Cottet 512 (BCRU); Prov. Río Negro: *Dpto. Bariloche*, Parque Nacional Nahuel Huapi, Puerto Blest, Barranco de los Huillines, sobre suelo, 8-IX-2017, Cottet 231 (BCRU); *ibid.*, Arroyo del Medio, sobre suelo, 9-XI-2016, Cottet 143 (BCRU); *ibid.*, *Dpto. Pilcaniyeu*, Pilcaniyeu, Ruta Provincial N° 23 (41°04'40.7"S; 70°58'12.3"O), sobre suelo, 7-II-2017, Cottet 15 (BCRU); Prov. Chubut: *Dpto. Cushamen*, Parque Nacional Lago Puelo, sendero Río Turbio, sobre suelo, 27-XII-2014, Cottet 6 (BCRU 5501); *ibid.*, *Dpto. Gaimán*, Dolavon (43°18'35.3"S; 65°42'41.4"O), sobre suelo, 13-II-2017, Cottet 29 (BCRU); *ibid.*,

Ruta Provincial N° 25, Km 100 (43°27'13.9"S; 66°07'15.4"O), sobre suelo, 13-II-2017, Cottet 29 (BCRU); *ibid.*, *Dpto. Languiño*, Tecka, río Tecka (43°27'41.0"S; 70°51'26.8"O), sobre suelo, 13-II-2017, Cottet 37 (BCRU); Prov. Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur: *Dpto. Ushuaia*, Parque Nacional Tierra del Fuego, Lapataia, sobre suelo, 25-I-2018, Cottet 439 (BCRU).

Fissidens crispus Mont. [Fissidentaceae]

Distribución. Esta especie se distribuye desde el norte del continente americano hasta el sur de Chile y Argentina (Pursell, 1997, 2007). En la Argentina ha sido registrada previamente para TU, MI y CORR (Matterri, 2003). Nueva mención para CHU.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Chubut: *Dpto. Cushamen*, Parque Nacional Los Alerces, arroyo Centinela (42°48'23,09"S; 71°37'43,79"O), sobre suelo sumergido, 29-I-2017, Cottet 105 (BCRU).

Funaria hygrometrica Hedw. [Funariaceae]

Distribución. Esta especie presenta una distribución cosmopolita (Sharp *et al.*, 1994). En la Argentina ha sido registrada para JU, SA, MI, CORR, SF, CO, BA, RN, CHU y SC (Matterri, 2003). Nueva mención para NE.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Río Negro: *Dpto. Bariloche*, San Carlos de Bariloche, barrio Belgrano (41°8'15,37"S; 71°19'1,25"O), sobre suelo, V-2018, Cottet 645 (BCRU).

Grimmia laevigata (Brid.) Brid. [Grimmiaceae]

Distribución. La especie se distribuye en África, América, Asia, Australia y Europa (Muñoz, 1999). En la Argentina ha sido registrada con anterioridad tanto en el centro como el sur del país en CO, BA y RN (Matterri, 2003). Nueva mención para NE y CHU.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Neuquén: *Dpto. Los Lagos*, Parque Nacional Lanín, lago trome, sobre suelo, 27-VIII-2016, Cottet 181 (BCRU); Prov. Chubut: *Dpto. Cushamen*, Parque Nacional Lago Puelo, sendero Jardín Botánico, sobre madera, 30-VIII-2014, Cottet 317 (BCRU); *ibid.*, *Dpto. Gaimán*, Ruta Provincial N° 25, Km 100 (43°27'13.9"S; 66°07'15.4"O), 13-II-2017, Cottet 34 (BCRU).

Haplocladium microphyllum (Sw. ex Hedw.) Broth. [Thuidiaceae]

Distribución. La especie posee una amplia distribución en América (de Canadá hasta Argentina), así como también en el este de Asia (Buck, 1998). En la Argentina ha sido mencionada en JU, SA, MI, CHA, FO, CORR y BA (Matterri, 2003). Nueva mención para NE, RN, CHU, SC y TF.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Neuquén: *Dpto. Picunches*, Primeros Pinos, sobre suelo, 4-I-2019, Cottet 561 (BCRU); *ibid.*, *Dpto. Los Lagos*, Parque Nacional Lanín, Termas del Queñi, sobre suelo, 30-XII-2018, Cottet 582 (BCRU); *ibid.*, Parque Nacional Arrayanes, laguna La Patagua, sobre suelo, 13-I-2018, Cottet 511 (BCRU); Prov. Río Negro: *Dpto. Bariloche*, Parque Nacional Nahuel Huapi, sendero Puerto Cántaros-Puerto Blest, sobre suelo, 8-IX-2017, Cottet 238 (BCRU); *ibid.*, San Carlos de Bariloche, Villa Los Coihues, sobre suelo, VII-2017, Cottet 9 (BCRU); *ibid.*, *Dpto. Pilcaniyeu*, Dina Huapi, cerro Carmen de Villegas, sobre suelo, 6-VIII-2016, Cottet 170 (BCRU); Prov. Chubut: *Dpto. Cushamen*, Parque Nacional Lago Puelo, sendero Pitranto Grande, sobre suelo, 22-II-2014, Cottet 310 (BCRU); Prov. Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur: *Dpto. Tolhuin*, Tolhuin, sendero Laguna Negra, sobre suelo, 27-I-2018, Cottet 459 (BCRU).

Hedwigia filiformis (Michx.) P. Beauv. [Hedwigiaceae]

Distribución. La especie tiene una amplia distribución; África, este de Europa y Latinoamérica. En la Argentina ha sido mencionada, bajo el sinónimo *Hedwigidium integrifolium* (P. Beauv.) Dixon ex C. E. O. Jensen, tanto en el norte como en el sur en TU y CHU (Matterri & Schiavone, 2002; Matterri, 2003). Nueva mención para SC.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Santa Cruz: *Dpto. Lago Argentino*, El Chaltén, sendero Tres Lagunas, sobre suelo, 1-II-2018, Cottet 464 (BCRU).

Herpetineuron tocoae (Sull. & Lesq.) Cardot [Thuidiaceae]

Distribución. La especie ha sido registrada en América (Argentina, Estados Unidos, Guatemala,

México y República Dominicana), África (Tanzania), Asia (Filipinas, India e Indonesia en Java y Sumatra) y Oceanía (Nueva Caledonia) (Sharp *et al.*, 1994). En la Argentina se ha mencionado en el norte para MI y CORR (Matterri, 2003). Nueva mención para CHU.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Chubut: *Dpto. Cushamen*, Parque Nacional Lago Puelo, Planta Educativa, sobre suelo, 30-XI-2017, Cottet 504 (BCRU).

Hypnum cupressiforme Hedw. [Hypnaceae]

Distribución. La especie es considerada cosmopolita (Buck, 1998). En la Argentina fue registrada en RN (Matterri, 2003). Nueva mención para CHU y SC.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Chubut: *Dpto. Cushamen*, Parque Nacional Lago Puelo, sendero Jardín Botánico, sobre madera, 30-VIII-2014, Cottet 320 (BCRU); *ibid.*, sendero Cordón Derrumbe, sobre suelo, 26-XII-2014, Cottet 297 (BCRU); Prov. Santa Cruz: *Dpto. Lago Argentino*, Parque Nacional Los Glaciares, Puerto Argentino, sobre suelo, 26-XI-2016, Cottet 53 (BCRU).

Imbricium subapiculatum (Hampe) D. Bell & Holyoak [Bryaceae]

Distribución. Esta especie tiene una amplia distribución en zonas subtropicales y templadas del mundo (Sharp *et al.*, 1994). En la Argentina ha sido mencionada con anterioridad, bajo su sinónimo *Bryum subapiculatum* Hampe, para CORR, BA y TF (Matterri, 2003). Nueva mención para SC.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Santa Cruz: *Dpto. Lago Buenos Aires*, Los Antiguos, Ruta Provincial N°41, arroyo Seco (46°42'38,69"S; 71°40'26,83"O), sobre suelo, 9-XII-2019, Cottet 737 (BCRU).

Leptodictyum humile (P. Beauv.) Ochrya [Amblystegiaceae]

Distribución. La especie fue reportada para América del Norte, Argentina, Asia y Europa (Sharp *et al.*, 1994). En la Argentina fue mencionada para el norte de MI (Matterri, 2003). Nueva mención para NE.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Neuquén: *Dpto. Los Lagos*, Parque Nacional

Arrayanes, península de Quettrihue, sobre suelo, 13-I-2018, Cottet 510 (BCRU)

Leptodontium longicaule Mitt. [Pottiaceae]

Distribución. Esta especie se distribuye en África y los Andes sudamericanos (Zanders, 1972). En la Argentina fue mencionada para el sur en la provincia de TF (Matteri, 2003). Nueva mención para RN.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Río Negro: *Dpto. Bariloche*, San Carlos de Bariloche, Parque Nacional Nahuel Huapi, isla sin nombre del lago Nahuel Huapi, sobre suelo, 22-III-2017, Cottet 413 (BCRU).

Lepyrodon tomentosus (Hook.) Mitt. [Lepyrodontaceae]

Distribución. Esta especie se distribuye, principalmente, en América Central y el norte de América del Sur (Sharp *et al.*, 1994). En la Argentina fue registrada tanto en el norte como en el sur, en CO, NE, CHU y TF (Matteri, 2003). Nueva mención para SC.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Santa Cruz: *Dpto. Lago Argentino*, Parque Nacional Los Glaciares, El Chaltén, sendero Tres Lagunas, sobre suelo, 1-II-2018, Cottet 467 (BCRU).

Oncophorus fuegianus Cardot [Dicranaceae]

Distribución. Esta especie se distribuye en la región fueguina de Argentina y Chile (Frahm *et al.*, 1998; Matteri, 2003). En la Argentina fue mencionada, bajo su sinónimo *Symblepharis fuegiana* (Cardot) Ochyra & Matteri, para la provincia de RN. Nueva mención para NE, SC y TF.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Neuquén: *Dpto. Los Lagos*, Parque Nacional Lanín, cascada Nivinco, sobre suelo, 15-XII-2016, Cottet 427 (BCRU); Prov. Santa Cruz: *Dpto. Lago Argentino*, Parque Nacional Los Glaciares, El Chaltén, sendero Tres Lagunas, sobre suelo, 1-II-2018, Cottet 471 (BCRU); *ibid.*, sendero Salto del Chorrillo, sobre suelo, 2-II-2018, Cottet 478 (BCRU); Prov. Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur: *Dpto. Tolhuin*, Tolhuin, sendero Cascada Escondida, sobre suelo, 26-I-2018, Cottet 452 (BCRU).

Oreoweisia erosa (Hampe *ex* Müll. Hal.) Kindb. [Dicranaceae]

Distribución. Esta especie se distribuye en América (Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, México y Venezuela) (Sharp *et al.*, 1994; Blockeel *et al.*, 2004). En la Argentina ha sido mencionada previamente para MI, bajo el sinónimo *O. lechleri* (Müll. Hal.) Kindb. (Matteri, 2003). Nueva mención para RN.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Río Negro: *Dpto. Veinticinco de Mayo*, Los Menucos (40°20'27.5''S; 68°02'56.7''O), sobre roca, 8-II-2017, Cottet 21 (BCRU).

Pilopogon schilleri Herzog & Thér. [Dicranaceae]

Distribución. Esta especie se distribuye en la región austral de Argentina y Chile (Suárez & Schiavone, 2009). En el país ha sido registrada previamente en RN, CHU y TF (Suárez & Schiavone, 2009). Nueva mención para NE.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Neuquén: *Dpto. Los Lagos*, Parque Nacional Lanín, lago Tromen, sobre suelo, 27-VIII-2016, Cottet 185 (BCRU).

Pohlia wahlenbergii (F. Weber & D. Mohr) A.L. Andrews [Bryaceae]

Distribución. Esta especie se encuentra ampliamente distribuida tanto en el hemisferio norte como el hemisferio sur (Sharp *et al.*, 1994; Suárez & Schiavone, 2010b). En la Argentina ha sido registrada previamente tanto en la región norte como sur en TU, NE, RN y TF (Matteri, 2003; Suárez & Schiavone, 2010b). Nueva mención para SC.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Santa Cruz: *Dpto. Corpen Aike*, Comandante Luis Piedra Buena, Jardín Botánico Municipal, margen de río (49°59'27,61''S; 68°54'44,51''O), sobre suelo, 3-XII-2019, Cottet 727 (BCRU); *ibid.*, *Dpto. lago Buenos Aires*, Los Antiguos, arroyo Pedregoso (46°37'11,63''S; 71°15'56,52''O), sobre suelo sumergido, 10-XII-2019, Cottet 750 (BCRU).

Polytrichastrum longisetum (Sw. *ex* Brid.) G.L. Sm. [Polytrichaceae]

Distribución. Esta especie se distribuye en América del Norte, América del Sur (Argentina

y Chile), Europa, norte de Asia (Corea y Japón) y Oceanía (Nueva Guinea y Nueva Zelanda) (Schiaivone, 1993). En la Argentina ha sido registrada previamente en el sur en NE, SC y TF (Matteri, 2003). Nueva mención para RN.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Río Negro: *Dpto. Bariloche*, San Carlos de Bariloche, Villa Los Coihues, sobre suelo, VII-2017, Cottet 8 (BCRU).

Ptychostomum pallescens (Schleich. ex Schwägr.) J.R. Spence [Bryaceae]

Distribución. Esta especie se distribuye en tierras elevadas del hemisferio norte, América del Sur y Oceanía (Nueva Zelanda) (Sharp *et al.*, 1994). En la Argentina Matteri (2003) menciona la especie para RN, CHU y TF. Nueva mención para SC.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Santa Cruz: *Dpto. Lago Argentino*, Parque Nacional Los Glaciares, Puerto Argentino (50°28'10,93"S; 72°58'47,04"O), sobre suelo, 26-XI-2016, Cottet 42 (BCRU).

Rosulabryum billardierii (Schwägr.) J.R. Spence [Bryaceae]

Distribución. Esta especie está ampliamente distribuida en el mundo: África (Madagascar), América (Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, Estados Unidos, Guatemala, Guayana, Haití, Honduras, Jamaica, México, Perú y Venezuela), Asia (Japón) y Oceanía (Australia y Nueva Zelanda) (Sharp *et al.*, 1994). Para la Argentina ha sido mencionada tanto en el norte como en el sur en JU, CORR, NE, RN y TF (Matteri, 2003). Nueva mención para SC.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Santa Cruz: *Dpto. Deseado*, Puerto Deseado, Cañón del Centro (47°44'21,30"S; 65°55'58,82"O), sobre suelo, 1-XII-2019, Cottet 699 (BCRU).

Sanionia uncinata (Hedw.) Loeske [Amblystegiaceae]

Distribución. Esta especie se distribuye de manera bipolar con sitios intermedios en montañas tropicales (Ochyra & Matteri, 2001). Para la Argentina ha sido mencionada previamente en el sur en NE, RN y TF (Matteri, 2003). Nueva mención para CHU y SC.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Chubut: *Dpto. Cushamen*, Parque Nacional Lago Puelo, sendero Jardín Botánico, sobre suelo, 30-VIII-2014, Cottet 319 (BCRU); *ibid.*, *Dpto. Futaleufú*, Parque Nacional Los Alerces, lago Rivadavia, sobre suelo, 17-X-2017, Cottet 524 (BCRU); Prov. Santa Cruz: *Dpto. Güer Aike*, Ruta Provincial N°5, río Coyle (51°24'44,99"S; 70°11'35,62"O), sobre suelo, 5-XII-2019, Cottet 710 (BCRU).

Sauloma tenella (Hook. f. & Wilson) Mitt. [Hookeriaceae]

Distribución. Esta especie se distribuye en América (Argentina y Chile) y Oceanía (Australia y Nueva Zelanda) (Matteri, 1975). Para la Argentina ha sido mencionada con anterioridad en el sur en NE y TF (Matteri, 2003). Nueva mención para SC.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Santa Cruz: *Dpto. Los Lagos*, Parque Nacional El Chaltén, sendero Tres Lagunas, sobre suelo, 1-II-2018, Cottet 470 (BCRU)

Scouleria patagonica (Mitt.) A. Jaeger [Grimmiaceae]

Distribución. Esta especie se distribuye en Argentina y Chile (Matteri, 1979). Para la Argentina ha sido mencionada en el sur en NE, RN y TF (Matteri, 2003). Nueva mención para CHU.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Chubut: *Dpto. Cushamen*, Parque Nacional Lago Puelo, sendero Mirador del Lago (42°5'43,13"S; 71°36'42,80"O), sobre roca, 20-V-2016, Cottet 334 (BCRU).

Tayloria magellanica (Brid.) Mitt. [Splachnaceae]

Distribución. Esta especie posee una distribución sudamericana (Fife, 2015). En la Argentina se ha registrado para SC y TF (Matteri, 2003). Nueva mención para RN.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Río Negro: *Dpto. Bariloche*, El Bolsón, Refugio Los Laguitos, sobre suelo, I-2017, Cottet 425 (BCRU).

Tortula muralis Hedw. [Pottiaceae]

Distribución. Esta especie se distribuye en América, Asia, Europa y Oceanía (Gallego & Cano, 2008). En la Argentina ha sido registrada en las regiones del noreste, centro y sur del país para

MI, SF, CORR, ER, ME, CO, BA y TF (Matteri, 2003). Nueva mención para SC.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Santa Cruz: *Dpto. Corpen Aike*, Parque Nacional Monte León (50°21'18,27"S; 68°55'13,32"O), sobre suelo, 3-XII-2019, Cottet 721 (BCRU).

Weymouthia mollis (Hedw.) Broth. [Meteoriaceae]

Distribución. Esta especie se distribuye en el hemisferio sur (Argentina, Chile, Nueva Zelanda y Tasmania) (Streiman, 1991; Quandt *et al.*, 2001). En la Argentina ha sido registrada para SC (Matteri, 2003). Nueva mención para RN.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Río Negro: *Dpto. Bariloche*, Parque Nacional Nahuel Huapi, Pampa Linda, sobre suelo, 8-XII-2016, Cottet 72 (BCRU).

CONCLUSIONES

Se presentan novedades de distribución para 46 especies de musgos, distribuidos en 37 géneros, pertenecientes a 21 familias. Se reportan por primera vez para la provincia de Neuquén 15 especies, 16 para Río Negro, 17 para Chubut, y cuatro para Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur. Entre las especies encontradas, algunas se reportan para más de una provincia patagónica. Las numerosas novedades de distribución aquí presentadas, demuestran la relevancia de continuar realizando estudios florísticos en la región sur del país. Estos relevamientos contribuyen a ampliar el conocimiento de la distribución y ocurrencia de distintos taxones en ambientes poco explorados de la Argentina.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

ACC coleccionó e identificó el material estudiado. Ambas autoras realizaron la preparación del manuscrito.

AGRADECIMIENTOS

Las autoras agradecen a la Administración de Parques Nacionales por el otorgamiento de permisos de colección. Este trabajo fue financiado por el CONICET y la UNComahue.

BIBLIOGRAFÍA

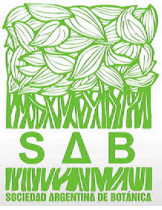
- BARTHELEMY, D., C. BRION & J. PUNTIERI. 2008. *Plantas de la Patagonia*. Vazquez Mazzini Editores, Buenos Aires.
- BLOCKEEL, T. L., H. BEDNAREK-OCHYRA, R. OCHYRA, M. A. BRUGGEMAN-NANNENGA, ... & C. VIEIRA. 2004. New national and regional bryophyte records, 10. *J. Bryol.*, 26: 305-309. <https://doi.org/10.1179/174328204X19522>
- BUCK, W. R. 1998. Pleurocarpous mosses of the West Indies. *Mem. New York Bot. Gard.* 82: 1-400.
- CALABRESE, G. M. 1995. *Musgos de Puerto Blest y alrededores*. Trabajo final para optar al Grado de Licenciada en Ciencias Biológicas. Universidad Nacional del Comahue, Argentina.
- CALABRESE, G. M & C. M. MATTERI. 1999. Los musgos (Bryophyta) de Puerto Blest y alrededores (Parque Nacional Nahuel Huapi, Argentina) I. Lista comentada de las especies. *Rev. Mus. Argent. Cienc. Nat.* 1: 23-48.
- CANERS, R. T. 2017. *Fabronia ciliaris*, a moss new to Canada from southeastern Manitoba. *Can. Field-Nat.* 131: 246-251. <https://doi.org/10.22621/cfn.v131i3.1961>
- CARMO, D. M. & D. F. PERALTA. 2020. Sinopse do gênero *Dicranella* (Müll.Hal.) Schimp. (Dicranellaceae, Bryophyta) para o Brasil com lectotipificações e citações de novas ocorrências. *Pesqui. Bot.* 74: 249-282.
- COLOTTI, M. T. & G. M. SUÁREZ. 2017. Novedades sobre la familia Ditrichaceae (Bryophyta) en los pisos superiores de las Yungas subtropicales de Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 52: 277-289. <https://doi.org/10.31055/1851.2372.v52.n2>
- COLOTTI, M. T. & G. M. SUÁREZ. 2019. Primer registro de *Catagonium brevicaudatum* (Catagoniaceae) para la Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 54: 13-16. <http://dx.doi.org/10.31055/1851.2372.v54.n1.23575>
- COTTET, A. C. & M. I. MESSUTI. 2019. Dos nuevos registros de musgos (Bryophyta) para la Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 54: 487-491. <http://dx.doi.org/10.31055/1851.2372.v54.n4.24114>
- COTTET, A. C., G. M. SUÁREZ, M. M. SCHIAVONE & M. I. MESSUTI. 2016. *Cryphaea consimilis* (Cryphaeaceae, Bryophyta), nueva cita para la Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 51: 219-222.
- ELLIS L. T., A. K. ASTHANA, V. SAHU, A. SRIVASTAVA ... & J. VÁÑA. 2011. New national

- and regional bryophyte records, 28. *J. Bryol.*, 33: 237-247.
<https://doi.org/10.1179/1743282011Y.0000000022>
- ELLIS, L. T., H. BEDNAREK-OCHYRA, B. CYKOWSKA, R. OCHYRA, ... & O. O. BARSUKOV. 2012. New national and regional bryophyte records, 30. *J. Bryol.* 34: 45-51.
<https://doi.org/10.1179/1743282011Y.0000000042>
- FIFE, A. J. 2015. Splachnaceae. En: HEENAN, P. B., I. BREITWIESER & A. D. WILTON (eds.), *Flora of New Zealand -Mosses*. Fascicle 18. Manaaki Whenua Press, Lincoln.
- FRAHM, J. P. 2003. Manual of tropical bryology. *Trop. Bryol.* 23: 1-200.
- FRAHM, J. P., V. BUCHBENDER, S. LACHMANN, K. REIFENRATH & F. WERNER. 1998. Revision der Gattung *Oncophorus* (Musci, Dicranaceae). *Trop. Bryol.* 14: 119-131.
- FUERTES LASALA, E., C. PRADA & C. H. ROLLERI. 2015. Aportaciones a la flora briofítica de los bosques tropicales y subtropicales de la Argentina (Bryophyta, Musci). *Bot. Complut.* 39: 49-61.
https://doi.org/10.5209/rev_BOCM.2015.v39.49133
- CANO, M. J., & M. T. GALLEGO. 2008. The genus *Tortula* (Pottiaceae, Bryophyta) in South America. *Bot. J. Linn. Soc.* 156: 173-220.
<https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.2007.00739.x>
- GRADSTEIN, S. R. & H. J. M. SIPMAN. 1978. Taxonomy and world distribution of *Campylopus introflexus* and *C. pilifer* (= *C. polytrichoides*): a new synthesis. *Bryologist* 81: 114-121.
<https://doi.org/10.2307/3242275>
- HÄSSEL DE MENÉNDEZ, G. G. & S. S. SOLARI. 1975. Bryophyta, Orden Calobryales, Orden Jungermaniales. En: GUARRERA, S. A., I. J. GAMUNDÍ DE AMOS & C. M. MATTERI (eds.), *Flora Criptogámica de Tierra del Fuego*, Tomo 15, CONICET, Buenos Aires.
- HEDDERSON, T. A. 2021. Nine moss species new for South Africa with additional records for 14 rare or poorly known species. *J. Bryolog.* 43: 115-121.
<https://doi.org/10.1080/03736687.2020.1833556>
- JIMENEZ, S., G. M. SUÁREZ & R. A. CABRAL. 2020. New records of mosses from the Dry Chaco forest of Santiago del Estero, Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 55: 547-555.
<https://doi.org/10.31055/1851.2372.v55.n4.30127>
- LARRAÍN, J., G. M. SUÁREZ, H. BEDNAREK-OCHYRA & R. OCHYRA. 2010. The rediscovery of *Dicranella circinata* (Dicranellaceae, Bryophyta), with comments on other Southern South American species of *Dicranella*. *Nova Hedwigia* 91: 361-376.
<https://doi.org/10.1127/0029-5035/2010/0091-0361>
- MATTERI, C. M. 1975. Bryophyta, Musci Hookeriales. En: GUARRERA, S. A., I. J. GAMUNDÍ DE AMOS & C. M. MATTERI (eds.), *Flora Criptogámica de Tierra del Fuego*, Tomo 14. CONICET, Buenos Aires.
- MATTERI, C. M. 1979. Notas briológicas (Musci) IV y V. *Bryologist* 82: 99-102. <https://doi.org/10.2307/3241979>
- MATTERI, C. M. 2003. Los musgos (Bryophyta) de Argentina. *Trop. Bryol.* 24: 33-100.
<https://doi.org/10.11646/bde.24.1.8>
- MATTERI, C. M. & M. M. SCHIAVONE. 2002. Catálogo de los musgos (Bryophyta) de la región Fueguina en Argentina y Chile. *Rev. Mus. Argent. Cienc. Nat.* 4: 111-138.
- MÜLLER, F. 2009. An updated checklist of the mosses of Chile. *Arch. Briol.* 58: 1-124.
- MUÑOZ, J. 1999. A revision of *Grimmia* (Musci, Grimmiaceae) in the Americas. 1: Latin America. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 86: 118-191.
<https://doi.org/10.2307/2666219>
- OCHYRA, R. & M. MATTERI. 2001. Bryophyta, Musci: Amblystegiaceae. En: GUARRERA, S. A., I. J. GAMUNDÍ DE AMOS & C. M. MATTERI (eds.), *Flora Criptogámica de Tierra del Fuego*, Tomo 14. CONICET, Buenos Aires.
- OLSON, D. M., E. DINERSTEIN, E. D. WIKRAMANAYAKE, N. D. BURGESS ... & K. R. KASSEM. 2001. Terrestrial ecoregions of the world: a new map of life on earth. *BioScience* 51: 933-938. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2001\)051\[0933:TEOTWA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2001)051[0933:TEOTWA]2.0.CO;2)
- PURSELL, R. A. 1997. Taxonomic notes on Neotropical *Fissidens*. II. An addendum. *Bryologist* 100: 193-197. <https://doi.org/10.2307/3244048>
- PURSELL, R. A. 2007. Fissidentaceae. *Flora Neotrop.* 101: 1-279.
- QUANDT, D., J. P. FRAHM & W. FREY. 2001. Patterns of molecular divergence within the palaeoaustral genus *Weymouthia* Broth. (Lembophyllaceae, Bryopsida). *J. Bryol.* 23: 305-311.
<https://doi.org/10.1179/jbr.2001.23.4.305>
- RAO, P. 2001. Monographic studies on *Cryphaea* (Bryopsida). *Bryobrothera* 7: 1-112.

- ROVERE, A. E. & G. M. CALABRESE. 2011. Diversidad de musgos en ambientes degradados sujetos a restauración en el Parque Nacional Lago Puelo (Chubut, Argentina). *Rev. Chil. Hist. Nat.* 84: 571-580.
<http://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2011000400009>
- SAINSBURY, G. O. K. 1955. A handbook of the New Zealand mosses. *Bull. R. Soc. New Zeal.* 5: 1-490.
- SCHIAVONE, M. M. 1993. Bryophyta, Musci Polytrichinales. En: GUARRERA, S. A., I. J. GAMUNDÍ DE AMOS & C. M. MATTERI (eds.), *Flora Criptogámica de Tierra del Fuego*, Tomo 14. CONICET, Buenos Aires.
- SHARP, A. J., H. CRUM & P. M. ECKEL. 1994. *The Moss Flora of Mexico*. The New York Botanical Garden, New York.
- STREIMANN, H. 1991. Taxonomic studies on Australian Meteoriaceae (Musci). 2: The genera *Aerobryopsis*, *Barbella*, *Floribundaria*, *Meteoriopsis*, *Meteorium* and *Weymouthia*. *The J. Hattori Bot. Lab.* 69: 277-312.
- SUÁREZ, G. M. & M. M. SCHIAVONE. 2009. El género *Pilopogon* (Bryophyta, Dicranaceae) en la Argentina. *Darwiniana* 47: 309-314.
- SUÁREZ, G. M. & M. M. SCHIAVONE. 2010a. La familia Cryphaeaceae (Bryophyta) en los bosques del noroeste de Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 45: 29-45.
- SUÁREZ, G. M. & M. M. SCHIAVONE. 2010b. *Pohlia* Section Apalodictyon (Bryaceae, Bryophyta) in Central and South America. *Nova Hedwigia* 91: 377-388.
<https://doi.org/10.1127/0029-5035/2010/0091-0377>
- TROPICOS.ORG. Missouri Botanical Garden [online]. Disponible en: <http://www.tropicos.org>. [Acceso: Marzo 2022].
- VALDÉS, F. E., D. F. PERALTA., A. C. COTTET, A. SAVORETTI & M. N. CABELLO. 2021. Novedades y nuevas citas de musgos (Bryophyta) de la Reserva Natural Punta Lara (Buenos Aires, Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 56: 21-30.
<https://doi.org/10.31055/1851.2372.v56.n2.30132>
- ZANDERS, R. H. 1972. Revision of the genus *Leptodontium* (Musci) in the New World. *Bryologist* 75: 213-280.
<https://doi.org/10.2307/3241464>

Nota de editor

Además, se utilizan la abreviaturas BA para la provincia de Buenos Aires, CA para Catamarca, CHA para Chaco, CO para Córdoba, CORR para Corrientes, ER para Entre Ríos, FO para Formosa, JU para Jujuy, ME para Mendoza, MI para Misiones, SA para Salta, SE para Santiago del Estero, SF para Santa Fe y TU para Tucumán.



ESTRATEGIAS FOTOSINTÉTICAS Y MORFO-ANATÓMICAS FOLIARES DE *LIGUSTRUM SINENSE* (OLEACEAE), UNA ESPECIE EXÓTICA INVASORA EN EL SOTOBOSQUE DE LA SELVA DE YUNGAS

PHOTOSYNTHETIC AND FOLIAR MORPHO-ANATOMICAL STRATEGIES OF *LIGUSTRUM SINENSE* (OLEACEAE), AN INVASIVE EXOTIC SPECIES IN THE YUNGAS FOREST UNDERSTORY

María I. Mercado¹, Sebastián E. Buedo², Daniela A. González³,
Priscila A. Powell⁴ & Juan A. González^{2*}

SUMMARY

Background and aims: *Ligustrum sinense* (Chinese privet) is a recognized invasive exotic species. The objective of this study was to determine the physiological and foliar anatomical traits of Chinese privet saplings that would give it an advantage for its establishment in the understory of the Yungas forest environment.

M&M: This study was conducted in Parque Nacional Aconquija (Tucumán, Argentina). The foliar physiological and morpho-anatomical traits deployed were investigated in an understory environment during spring-summer and winter. The anatomical features of the leaf blade and physiological variables related to gas exchange were analyzed. Also, the specific leaf area, leaf density, leaf nitrogen content and photosynthetic nitrogen-use efficiency were calculated.

Results: During spring-summer *L. sinense* displays a higher photosynthetic assimilation rate and a better photosynthetic nitrogen-use efficiency. Carboxylation efficiency, intrinsic water use efficiency, and leaf thickness were 26%, 34%, and 41% higher, respectively, during winter in contrast to spring-summer. In the winter an increase in leaf thickness contributed to improved CO₂ incorporation under suboptimal conditions for photosynthesis.

Conclusions: Chinese privet undergoes photosynthesis throughout the year and its success as an invasive species in the Yungas forest understory could be attributed at least in part to morpho-anatomical and physiological strategies.

KEY WORDS

Biological invasion, Chinese privet, leaf anatomy, Northwestern Argentine, photosynthesis, subtropical forest, water use efficiency.

RESUMEN

Introducción y objetivos: *Ligustrum sinense* (ligustrina) es una reconocida especie exótica invasora. El objetivo de este trabajo fue estudiar los rasgos fisiológicos y anatómicos foliares de renovales de ligustrina que podrían otorgarle ventajas para su establecimiento en un ambiente de sotobosque de la selva de Yungas.

M&M: Este estudio se realizó en el Parque Nacional Aconquija (Tucumán, Argentina). Se evaluaron los rasgos morfo-anatómicos foliares y fisiológicos en un ambiente de sotobosque durante primavera-verano e invierno. Se analizaron las características anatómicas de la lámina foliar y variables fisiológicas relacionadas al intercambio de gases. Además, se calculó el área foliar específica, densidad de hojas, contenido de nitrógeno foliar y eficiencia fotosintética en el uso del nitrógeno foliar.

Resultados: Durante primavera-verano *L. sinense* muestra una mayor eficiencia fotosintética en el uso del nitrógeno foliar y una mayor asimilación fotosintética en condiciones saturantes. La eficiencia de carboxilación, eficiencia intrínseca del uso del agua y espesor de hoja fueron 26%, 34% y 41% mayores en invierno con relación a primavera-verano. Durante el invierno se registró un aumento en el espesor de la lámina lo que contribuiría a mejorar el intercambio de CO₂ bajo condiciones subóptimas para la fotosíntesis.

Conclusiones: La ligustrina fotosintetiza todo el año y su éxito para establecerse en el sotobosque de la selva de Yungas podría explicarse en parte por las estrategias morfo-anatómicas y fisiológicas desplegadas.

PALABRAS CLAVE

Anatomía foliar, bosque subtropical, eficiencia en uso de agua, fotosíntesis, invasión biológica, ligustrina, Noroeste Argentino.

1. Instituto de Morfología Vegetal, Área Botánica, Fundación Miguel Lillo, Tucumán, Argentina

2. Instituto de Ecología, Comportamiento y Conservación, Área de Biología Integrativa, Fundación Miguel Lillo, Tucumán, Argentina

3. Instituto de Bioprospección y Fisiología Vegetal (INBIOFIV), CONICET-UNT; Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, Tucumán, Argentina

4. Instituto de Ecología Regional (UNT CONICET) & Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, Tucumán, Argentina

*jalules54@gmail.com

Citar este artículo

MERCADO, M. I., S. E. BUEDO, D. A. GONZÁLEZ, P. A. POWELL & J. A. GONZÁLEZ. 2023. Estrategias fotosintéticas y morfo-anatómicas foliares de *Ligustrum sinense* (Oleaceae), una especie exótica invasora en el sotobosque de la selva de Yungas. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 58: 229-242.

DOI: <https://doi.org/10.31055/1851.2372.v58.n2.40335>

Recibido: 23 Feb 2023

Aceptado: 9 May 2023

Publicado impreso: 30 Jun 2023

Editor: Federico G. O. Mollard

ISSN versión impresa 0373-580X

ISSN versión on-line 1851-2372

INTRODUCCIÓN

Muchas especies exóticas invasoras se han convertido en un problema mundial, ya que modifican la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas receptores (Pyšek *et al.*, 2020), alteran la biodiversidad, las propiedades edáficas, los ciclos biogeoquímicos y los servicios ecosistémicos (Vilà *et al.*, 2010; Milanović *et al.*, 2020) modificando y homogeneizando en muchos casos los paisajes (Parker *et al.*, 1999; Mack *et al.*, 2000; Brooks *et al.*, 2004; Simberloff, 2004) e incluso ocasionado costos económicos a la población humana (Reynolds *et al.*, 2020).

Tal es el caso de varios representantes del género *Ligustrum* L. (Oleaceae), el cual comprende alrededor de 50 especies de Europa, norte de África, Asia y Australia, con su centro de diversidad en China, Himalaya, Japón y Taiwán (Mack *et al.*, 2000; Theoharides & Dukes, 2007). Entre ellas, la ligustrina (*Ligustrum sinense* Lour.) es una especie arbustiva o arbórea de origen asiático, nativa de China, Vietnam y Laos, que crece en valles, bordes de arroyos, quebradas y en bosques mixtos entre los 200 y 2700 m s.n.m. (Batcher, 2000). Fue introducida en Europa, África, América y Australia con fines ornamentales (Weber, 2003). En Argentina, junto a otras especies leñosas como el ligustro (*L. lucidum* W. T. Ait.) (Fernández *et al.*, 2020), la acacia negra (*Gleditsia triacanthos* L.) (Ceballos *et al.*, 2020), los espinillos (*Pyracantha coccinea* M. Roem y *Cotoneaster horizontalis* Decne.), la mora blanca (*Morus alba* L.) y la zarzamora (*Rubus ulmifolius* Schott), es considerada invasora sobre áreas nativas y protegidas (Giorgis *et al.*, 2011; Montti *et al.*, 2017; Cash *et al.*, 2020; Yansen & Biganzoli, 2022).

La ligustrina ha sido poco estudiada en ambientes naturales de nuestro país (Lacoretz *et al.*, 2022). En el Parque Nacional Aconquija (provincia de Tucumán, Argentina) convive con otras especies del bosque nativo, ocupando la denominada franja de la selva basal (provincia fitogeográfica de las Yungas) hasta aproximadamente los 1000 m s.n.m. (Cabrera, 1976). En este ambiente la tala selectiva eliminó ejemplares adultos de cedros (*Cedrela angustifolia* DC.) y tipas (*Tipuana tipu* (Benth.) Kuntze), entre otras especies maderables, creando claros donde la ligustrina se desarrolla con éxito y dando lugar a la formación de bosques secundarios de esta especie introducida (APN,

2016). Justamente en estos sitios se ha registrado una densidad de entre 4-10 renovales de ligustrina m⁻² (Podazza, 2019). También en el sotobosque nativo, donde la radiación incidente es muy baja tanto en verano como en invierno, se desarrollan renovales y ejemplares adultos de ligustrina, compitiendo con especies nativas (deciduas y perennes) como el nogal criollo (*Juglans australis* Griseb.), el chal-chal (*Allophylus edulis* (A. St.-Hil., A. Juss. & Cambess.) Hieron. ex Niederl.), cedros y tipas (Podazza, 2019). Sin embargo, hasta la fecha se desconoce la superficie afectada y la velocidad de expansión de la especie.

El éxito de *L. lucidum* y *L. sinense* en la conquista de diferentes espacios estaría relacionado a altas tasas de dispersión de semillas mediada por animales (Montaldo, 1993), a su elevado poder germinativo (Aragón & Groom, 2003; Lichstein *et al.*, 2004; Tecco *et al.*, 2007) y a su gran plasticidad bajo diferentes condiciones ambientales de baja intensidad lumínica (Vergara-Tabares *et al.*, 2016) y de estrés hídrico (Toscano *et al.*, 2018), entre otras causas (Fernández *et al.*, 2020).

Se postuló que en general las especies invasoras deben gran parte de su éxito competitivo a una alta tasa de asimilación fotosintética (Pattison *et al.*, 1998), a una alta eficiencia fotosintética en el uso del nitrógeno (ganancia de carbono por unidad de nitrógeno foliar) (Poorter & Evans, 1998; Funk *et al.*, 2013) y a una alta eficiencia en el uso de los nutrientes y el agua (Matzek, 2011), lo cual se reflejaría a su vez en altas tasas de crecimiento (Kirschbaum, 2011). Estudios existentes para la Sierra de San Javier (Tucumán, Argentina), utilizando una estimación indirecta de la actividad fotosintética por medios satelitales (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada, NDVI), indican que los bosques dominados por *L. lucidum*, fotosintetizan todo el año, con una mayor actividad en los meses de verano (Zamora Nasca *et al.*, 2014). Sin embargo, para el género *Ligustrum*, incluso para especies muy estudiadas como *L. lucidum*, existen pocas mediciones directas de fotosíntesis que permitan conocer su asimilación fotosintética neta u otras variables como la conductancia estomática y la transpiración foliar.

Teniendo en cuenta la relación estructura-función es interesante realizar estudios anatómicos foliares que permitan evaluar la asociación de características estructurales con las funciones de intercambio

gaseoso y la captación de la luz, indispensables para el proceso fotosintético. Bajo condiciones hídricas, lumínicas y térmicas contrastantes, numerosas especies tienen la capacidad de aclimatarse desplegando una plasticidad fisiológica y anatómica estacional para mejorar la eficiencia en el intercambio de gases y en el uso del agua y el nitrógeno foliar. Con esto se lograría reducir la pérdida de agua por evapotranspiración y mantener un balance positivo de carbono (Terashima *et al.*, 2006; Aranda *et al.*, 2007; Dong *et al.*, 2015; Wu *et al.*, 2022; Zou *et al.*, 2022).

En la región del Noroeste Argentino, no se han realizado estudios ecofisiológicos de ligustrina que permitan identificar su comportamiento fotosintético a lo largo del año. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo es determinar si los renovales de *L. sinense*, que compiten por su establecimiento en un ambiente de sotobosque de selva basal de Yungas, exhiben plasticidad fisiológica (en términos de intercambio de gases, asimilación fotosintética, eficiencia en el uso del agua y del nitrógeno foliar) y morfo-anatómica foliar para mantener un balance positivo de carbono durante estaciones contrastantes en luz, temperatura y humedad, como lo son la primavera-verano (PV) y el invierno (INV).

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio de estudio, clima y material vegetal

Sitio de estudio: El estudio se realizó en el Parque Nacional Aconquija, Tucumán (Argentina). El sitio seleccionado (Puesto Santa Rosa, 27° 17' 07" S, 65° 52' 20" O) se halla en la selva basal a 930 m s.n.m. en la provincia fitogeográfica de las Yungas (Cabrera, 1976), en la localidad de Alpachiri, departamento Chicligasta, provincia de Tucumán.

Clima de la zona: El clima del área de estudio es subtropical con estación seca. La temperatura media anual es de 19 °C. La temperatura promedio del mes más caliente (enero) es de 25 °C y la del mes más frío (julio) de 12 °C. La precipitación media histórica (1900-2001) es de 1385 mm anuales (Busnelli, 2009). La selva basal presenta un régimen pluvial monzónico (Bianchi & Yáñez, 1992), con un máximo en el verano y un mínimo invernal. El 85% del total de las precipitaciones

anuales se concentra en el trimestre de verano (diciembre-marzo) y primavera (septiembre-diciembre). La evapotranspiración anual es de 900 mm con lo que la zona resulta con balance hídrico positivo. En condiciones de sotobosque, la radiación incidente medida al momento de la toma de datos de intercambio gaseoso fue muy baja tanto en verano con 126 (\pm 22) $\mu\text{mol fotonos m}^{-2} \text{s}^{-1}$, como en invierno con 95,6 (\pm 22,4) $\mu\text{mol fotonos m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

Características de los ejemplares utilizados en el estudio: Para las mediciones del intercambio de gases se seleccionaron cinco ejemplares (renovales) de ligustrina (*L. sinense*) en una zona de sotobosque. Cada ejemplar fue identificado mediante etiquetas plásticas para realizar las mediciones y tomas de muestras sobre los mismos ejemplares y ramas a lo largo del estudio. Todos los ejemplares seleccionados poseían un porte aproximado de 2-2,5 m de altura, con un diámetro a la altura del pecho de aproximadamente 3-5 cm y se concentraban en un radio no mayor de 15 m. Dado que los ejemplares se encontraban dentro del bosque, cubiertos por el dosel superior, se los considera desarrollados en condiciones de sombra. Estos ejemplares crecían junto a otras especies juveniles de *Eugenia uniflora* L. (arrayán), *Myrcianthes pseudomato* (D. Legrand) McVaugh (pseudomato) y *J. australis* (nogal criollo), entre otras.

Época de medición: Las mediciones se realizaron en primavera-verano (noviembre) y en invierno (agosto). En los cinco ejemplares seleccionados, todas las mediciones de intercambio gaseoso se realizaron en al menos tres hojas completamente desarrolladas ubicadas a una altura entre 1,7 y 2 metros de altura, con orientación norte (N). Para asegurar la selección de hojas en edad similar, en los ejemplares seleccionados, se usó el criterio el color de la hoja, sanidad y su ubicación en la rama. En todos los casos se escogió el segundo par de hojas contando desde la porción apical de la rama.

Parámetros relacionados con el intercambio de gases y nitrógeno foliar

Variables medidas y equipamiento utilizado: Se midió asimilación fotosintética neta (A_n , $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), conductancia estomática (g_s , $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), transpiración foliar (E , $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) y concentración interna de CO_2 (C_i , $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$), utilizando un analizador infrarrojo de CO_2 portátil (LI-6400

XT, LiCor Inc. Nebraska, USA), equipado con una fuente de luz interna (10% azul y 90% rojo). Todas las mediciones mencionadas se realizaron en los meses de agosto (INV) y noviembre (PV) en diferentes días soleados y entre las 9:00 y 13:00 h. La asimilación fotosintética máxima ($A_{\max \text{ sat}}$) se midió bajo condiciones saturantes de luz y CO_2 (1000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ y 400 $\mu\text{mol CO}_2$ respectivamente) y temperatura foliar constante ($25 \pm 0,5$ °C). La humedad relativa de la cámara se mantuvo dentro de 50 a 60% durante todas las mediciones. Tanto la eficiencia de carboxilación máxima (EC, $A_{\max \text{ sat}}/C_i$) como la eficiencia intrínseca en el uso del agua (EUA_i) ($A_{\max \text{ sat}}/g_s$) se calcularon a partir de los parámetros medidos (Rawson *et al.*, 1977).

El contenido de N_f se determinó por el método de micro Kjeldahl y se lo expresó en mmol N m^{-2} de superficie foliar. Por otro lado, la eficiencia fotosintética en el uso del nitrógeno foliar (EFUNf) se calculó como la relación entre $A_{\max \text{ sat}}/N_f$.

Para conocer el efecto del aumento de la radiación fotosintéticamente activa (RFA) sobre la asimilación fotosintética neta (A_n) se expusieron las hojas a diferentes intensidades de radiación (1000, 750, 500, 400, 300, 200, 100, 50 y 0 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). Este procedimiento genera curvas de respuestas (curvas A_n -RFA) que, analizadas mediante el procedimiento descrito por Schulte *et al.* (2003), permiten calcular la fotosíntesis máxima teórica (A_{\max}), el punto de saturación por luz (PSL), el punto de compensación lumínica (PCL), la respiración nocturna (R_n) y la eficiencia cuántica de la fotosíntesis (ΦCO_2).

Área foliar específica (AFE) y densidad de las hojas (DH): Para obtener el AFE, de las hojas utilizadas para medir las variables de intercambio gaseoso, se tomaron diez discos foliares de diámetro conocido a partir de dos hojas opuestas de cinco plantas diferentes. Los discos foliares se secaron en una termobalanza (Ohaus MB35) la cual permite evaporar el agua de los tejidos de manera continua y el registro continuo de la pérdida de peso, hasta que la muestra alcanza un peso constante registrado como peso seco (PS). El AFE resulta de dividir el valor del área foliar (AF) por el correspondiente valor de PS (AF/PS) expresándose en $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$. La masa foliar específica (MFE) resulta de la relación $1/\text{AFE}$ y se expresa en mg PS cm^{-2} , es un indicador de la inversión en carbono que la planta hace para obtener una superficie determinada de área foliar.

La densidad de las hojas (DH, expresada en g/cm^3) se calculó como el producto de la MFE expresada en g cm^{-2} x el espesor promedio de la lámina foliar expresado en centímetros (Wright & Westoby, 2002).

Anatomía foliar

Para los estudios anatómicos, se fijaron porciones de hoja (tercio medio de la semilámina) en glutaraldehído (Karnovsky, 1965), y FAA (formaldehído, alcohol etílico, ácido acético, agua; 10:50:5:35), cuidando que fuesen las mismas hojas seleccionadas para las mediciones de AFE y variables fotosintéticas. El material fijado en glutaraldehído fue sometido a deshidratación en una serie de alcoholes y acetona y posteriormente incluido en resina tipo Spurr. Se realizaron cortes gruesos de 5 a 7 μm de espesor en ultramicrotomo con cuchilla de diamante, los cuales fueron posteriormente teñidos con azul de toluidina para la cuantificación del espesor de tejidos en la lámina foliar. El material fijado en FAA se utilizó para la determinación de la densidad estomática (DE), tamaño de las estomas (longitud por ancho) y superficie estomática. Para ello secciones de lámina de aproximadamente 3 cm^2 fueron diafanizadas según Dizeo De Strittmatter (1973) y clarificados con hipoclorito de Na 50%, lavados y teñidos con el colorante metacromático violeta de cresil (Zarlavsky, 2014). Los cortes y diafanizados realizados fueron observados en un microscopio óptico binocular Carl Zeiss Lab. A1 Axiolab con polarizador y cámara AxioCam ERc 5s Zeiss adosada (Carl Zeiss, Oberkochen, Germany). Las mediciones de espesores de tejidos se realizaron utilizando el programa Axio Vision release 4.8.2 ($n=25$ para cada parámetro analizado por muestra).

El porcentaje de mesófilo ocupado por espacios aéreos (% aire) se calculó para cinco individuos en cada estación, realizando cinco repeticiones por muestra, utilizando la herramienta de medición de superficies del software Axio Vision. Sobre microfotografías tomadas a idéntico aumento se calculó la superficie total ocupada por la lámina en transcorte (Slam) y luego la superficie ocupada por los espacios aéreos (Saire). Por la diferencia Slam-Saire se calculó la superficie ocupada por tejidos (Stej). Finalmente se transformó este valor utilizando la siguiente ecuación $\% \text{aire} = \text{Saire} * 100 / \text{Slam}$.

Análisis estadístico

Los resultados obtenidos fueron sometidos a un test de Shapiro para estudiar su distribución y luego una prueba F para conocer la homogeneidad de las varianzas. El análisis de la varianza (ANOVA), se aplicó a resultados obtenidos para las variables analizadas en las estaciones contrastantes PV e INV, utilizando el paquete estadístico Infostat (versión 1.1). Las curvas de relaciones entre las variables fotosintéticas se ajustaron a rectas (programa Sigma Plot 11.0), mientras que la curva que relaciona la A_n con RFA se ajustó con el procedimiento de Schulte *et al.* (2003).

RESULTADOS

Asimilación fotosintética máxima bajo condiciones saturantes de luz y CO_2

La $A_{\max \text{ sat}}$ (fotosíntesis máxima en condiciones de saturación) registrada en PV resultó significativamente mayor (24%) con respecto a la de INV (Tabla 1). Del mismo modo, los valores de g_s , C_i y E fueron mayores ($p \leq 0.05$) en PV que en INV. Mientras que la tanto EC como la EUA_i resultaron mayores (26,1 y 33,8 % respectivamente) en INV en relación con PV (Tabla 1). En cuanto a la relación entre las variables de intercambio gaseoso, la $A_{\max \text{ sat}}$ mostró una correlación significativa con g_s para las dos estaciones estudiadas, encontrándose una mayor correlación en PV ($r = 0,96$) (Fig. 1A). Se observó que la $A_{\max \text{ sat}}$ aumentó al incrementarse g_s pero, la relación de dicho aumento fue diferente según la estación analizada. La tasa de aumento (mayor pendiente) fue mayor en INV que en PV, mientras que el máximo observado fue mayor en PV (Fig. 1A, Tabla 1). Por otro lado, en ambas estaciones la E presentó una alta correlación con g_s (Fig. 1B). En tanto que la EUA_i mostró un alto coeficiente de regresión negativo con respecto a g_s tanto en INV como en PV (Fig. 1C). Finalmente, la concentración de nitrógeno foliar de ligustrina no difirió de forma significativa en INV respecto a PV. Mientras que la EFUNf fue mayor en PV, registrando un incremento del 29% con respecto a INV (Tabla 1).

Respuesta de la asimilación fotosintética neta (A_n) a la radiación fotosintéticamente activa (RFA)

Las curvas de respuesta de la A_n respecto de la RFA creciente permiten calcular la capacidad

Tabla 1. Valores obtenidos para variables de intercambio gaseoso bajo condiciones saturantes de radiación y CO_2 y asimilación fotosintética máxima (A_{\max}) calculada a partir de las curvas de fotosíntesis vs radiación fotosintéticamente activa (RFA) creciente en renovales de *L. sinense* creciendo en un ambiente de sotobosque en dos estaciones contrastantes.

Estaciones de crecimiento	PV	INV
$A_{\max \text{ sat}}$ ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	11,8 (1,5) a	9,0 (0,9) b
g_s ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	0,113 (0,04) a	0,053 (0,01)b
C_i ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$)	207,1 (31,5) a	117,9 (21,7) b
E ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	1,86 (0,5) a	0,73 (0,14) b
EC ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	59,0 (10,1) b	79,82 (24,5) a
EUA_i ($\mu\text{mol mol}^{-1}$)	112,4 (22,0) b	169,7 (13,6) a
N_f (mmol N/m^2)	63,9 (6,1) a	69,1 (5,7) a
EFUNf ($\mu\text{mol mol s}^{-1}$)	184,4 (12,5) a	130,3 (10,2) b
A_{\max} ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	12,75 (0,5) a	9,83 (1,1) b
PSL ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	454,8 (17,5) a	511,8 (54,1) a
PCL ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	20,98 (1,7) a	10,85 (1,8) b
Rn ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	1,38 (0,7) a	0,52 (0,2) b
$\emptyset CO_2$ (mol mol^{-1})	0,073 (0,02) a	0,046 (0,01) a

Abreviaturas: $A_{\max \text{ sat}}$: asimilación fotosintética máxima calculada bajo condiciones saturantes; A_{\max} : Asimilación fotosintética máxima; C_i : concentración interna de CO_2 ; E: transpiración foliar; EC: eficiencia o capacidad de carboxilación; EFUNf: eficiencia fotosintética en el uso del nitrógeno foliar; EUA_i : eficiencia intrínseca en el uso del agua; g_s : conductancia estomática; N_f : contenido de nitrógeno foliar; $\emptyset CO_2$: eficiencia fotosintética; PCL: punto de compensación por luz; PSL: punto de saturación por luz; Rn: respiración nocturna; INV: invierno; PV: primavera-verano. Los datos representan la media de 4-5 individuos diferentes con 4-5 mediciones por planta. Los valores entre paréntesis corresponden a la desviación estándar. Letras diferentes entre estaciones corresponden a diferencias estadísticas significativas.

fotosintética o fotosíntesis máxima teórica (A_{\max}), el punto de saturación por luz (PSL), el punto de compensación lumínica (PCL), la respiración nocturna (Rn) y la eficiencia cuántica de la

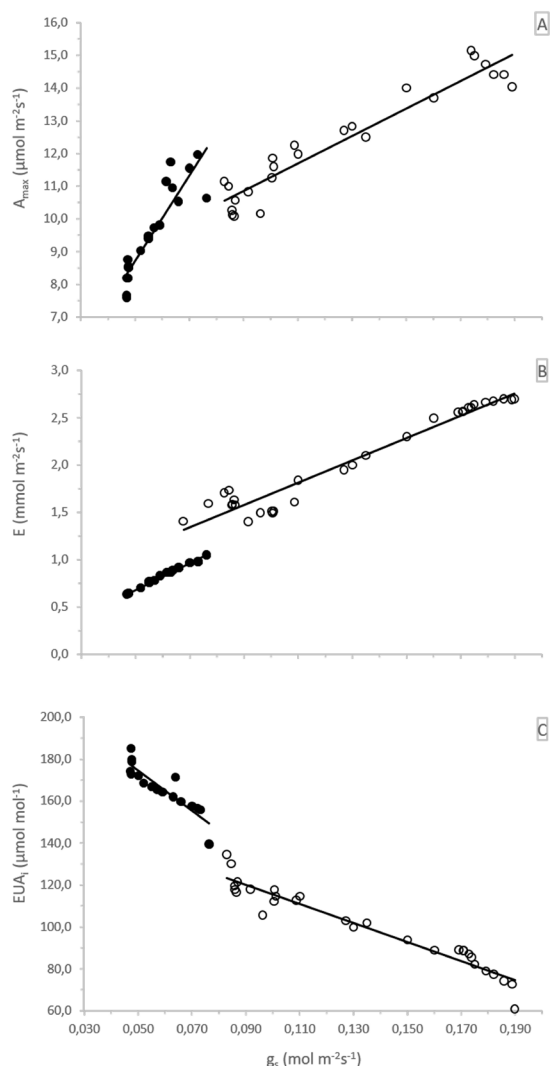


Fig. 1. Relación entre variables de intercambio gaseoso en renovales de *L. sinense* en un ambiente de sotobosque en dos estaciones contrastantes. Conductancia estomática (g_s) vs **A:** Asimilación fotosintética máxima bajo condiciones saturantes de radiación y CO_2 (A_{max}). **B:** Transpiración foliar (E). **C:** Eficiencia intrínseca del uso del agua (EUA_i). Los valores representados corresponden a los valores promedio obtenidos para 4-5 individuos diferentes. **Abreviaturas:** A_{max} : asimilación fotosintética máxima bajo condiciones saturantes; g_s : conductancia estomática; E : transpiración foliar; EUA_i : Eficiencia intrínseca del uso del agua. Símbolos= (●) INV: Invierno; $A_{max} = 131,01 \cdot g_s + 2,19$, $r = 0,91$; $E = 14,018 \cdot g_s - 0,0156$, $r = 0,99$; $EUA_i = -952,03 \cdot g_s + 221,99$, $r = 0,89$. (○) PV: Primavera-verano; $A_{max} = 42,103 \cdot g_s + 7,08$, $r = 0,96$; $E = 11,801 \cdot g_s + 0,5175$, $r = 0,97$; $EUA_i = -456,02 \cdot g_s + 161,4$, $r = 0,96$.

fotosíntesis (ΔCO_2). Tanto la A_{max} como el PCL y R_n presentaron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre las estaciones analizadas, con valores mayores en PV que en INV (Fig. 2, Tabla 1). Sin embargo, la ΔCO_2 , definida como el número de moles de fotones necesarios para fijar un mol de CO_2 , y el PSL no presentaron diferencias entre las estaciones (Tabla 1).

Rasgos anatómicos y estructurales de las hojas

Tanto el AFE como la MFE calculadas para PV e INV no mostraron diferencias significativas ($p \leq 0,05$). Sin embargo, la DH resultó un 18% mayor en PV que en INV (Tabla 2).

El estudio anatómico foliar indicó que la ligustrina presenta hojas hipo-estomáticas (Fig. 3A y B), dorsiventrales con epidermis unistratas. Se observaron diferencias significativas en la densidad estomática, presentando una mayor densidad en PV (15% más que en INV) (Tabla 3). Las dimensiones estomáticas fueron similares considerando la longitud, aunque se registró un mayor ancho y en

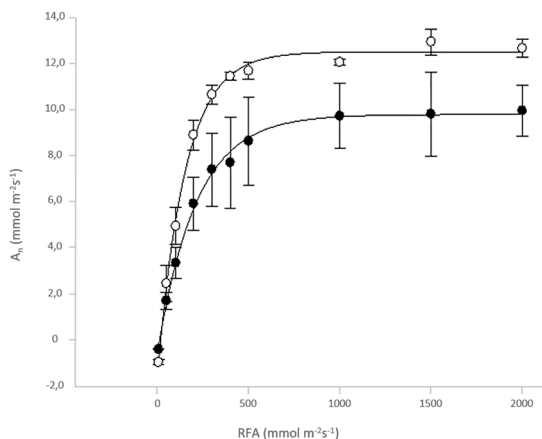


Fig. 2. Respuesta de la asimilación fotosintética neta a la radiación fotosintéticamente activa creciente en renovales de *L. sinense* en un ambiente de sotobosque en dos estaciones contrastantes. Los valores representados corresponden a los valores promedio obtenidos para 4-5 individuos diferentes. **Abreviaturas:** A_n : asimilación fotosintética neta; RFA: radiación fotosintéticamente activa. Símbolos= (●) INV: Invierno; $A_n = 9,82 - (\exp(-0,0047 \cdot RFA)) \cdot 10,35$, $r = 0,98$ $p \leq 0,01$; (○) PV: Primavera-verano; $A_n = 12,54 - (\exp(-0,0065 \cdot RFA)) \cdot 14,0895$, $r = 0,98$ $p \leq 0,01$.

Tabla 2. Parámetros morfológicos foliares en renovales de *L. sinense* creciendo en un ambiente de sotobosque en dos estaciones contrastantes.

	PV	INV
AFE (cm ² /gPS)	156,3 (6,2) a	134,5 (7,5) a
MFE (mgPS/cm ³)	6,40 (0,7) a	7,44 (0,8) a
DH (g/cm ³)	0,392 a	0,322 b

Abreviaturas: AFE: área foliar específica; DH: densidad de hojas; MFE: masa foliar específica; INV: invierno; PV: primavera-verano. Los datos representan la media de 4-5 individuos diferentes con 4-5 mediciones por planta. Los valores entre paréntesis corresponden a la desviación estándar (DS). Letras diferentes entre estaciones corresponden a diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0.05$).

consecuencia una mayor área estomática en PV (Tabla 3). El espesor de la lámina foliar resultó mayor (41%) en INV (Fig. 4B) respecto del calculado para PV (Fig. 4A, Tabla 3). La Fig. 4 muestra claramente como hubo una redistribución de los tejidos entre ambas estaciones. En INV aumentaron en un 151% los espacios aéreos en el mesófilo y el número de células del tejido en empalizada, lo cual se vio reflejado en un mayor espesor foliar y una menor AFE con respecto a PV (Tabla 3).

Tabla 3. Parámetros anatómicos foliares en renovales de *L. sinense* creciendo en un ambiente de sotobosque en dos estaciones contrastantes.

	PV	INV
Ep. Sup. (μ)	20,83 (4,4) a	22,36 (3,6) a
Emp. (μ)	54,04 (6,4) a	136,07 (19,6) b
Esp. (μ)	89,55 (12,1) a	75,56 (13,5) b
Ep. Inf. (μ)	14,65 (2,9) a	16,27 (2,2) a
Lámina foliar (μ)	163,30 (13,9) b	231,28 (19,8) a
Tejidos (%)	75,4 (3,43) a	73,0 (1,20) a
Espacios aéreos (%)	24,6 (3,43) a	27,0 (1,20) a
DEI (estomas/mm ²)	325,5 (62) a	275,9 (71,7) b
LE (μ)	18,7 (1,3) a	19,8 (2,5) a
AE (μ)	16,6 (1,3) a	14,9 (1,6) b

Abreviaturas: Espacios aéreos: porcentaje de transcorte ocupado por espacios aéreos. Tejidos: porcentaje de transcorte ocupado por tejidos; AE: ancho de los estomas o latitud estomática; DEI: densidad estomática epidermis inferior; Emp.: espesor de empalizada; Ep. Sup.: espesor de epidermis superior; Ep. Inf.: espesor de epidermis inferior; Esp.: espesor de esponjoso; Lámina foliar: espesor de la lámina foliar; LE: largo de los estomas o longitud estomática. INV: invierno; PV: primavera-verano. Los datos representan la media de 4-5 individuos diferentes. Letras diferentes entre estaciones corresponden a diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0.05$).

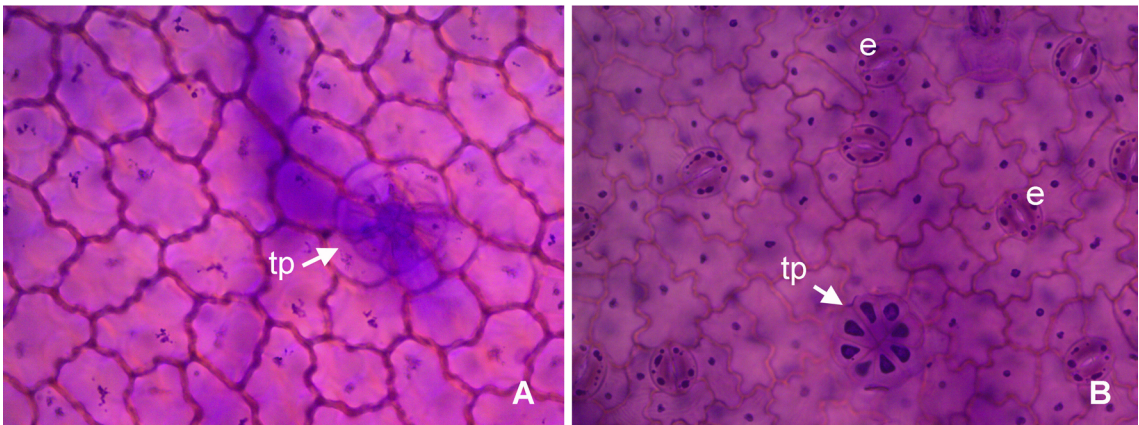


Fig. 3. Epidermis de *L. sinense*. **A:** Epidermis superior. **B:** Epidermis inferior. Abreviaturas= e: estoma; tp: tricoma peltado. Escalas= A-B: 50 μ m.

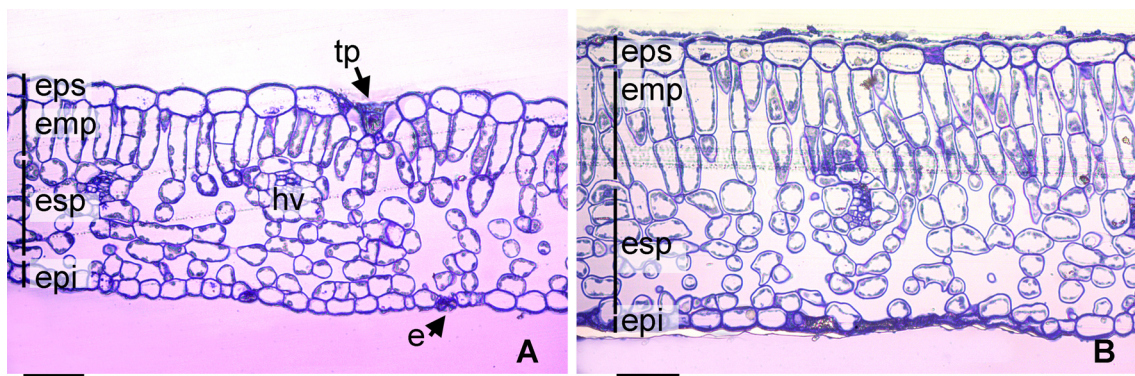


Fig. 4. Cortes transversales de renovales de *L. sinense* creciendo en un ambiente de sotobosque en dos estaciones contrastantes. **A:** Primavera-Verano (PV). **B:** Invierno (INV). Abreviaturas= e: estoma; emp: mesófilo en empalizada; epi: epidermis inferior; eps: epidermis superior; esp: mesófilo esponjoso; hv: haz vascular; tp: tricoma peltado. Escalas= A-B: 50 μm .

DISCUSIÓN

Nuestros resultados indican que los renovales de *L. sinense*, creciendo en un ambiente de sotobosque de la selva basal de Yungas, fotosintetizan todo el año manteniendo su capacidad de asimilar carbono en invierno, donde la temperatura, humedad e intensidades lumínicas son más bajas que en primavera-verano. Estos resultados coinciden con otras investigaciones donde se ha demostrado que algunas especies arbóreas exhiben una tasa fotosintética ligeramente inferior en invierno en comparación con la estación de crecimiento primavera-verano (Flexas *et al.*, 2001; Medlyn *et al.*, 2002; Awada *et al.*, 2003). En base a estos datos se considera que la fotosíntesis de las especies siempre-verdes en invierno, con condiciones de temperatura y radiación solar sub-óptimas, juega un rol importante en la ganancia anual de carbono para el mantenimiento del crecimiento entre otras funciones (Miyazawa & Kikuzawa, 2005). Si bien en nuestro estudio se describen los cambios morfológicos a nivel de hoja asociados a la función fotosintética que esta especie despliega en ambas estaciones (INV y PV) se desconocen otros detalles metabólicos que acompañarían a estos cambios como por ejemplo la actividad de las enzimas ligadas al ciclo de Calvin.

Según varios autores, las especies invasoras tendrían rasgos morfológicos (Van Kleunen *et al.*, 2010; Te Beest *et al.*, 2015; Kaushik *et al.*, 2022)

y fisiológicos (Lambers & Poorter, 1992; Baruch & Goldstein, 1999; Durand & Goldstein, 2001; Stratton & Goldstein, 2001; Cavaleri & Sack, 2010) particulares entre los que destacan una mayor área foliar específica (AFE), mayor velocidad de crecimiento y altura de las plantas, mayor densidad de las hojas (DH), altas tasas de asimilación fotosintética neta (A_n), una mayor conductancia estomática (g_s) y una mayor eficiencia intrínseca en el uso del agua (EUA_i), entre otros, que influirían en su capacidad competitiva (Drake *et al.*, 1989). Sin embargo, datos obtenidos para otras especies arbóreas que crecen en las Yungas demuestran que estas premisas no siempre son válidas. Así, la ligustrina manifestó una A_n en PV similar a la del nogal criollo (*J. australis*) (A_{max} entre 10 y 11 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, datos propios), pero menor que las registradas para ejemplares jóvenes de aliso (*Alnus acuminata* Kunth) de 14 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (González *et al.*, 2017). Cabe aclarar que tanto *J. australis* como *A. acuminata* son especies caducifolias frente a *L. sinense* que es una especie perennifolia, por lo que la comparación sólo es válida para la etapa de crecimiento en PV.

Bajo condiciones saturantes de luz y CO_2 , las plantas expresan su máxima asimilación fotosintética ($A_{max \text{ sat}}$) por lo que este parámetro puede ser utilizado para comparaciones rápidas de eficiencia fotosintética entre especies, de la misma edad y bajo el mismo hábitat (Ainsworth *et al.*, 2003). Sin embargo, dadas las interacciones existentes

entre las diferentes variables que intervienen en el intercambio de gases, se estima que un mejor análisis surge de estudiar las relaciones entre las variables. Si se analizan la eficiencia intrínseca en el uso del agua (EUA_i; resultante de $A_{\max \text{ sat}}/g_s$) y la eficiencia de carboxilación (EC; resultante de $A_{\max \text{ sat}}/C_i$), *L. sinense* ajusta estas variables para enfrentar el cambio de las condiciones micro meteorológicas y sus efectos sobre la fotosíntesis y transpiración en los meses de INV con respecto a los de PV.

Los datos obtenidos a partir de las mediciones realizadas indican que la $A_{\max \text{ sat}}$ en ambas estaciones se encuentra limitada en parte por la g_s , lo que es esperable, ya que la disminución en el valor de este factor implica una menor captación de CO₂. Sin duda, esta no es la única interpretación ya que podría haber también otras limitantes, como las metabólicas, que surgirían a partir de otras mediciones, como por ejemplo del estudio de la respuesta de la asimilación fotosintética en función de distintas concentraciones internas de CO₂ (curvas A-C_i) que no fue el objetivo de este estudio. Por otro lado, los coeficientes de regresión altos encontrados entre E/ g_s demostraron un fuerte control estomático en la pérdida de agua por transpiración. El rango de variación en la variable g_s fue mayor en PV respecto a INV, resultando que a medida que la g_s incrementaba, se perdía más agua por transpiración en PV que en INV, esto significaría que la ligustrina puede capturar más moléculas de CO₂ por molécula de agua pérdida en la estación fría que en la cálida. Los datos de transpiración foliar (E) corroboran esta hipótesis ya que en INV transpira casi la mitad que en PV. Estas diferencias se encuentran asociadas también a otros factores como la demanda atmosférica relacionada con la temperatura y la humedad ambiental. Por ejemplo, en invierno, cuando existe una menor disponibilidad de agua (Busnelli, 2009), g_s disminuyó, en consecuencia, disminuyó E y el valor de la EUA_i se incrementó. De forma contraria en PV, se observó una menor pendiente de la recta de la relación $A_{\max \text{ sat}}/g_s$ posiblemente por la demanda atmosférica, la mayor humedad relativa ambiental influyó en el aumento de la g_s , pero las temperaturas mayores propias de la estación aumentaron la E, disminuyendo la EUA_i y por consiguiente aumentando el riesgo de desecación al mantener los estomas abiertos.

Por otro lado, la eficiencia fotosintética en el uso del nitrógeno foliar (EFUN_f) fue mayor en PV que en INV, lo que se relaciona de forma directa con la mayor $A_{\max \text{ sat}}$ de la estación.

Los datos derivados de las curvas de asimilación fotosintética neta (A_n) indican que en PV, al aumentar la radiación incidente (RFA), la ligustrina posee una A_{\max} mayor que en INV. Los datos bibliográficos para A_{\max} de otras especies de *Ligustrum* en diferentes condiciones ambientales, difieren ampliamente con los valores registrados en las estaciones bajo estudio. Así, por ejemplo, plántulas de *L. lucidum*, cultivadas bajo condiciones controladas presentaron valores de 5,3 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (Zhou *et al.*, 2018; Liang *et al.*, 2019), mientras que en condiciones de campo y bajo dos regímenes de luz (sol y sombra) se informaron valores entre 3,4 y 1,4 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ respectivamente (Larcher *et al.*, 2015). Zhang *et al.* (2013), informaron para *L. lucidum* valores de campo de 9 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ en los meses junio-julio correspondientes a la temporada de primavera-verano en China.

Se conoce que, en las especies tolerantes de sombra, tanto el PCL como la respiración nocturna (R_n) presentan valores muy bajos (Craine & Reich, 2005). En *Swietenia macrophylla* King y *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd. (Marenco *et al.*, 2001) se encontró que el PCL resultó ser más elevado en “hojas de sol” que en “hojas de sombra”. En nuestro estudio en un ambiente de sotobosque, quizás equivalente a una condición de sombra o semisombra aún más pronunciada en invierno, el valor de PCL de INV fue 48% menor que en PV, mientras que la R_n disminuyó en un 62%. La disminución del PCL y de la R_n, en ambientes de sombra y en INV, podría ser interpretada como un cambio que experimenta la especie para lograr un mayor aprovechamiento de la menor radiación solar incidente en el sotobosque, así como para lograr un manejo más eficiente en el balance de carbono.

Desde una perspectiva estructural y funcional, se conoce que la difusión de CO₂ dentro de la hoja depende de forma directa de la estructura interna de la misma, siendo una limitante importante para la fotosíntesis (Parkhurst, 1986; Mo *et al.*, 2020; Whitewoods, 2021). La variación en el tamaño de las células del mesófilo y en el tamaño y la arquitectura de los espacios aéreos influyen en la superficie efectiva de intercambio gaseoso de las células (Ren *et al.*, 2019) y en la conductancia del

CO₂ en este tejido (Flexas *et al.*, 2012; Lundgren & Fleming, 2020). Se ha establecido que los espacios aéreos favorecen el intercambio gaseoso al presentar un mayor coeficiente de difusión del CO₂ (aproximadamente 10.000 veces mayor), respecto a la barrera que ofrece la fase líquida contenida en las paredes celulares, las membranas plasmáticas, el citoplasma celular y el estroma de los cloroplastos (Théroux-Rancourt *et al.*, 2021). En las hojas de INV de ligustrina reducir el tamaño de las células del mesófilo y aumentar el volumen de los espacios aéreos permitiría una difusión facilitada del CO₂ y una mayor relación de superficie de intercambio disponible, resultando en un aumento neto en las tasas de suministro de CO₂ a los cloroplastos (Théroux-Rancourt *et al.*, 2021). Estos importantes factores estructurales podrían explicar, al menos en parte, la mayor eficiencia de carboxilación (EC) observada en INV (35% mayor) con respecto a PV. Al mismo tiempo, el desarrollo de un mesófilo esponjoso con grandes cavidades de aire en INV mejoraría la difusión de la luz dentro de la hoja. Según Niinemets (1999) y Vogelmann & Gorton (2014) este cambio estructural favorece la reflexión de la luz dentro del tejido, lo que facilitaría la fotosíntesis.

Frente al escenario invernal de bajas temperaturas, baja humedad e intensidades lumínicas, *L. sinensis* debe maximizar la toma de CO₂ atmosférico para mantener un cierto flujo de C. Al menos dos estrategias parecen haber sido desarrolladas para enfrentar esta situación, una fisiológica relacionada al manteniendo de la actividad fotosintética optimizando su eficiencia intrínseca en el uso del agua, su eficiencia en la carboxilación y ajustando el punto de compensación lumínica; y una morfológica, relacionada con el incremento en el espesor del mesófilo caracterizado por una disminución del tamaño celular, un aumento en el número de capas de células en la empalizada y un aumento de los espacios aéreos que favorecerían una mayor superficie de intercambio de CO₂ y de reflexión de la luz.

CONCLUSIONES

Se ha demostrado que *L. sinensis* presenta una plasticidad morfológica y fisiológica foliar, la cual le permite mantenerse fotosintéticamente activa

a lo largo de las cuatro estaciones del año en el ambiente de sotobosque de selva basal de Yungas. Aunque las tasas de asimilación fotosintética son ligeramente menores en invierno, las hojas de esta especie invasora ajustan su anatomía y metabolismo fotosintético para maximizar la toma de C atmosférico por unidad de agua perdida por transpiración. Esto le otorgaría una ventaja competitiva bajo condiciones de baja radiación solar en el ambiente de sotobosque y en la estación invernal cuando la baja intensidad lumínica, humedad y temperatura se convierten en factores limitantes.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

MIM, SEB y JAG: diseño de la investigación, toma de datos, elaboración de figuras y análisis estadístico. DG, PP, MIM, SEB y JAG participaron en la interpretación de datos y redacción del manuscrito.

AGRADECIMIENTOS

A la Fundación Miguel Lillo (FML) por el apoyo a este tipo de investigaciones bajo el proyecto “Estudios ecofisiológicos en especies que se repiten en gradientes altitudinales y latitudinales” (B-0005-1). A la Administración de Parques Nacionales que concedió el permiso para poder realizar los estudios planificados. A la Dra. Daniela Cano, Parque Nacional Aconquija, por su apoyo en las tareas de campo. A los guardaparques del Puesto Santa Rosa.

BIBLIOGRAFÍA

- AINSWORTH, E. A., P. A. DAVEY, G. J. HYMUS, C. P. OSBORNE, ... & S. P. LONG. 2003. Is stimulation of leaf photosynthesis by elevated carbon dioxide concentration maintained in the long term? A test with *Lolium perenne* grown for 10 years at two nitrogen fertilization levels under Free Air CO₂ Enrichment (FACE). *Plant Cell Environ.* 26: 705-714.
<https://doi.org/10.1046/j.1365-3040.2003.01007.x>
- APN. 2016. Plan de Gestión Parque Nacional Campo de los Alisos [online]. Disponible en: <https://sib.gob>.

- ar/archivos/PG_PNCAlisos_julio_2016_comp.pdf [Acceso: 20 marzo 2023].
- ARAGÓN, R. & M. GROOM. 2003. Invasion by *Ligustrum lucidum* (Oleaceae) in NW Argentina: Early stages characteristics in different habitat types. *Rev. Biol. Trop.* 51: 59-70.
- ARANDA, I., M. PARDOS, J. PUERTOLAS, M. D. JIMENEZ & J. A. PARDOS. 2007. Water-use efficiency in cork oak (*Quercus suber*) is modified by the interaction of water and light availabilities. *Tree Physiol.* 27: 671-677. <https://doi.org/10.1093/treephys/27.5.671>
- AWADA, T., K. RADOGLU, M. N. FOTELLI & H. I. A. CONSTANTINIDOU. 2003. Ecophysiology of seedlings of three Mediterranean pine species in contrasting light regimes. *Tree Physiol.* 23: 33-41. <https://doi.org/10.1093/treephys/23.1.33>
- BARUCH, Z. & G. GOLDSTEIN. 1999. Leaf construction cost, nutrient concentration, and net CO₂ assimilation of native and invasive species in Hawaii. *Oecologia* 121: 183-192. <https://doi.org/10.1007/s004420050920>
- BATCHER, M. S. 2000. Element stewardship abstract for *Ligustrum* spp., privet. *The Nature Conservancy, Arlington, Virginia* [online]. Disponible en: https://www.invasive.org/weedcd/pdfs/tncweeds/ligu_sp.pdf. [Acceso: 20 marzo 2023].
- BIANCHI, A. R. & C. E. YÁÑEZ. 1992. *Las precipitaciones en el Noroeste Argentino*. 2° Ed. INTA EEA Salta, Salta.
- BROOKS, M. L., C. M. D'ANTONIO, D. M. RICHARDSON, J. B. GRACE, ... & D. PYKE. 2004. Effects of invasive alien plants on fire regimes. *BioScience* 54: 677-688. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2004\)054\[0677:EOIAP0\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2004)054[0677:EOIAP0]2.0.CO;2)
- BUSNELLI, J. 2009. *Evolución histórica, situación actual y perspectivas futuras del riesgo de inundación en la cuenca del Río Gastona*, Tucumán, Argentina. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Tucumán, Argentina.
- CABRERA, A. 1976. *Regiones Fitogeográficas Argentinas. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería*. 2° Ed. Editorial ACME SACI, Buenos Aires.
- CASH, J. S., C. J. ANDERSON & W. D. GULSBY. 2020. The ecological effects of Chinese privet (*Ligustrum sinense*) invasion: a synthesis. *Invasive Plant Sci. Manag.* 13: 3-13. <https://doi.org/10.1017/inp.2020.4>
- CAVALERI, M. A. & L. SACK. 2010. Comparative water use of native and invasive plants at multiple scales: a global meta-analysis. *Ecology* 91: 2705-2715. <https://doi.org/10.1890/09-0582.1>
- CEBALLOS, S. J., Y. JIMÉNEZ & R. FERNÁNDEZ. 2020. Estructura de los bosques de *Gleditsia triacanthos* en función de la edad (valle de La Sala, Tucumán, Argentina). *Ecol. Austral* 30: 251-259. <https://doi.org/10.25260/EA.20.30.2.0.1083>
- CRAINE, J. M. & P. B. REICH. 2005. Leaf-level light compensation points in shade-tolerant woody seedlings. *New Phytol.* 166: 710-713. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2005.01420.x>
- DIZEO DE STRITTMATTER, C. G. 1973. Nueva técnica de diafanización. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 15: 126-129. <https://botanicaargentina.org.ar/wp-content/uploads/2018/09/126-129013.pdf>
- DONG, T., J. LI, Y. ZHANG, H. KORPELAINEN, ... & C. LI. 2015. Partial shading of lateral branches affects growth, and foliage nitrogen- and water-use efficiencies in the conifer *Cunninghamia lanceolata* growing in a warm monsoon climate. *Tree Physiol.* 35: 632-643. <https://doi.org/10.1093/treephys/tpv036>
- DRAKE, J. A., H. A. MOONEY, F. DI CASTRI, R. GROVES, ... & M. WILLIAMSON. 1989. *Biological invasion. A global perspective*. Scientific Committee on Problems of the Environment, International Council of Scientific Unions. Wiley, New York.
- DURAND, L. Z. & G. GOLDSTEIN. 2001. Photosynthesis, photoinhibition, and nitrogen use efficiency in native and invasive tree ferns in Hawaii. *Oecologia* 126: 345-354. <https://doi.org/10.1007/s004420000535>
- FERNÁNDEZ, R. D., S. J. CEBALLOS, R. ARAGÓN, A. MALIZIA, ... & H. R. GRAU. 2020. A global review of *Ligustrum lucidum* (Oleaceae) invasion. *Bot. Rev.* 86: 93-118. <https://doi.org/10.1007/s12229-020-09228-w>
- FLEXAS, J., J. GULÍAS, S. JONASSON, H. MEDRANO & M. MUS. 2001. Seasonal patterns and control of gas exchange in local populations of the Mediterranean evergreen shrub *Pistacia lentiscus* L. *Acta Oecol.* 22: 33-43. [https://doi.org/10.1016/S1146-609X\(00\)01099-7](https://doi.org/10.1016/S1146-609X(00)01099-7)
- FLEXAS, J., M. M. BARBOUR, O. BRENDEL, H. M. CABRERA, ... & C. R. WARREN. 2012. Mesophyll diffusion conductance to CO₂: An unappreciated central player in photosynthesis. *Plant Science* 193-194: 70-84. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2012.05.009>

- FUNK, J. L., L. A. GLENWINKEL & L. SACK. 2013. Differential allocation to photosynthetic and non-photosynthetic nitrogen fractions among native and invasive species. *PLoS ONE* 8: e64502. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0064502>
- GIORGIS, M. A., P. A. TECCO, A. M. CINGOLANI, D. RENISON, ... & V. PAIARO. 2011. Factors associated with woody alien species distribution in a newly invaded mountain system of central Argentina. *Biol. Invasions* 13: 1423-1434. <https://doi.org/10.1007/s10530-010-9900-y>
- GONZÁLEZ, J. A., S. E. BUEDO & F. E. PRADO. 2017. Caracterización fotosintética en plantas jóvenes y adultas de *Alnus acuminata* ("aliso del cerro") en las Yungas (Tucumán, Argentina). *Lilloa* 54: 41-57. <https://www.lilloa.org.ar/journals/index.php/lilloa/article/view/80>
- KARNOVSKY, M. J. 1965. A formaldehyde-glutaraldehyde fixative of high osmolality for use in electron microscopy. *J. Cell Biol.* 27: 137-138.
- KAUSHIK, P., P. K. PATI, M. L. KHAN & P. K. KHARE. 2022. Plant functional traits best explain invasive species' performance within a dynamic ecosystem-A review. *Trees, Forests and People* 8: 100260. <https://doi.org/10.1016/j.tfp.2022.100260>
- KIRSCHBAUM, M. U. 2011. Does enhanced photosynthesis enhance growth? Lessons learned from CO₂ enrichment studies. *Plant Physiol.* 155: 117-124. <https://doi.org/10.1104/pp.110.166819>
- LACORETZ, M. V., C. MALAVERT, N. MADANES, P. CRISTIANO & P. M. TOGNETTI. 2022. Seed dormancy and germination of native and invasive alien woody species of an endangered temperate forest in the Argentine Pampas. *For. Ecol. Manag.* 526: 120577. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2022.120577>
- LAMBERS, H. & H. POORTER. 1992. Inherent variation in growth rate between higher plants: A search for physiological causes and ecological consequences. *Adv. Ecol. Res.* 23: 187-261. [https://doi.org/10.1016/S0065-2504\(08\)60148-8](https://doi.org/10.1016/S0065-2504(08)60148-8)
- LARCHER, L., G. NOGUEIRA & M. R. BOEGER. 2015. Morphological plasticity and gas exchange of *Ligustrum lucidum* W.T. Aiton in distinct light conditions. *Braz. Arch. Biol. Technol.* 58: 877-885. <https://doi.org/10.1590/S1516-89132015060439>
- LIANG, H.-Z., F. ZHU, R.-J. WANG, X.-H. HUANG & J.-J. CHU. 2019. Photosystem II of *Ligustrum lucidum* in response to different levels of manganese exposure. *Sci. Rep.* 9: 12568. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-48735-8>
- LICHSTEIN, J. W., H. R. GRAU & R. ARAGÓN. 2004. Recruitment limitation in secondary forests dominated by an exotic tree. *J. Veg. Sci.* 15: 721-728. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2004.tb02314.x>
- LUNDGREN, M. R. & A. J. FLEMING. 2020. Cellular perspectives for improving mesophyll conductance. *Plant J.* 101: 845-857. <https://doi.org/10.1111/tpj.14656>
- MACK, R. N., D. SIMBERLOFF, W. M. LONSDALE, H. EVANS, ... & F. A. BAZZAZ. 2000. Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences, and control. *Ecol. Appl.* 10: 689-710. [https://doi.org/10.1890/1051-0761\(2000\)010\[0689:BICEGC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(2000)010[0689:BICEGC]2.0.CO;2)
- MARENCO, R. A., J. F. DE C. GONCALVES & G. VIEIRA. 2001. Leaf gas exchange and carbohydrates in tropical trees differing in successional status in two light environments in central Amazonia. *Tree Physiol.* 21: 1311-1318. <https://doi.org/10.1093/treephys/21.18.1311>
- MATZEK, V. 2011. Superior performance and nutrient-use efficiency of invasive plants over non-invasive congeners in a resource-limited environment. *Biol. Invasions* 13: 3005-3014. <https://doi.org/10.1007/s10530-011-9985-y>
- MEDLYN, B. E., E. DREYER, D. ELLSWORTH, M. FORSTREUTER, ... & D. LOUSTAU. 2002. Temperature response of parameters of a biochemically based model of photosynthesis. II. A review of experimental data. *Plant Cell Environ.* 25: 1167-1179. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3040.2002.00891.x>
- MILANOVIĆ, M., S. KNAPP, P. PYŠEK & I. KÜHN. 2020. Linking traits of invasive plants with ecosystem services and disservices. *Ecosyst. Serv.* 42: 101072. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2020.101072>
- MIYAZAWA, Y. & K. KIKUZAWA. 2005. Winter photosynthesis by saplings of evergreen broad-leaved trees in a deciduous temperate forest. *New Phytol.* 165: 857-866. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2004.01265.x>
- MO, L., J. CHEN, X. LOU, Q. XU, ... & E. LIN. 2020. Colchicine-induced polyploidy in *Rhododendron fortunei* Lindl. *Plants* 9: 424. <https://doi.org/10.3390/plants9040424>
- MONTALDO, N. H. 1993. Dispersión por aves y éxito reproductivo de dos especies de *Ligustrum* (Oleaceae) en un relicto de selva subtropical en la Argentina. *Rev. Chil. Hist. Nat.* 66: 75-85. http://rchn.biologiachile.cl/pdfs/1993/1/Montaldo_1993.pdf

- MONTTI, L., V. PIRIZ CARRILLO, J. GUTIÉRREZ-ANGONESE, N. I. GASPARRI, ... & H. R. GRAU. 2017. The role of bioclimatic features, landscape configuration and historical land use in the invasion of an Asian tree in subtropical Argentina. *Landscape Ecol.* 32: 2167-2185. <https://doi.org/10.1007/s10980-017-0563-2>.
- NIINEMETS, Ü. 1999. Research review. Components of leaf dry mass per area - thickness and density - alter leaf photosynthetic capacity in reverse directions in woody plants. *New Phytol.* 144: 35-47. <https://doi.org/10.1046/j.1469-8137.1999.00466.x>
- PARKER, I. M., W. M. LONSDALE, K. GOODELL, M. WONHAM, ... & L. GOLDWASSER. 1999. Impact: toward a framework for understanding the ecological effects of invaders. *Biol. Invasions* 1: 3-19. <https://doi.org/10.1023/A:1010034312781>
- PARKHURST, D. F. 1986. Internal leaf structure: a three-dimensional perspective. En: GIVNISH, T. J. (ed.), *On the Economy of Plant Form and Function*, pp. 215-250. Cambridge University Press, Cambridge.
- PATTISON, R. R., G. GOLDSTEIN & A. ARES. 1998. Growth, biomass allocation and photosynthesis of invasive and native Hawaiian rainforest species. *Oecologia* 117: 449-459. <https://doi.org/10.1007/s004420050680>
- PODAZZA, G. 2019. Especies vegetales exóticas: el establecimiento de plántulas de *Ligustrum sinense* (Oleaceae) en selva basal fragmentada por explotación forestal (PN Aconquija, Tucumán) [online]. Disponible en: https://issuu.com/junazdg/docs/boletin_investigacion_y_monitoreo_noa_1 [Acceso: 20 marzo 2023].
- POORTER, H. & J. R. EVANS. 1998. Photosynthetic nitrogen-use efficiency of species that differ inherently in specific leaf area. *Oecologia* 116: 26-37. <https://doi.org/10.1007/s004420050560>
- PYŠEK, P., P. E. HULME, D. SIMBERLOFF, S. BACHER, ... & D. M. RICHARDSON. 2020. Scientists' warning on invasive alien species. *Biol. Rev.* 95: 1511-1534. <https://doi.org/10.1111/brv.12627>
- RAWSON, H. M., J. E. BEGG & R. G. WOODWARD. 1977. The effect of atmospheric humidity on photosynthesis, transpiration and water use efficiency of leaves of several plant species. *Planta* 134: 5-10. <https://doi.org/10.1007/BF00390086>
- REN, T., S. M. WERADUWAGE & T. D. SHARKEY. 2019. Prospects for enhancing leaf photosynthetic capacity by manipulating mesophyll cell morphology. *J. Exp. Bot.* 70: 1153-1165. <https://doi.org/10.1093/jxb/ery448>
- REYNOLDS, C., N. VENTER, B. W. COWIE, D. MARLIN, ... & M. J. BYRNE. 2020. Mapping the socio-ecological impacts of invasive plants in South Africa: Are poorer households with high ecosystem service use most at risk? *Ecosyst. Serv.* 42: 101075. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2020.101075>
- SCHULTE, M., C. OFFER & U. HANSEN. 2003. Induction of CO₂-gas exchange and electron transport: comparison of dynamic and steady-state responses in *Fagus sylvatica* leaves. *Trees* 17: 153-163. <https://doi.org/10.1007/s00468-002-0219-x>
- SIMBERLOFF, D. 2004. Community Ecology: Is it time to move on? *Am. Nat.* 163: 787-799. <https://www.journals.uchicago.edu/doi/pdf/10.1086/420777>
- STRATTON, L. C. & G. GOLDSTEIN. 2001. Carbon uptake, growth and resource-use efficiency in one invasive and six native Hawaiian dry forest tree species. *Tree Physiol.* 21: 1327-1334. <https://doi.org/10.1093/treephys/21.18.1327>
- TECCO, P. A., S. DÍAZ, D. E. GURVICH, N. PEREZ-HARGUINDEGUY, ... & G. A. BERTONE. 2007. Facilitation and interference underlying the association between the woody invaders *Pyracantha angustifolia* and *Ligustrum lucidum*. *Appl. Veg. Sci.* 10: 211-218. <https://doi.org/10.1111/j.1654-109X.2007.tb00519.x>
- TE BEEST, M., K. J. ESLER & D. M. RICHARDSON. 2015. Linking functional traits to impacts of invasive plant species: a case study. *Plant Ecol.* 216: 293-305. <https://doi.org/10.1007/s11258-014-0437-5>
- TERASHIMA, I., Y. T. HANBA, Y. TAZOE, P. VYAS & S. YANO. 2006. Irradiance and phenotype: comparative eco-development of sun and shade leaves in relation to photosynthetic CO₂ diffusion. *J. Exp. Bot.* 57: 343-354. <https://doi.org/10.1093/jxb/erj014>
- THEOHARIDES, K. A. & J. S. DUKES. 2007. Plant invasion across space and time: factors affecting nonindigenous species success during four stages of invasion. *New Phytol.* 176: 256-273. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2007.02207.x>
- THÉROUX-RANCOURT, G., A. B. RODDY, J. M. EARLES, M. E. GILBERT, ... & C. R. BRODERSEN. 2021. Maximum CO₂ diffusion inside leaves is limited by the scaling of cell size and genome size. *Proc. Royal Soc. B* 288: 20203145. <https://doi.org/10.1098/rspb.2020.3145>

- TOSCANO, S., A. FERRANTE, A. TRIBULATO & D. ROMANO. 2018. Leaf physiological and anatomical responses of *Lantana* and *Ligustrum* species under different water availability. *Plant Physiol. Biochem.* 127: 380-392.
<https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2018.04.008>
- VAN KLEUNEN, M., E. WEBER & M. FISCHER. 2010. A meta-analysis of trait differences between invasive and non-invasive plant species. *Ecol. Lett.* 13: 235-245.
<https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2009.01418.x>
- VERGARA-TABARES, D. L., J. BADINI & S. I. PELUC. 2016. Fruiting phenology as a “triggering attribute” of invasion process: Do invasive species take advantage of seed dispersal service provided by native birds? *Biol. Invasions* 18: 677-687.
<https://doi.org/10.1007/s10530-015-1039-4>
- VILÀ, M., C. BASNOU, P. PYŠEK, M. JOSEFSSON, ... & D. PARTNERS. 2010. How well do we understand the impacts of alien species on ecosystem services? A pan-European, cross-taxa assessment. *Front. Ecol. Environ.* 8: 135-144.
<https://doi.org/10.1890/080083>
- VOGELMANN, T. C. & H. L. GORTON. 2014. Leaf: light capture in the photosynthetic organ. En: HOHMANN-MARRIOTT, M. F (ed.), *The Structural Basis of Biological Energy Generation*, pp. 363-377. Springer, Netherlands.
- WEBER, E. 2003. *Invasive Plant Species of the World: A Reference Guide to Environmental Weeds*. CAB International Publishing, Wallingford.
- WHITEWOODS, C. D. 2021. Riddled with holes: Understanding air space formation in plant leaves. *PLOS Biology* 19: e3001475.
<https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3001475.g001>
- WRIGHT, I. J. & M. WESTOBY. 2002. Leaves at low versus high rainfall: coordination of structure, lifespan and physiology. *New Phytol.* 155: 403-416.
<https://doi.org/10.1046/j.1469-8137.2002.00479.x>
- WU, J., J. WANG, W. HUI, F. ZHAO, ... & W. GONG. 2022. Physiology of plant responses to water stress and related genes: A review. *Forests* 13: 324.
<https://doi.org/10.3390/f13020324>
- YANSEN, M. V. & F. BIGANZOLI. 2022. Las especies arbóreas exóticas en Argentina: caracterización e identificación de las especies actual y potencialmente problemáticas. *Darwiniana* 10: 80-97.
<https://doi.org/10.14522/darwiniana.2022.101.1001>
- ZAMORA NASCA, L., L. MONTTI, R. GRAU & L. PAOLINI. 2014. Efectos de la invasión del ligustro, *Ligustrum lucidum*, en la dinámica hídrica de las Yungas del noroeste argentino. *Bosque (Valdivia)* 35: 195-205.
<http://dx.doi.org/10.4067/S0717-92002014000200007>
- ZARLAVSKY, G. E. 2014. *Histología Vegetal*. Sociedad Argentina de Botánica, Buenos Aires.
- ZHANG, S., D. FAN, Q. WU, H. YAN & X. XU. 2013. Eco-physiological adaptation of dominant tree species at two contrasting karst habitats in southwestern China. *F1000Research* 2: 122.
<https://doi.org/10.12688/f1000research.2-122.v2>
- ZHOU, J., Z. ZHANG, Y. ZHANG, Y. WEI & Z. JIANG. 2018. Effects of lead stress on the growth, physiology, and cellular structure of privet seedlings. *PLoS ONE* 13: e0191139.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0191139>
- ZOU, J., W. HU, Y. LI, H. ZHU, ... & Z. ZHOU. 2022. Leaf anatomical alterations reduce cotton's mesophyll conductance under dynamic drought stress conditions. *Plant J.* 111: 391-405. <https://doi.org/10.1111/tpj.15794>



DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA HISTÓRICA Y ACTUAL Y ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL LUPINO PAMPEANO *LUPINUS AUREONITENS* (FABACEAE)

HISTORICAL AND CURRENT GEOGRAPHIC DISTRIBUTION AND CONSERVATION STATUS OF THE PAMPEAN LUPINE *LUPINUS AUREONITENS* (FABACEAE)


Elián L. Guerrero^{1*} 

1. División Plantas Vasculares, Museo de La Plata, Facultad de Ciencias Naturales y Museo (Universidad Nacional de La Plata), La Plata, Argentina

*eguerro@fcnym.unlp.edu.ar

Citar este artículo

GUERRERO, E. L. 2023. Distribución geográfica histórica y actual y estado de conservación del lupino pampeano *Lupinus aureonitens* (Fabaceae). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 58: 243-256.

 DOI: <https://doi.org/10.31055/1851.2372.v58.n2.37389>

SUMMARY

Background and aims: *Lupinus aureonitens* is an endemic species of the Argentine Pampas, rare with isolated populations. Its geographic distribution is not well known, especially the location of type localities, which determines the establishment of conservation status. The objective of this work is to analyze and update the geographic distribution of the Pampas lupine by mean of historical and current sources, identify the human activities that affect it, and discuss categories of threat.

M&M: Occurrence sites were compiled and analyzed from herbarium materials, historical and current bibliography, databases, and field trips. The location of the type localities was studied using old maps. Threats to the conservation of the species were listed.

Results: Its presence is confirmed and updated in Buenos Aires, Córdoba, Santa Fe and La Pampa political provinces, in sandy or rocky soils of the Pampa Interior and Pampa Austral vegetation units.

Conclusions: The environments in which the species is recorded are relictual landforms. The main threat to the conservation of the species is habitat fragmentation or habitat loss. With the current data it is not prudent to apply the evaluation criteria according to IUCN. The proposal to consider the species as Least Concern should be rejected, and it should be included in the Data Deficient category. For now, it is necessary to accompany future studies with *in situ* and *ex situ* conservation measures.

KEY WORDS

Biodiversity conservation, habitat loss, Pampa, temperate grasslands, threatened species.

RESUMEN

Introducción y objetivos: *Lupinus aureonitens* es una especie endémica de las pampas argentinas, rara con poblaciones aisladas. Su distribución geográfica no es bien conocida, especialmente la ubicación de las localidades tipo, lo que condiciona el establecimiento del estado de conservación. El objetivo de este trabajo es analizar y actualizar la distribución geográfica del lupino pampeano por medio de fuentes históricas y actuales, identificar las actividades humanas que la afectan y discutir categorías de amenaza.

M&M: Se compilaron y analizaron los sitios de ocurrencia a partir de materiales de herbario, bibliografía histórica y actual, bases de datos y viajes de campo. Se estudió la ubicación de las localidades tipo utilizando mapas antiguos. Se enlistaron las amenazas para la conservación de la especie.

Resultados: Se confirma y actualiza su presencia en las provincias de Buenos Aires, Córdoba, Santa Fe y La Pampa, en suelos arenosos o rocosos de las unidades de vegetación Pampa Interior y Pampa Austral.

Conclusiones: Los ambientes en los que se registra a la especie son geofomas relictuales. La amenaza principal para la conservación de la especie es la fragmentación o pérdida de hábitat. Con los datos actuales no es prudente aplicar los criterios de evaluación según UICN. Se debe rechazar la propuesta de considerar a la especie como Preocupación Menor y se la debe incluir en la categoría Datos Insuficientes. Por lo pronto, es necesario acompañar los futuros estudios con medidas de conservación *in situ* y *ex situ*.

PALABRAS CLAVE

Conservación de la biodiversidad, especies amenazadas, pampa, pastizales templados, pérdida de hábitat.

Recibido: 21 Abr 2022

Aceptado: 2 Dic 2022

Publicado en línea: 28 Abr 2023

Publicado impreso: 30 Jun 2023

Editor: Juan Carlos Moreno Saiz 

ISSN versión impresa 0373-580X

ISSN versión on-line 1851-2372

INTRODUCCIÓN

La provincia biogeográfica Pampeana (*sensu* Morrone *et al.*, 2022) es posiblemente una de las áreas más afectadas por actividades humanas de Sudamérica. Las invasiones biológicas propiciaron grandes cambios ambientales que afectaron a la biota local desde el primer intento fundacional de la actual Buenos Aires por el escape involuntario de caballos en 1541 (Schmidel, 2003) y la introducción de especies de *Dipsacus* L., *Cynara* L. y *Carduus* L. (Rapoport, 1996). Durante el siglo XIX, la alta carga ganadera en algunas zonas, el establecimiento de colonias agrícolas y nuevas invasiones biológicas, continuaron el deterioro de los pastizales (Delucchi & Charra, 2012; Matteucci, 2012; Medan *et al.*, 2011; Oyarzabal *et al.*, 2020). Además, la escasa regulación del sector industrial y el rápido y desorganizado crecimiento urbano fragmentaron y redujeron aún más el hábitat de los pastizales pampeanos alrededor de las grandes metrópolis. Esta provincia biogeográfica concentra muchas ciudades capitales de antiguo establecimiento, con gran tamaño y crecimiento veloz, así como otras urbes menores en pleno y sostenido crecimiento poblacional. El proceso de crecimiento urbano es generalizado en toda la región. Junto a esta presión ambiental, la agricultura industrial (monocultivos de soja, eucalipto, pino, etc.) y los elevados niveles de uso de agroquímicos, son otros de los factores de mayor impacto sobre los pastizales en la actualidad (Bilenca & Miñarro, 2004; Oyarzabal *et al.*, 2020).

Como consecuencia, varias especies endémicas (i.e., que ocurren exclusivamente en un área geográfica definida; Fattorini, 2017) de la provincia Pampeana son en extremo escasas y enfrentan un grave peligro de extinguirse por reducción de hábitat, como *Sellocharis paradoxa* Taubert de Rio Grande do Sul, Brasil (Conterato *et al.*, 2007), *Phytolacca tetramera* Hauman del noreste de Buenos Aires (Galup, 2006) y *Oxypetalum arenicola* Hauman ex Lillo del oeste de Buenos Aires, Argentina (Meyer, 1943). Los estudios referidos a la distribución y conservación de especies amenazadas como estas son exiguos en la región. Como contraparte, la provincia Pampeana posee una proporción extremadamente baja de áreas protegidas (alrededor de un 1,66% en Argentina; Chebez, 2009) en relación con la superficie amenazada o transformada por

actividades antrópicas (Bilenca & Miñarro, 2004; Morello *et al.*, 2012). Muchos endemismos de distribución restringida en la planicie Pampeana se encuentran escasa o nulamente representados en los sistemas de reservas naturales, por lo que su revalorización es urgente. Esto se debe a que las reservas naturales de la región se encuentran ubicadas en ambientes específicos de los sectores periféricos, como los humedales de la costa marina o las serranías, y pocas de ellas protegen extensiones considerables de pastizales pampeanos (Krapovikas & Di Giacomo, 1998). La mayoría de las áreas protegidas resguarda la vegetación característica de los humedales de la Baja Cuenca del Plata o la gran biodiversidad de las sierras del sistema de Ventania. Sin embargo, la Baja Cuenca del Plata pertenece en realidad a la provincia biogeográfica Esteros del Iberá (Apodaca *et al.*, 2021; Arana *et al.*, 2021; Morrone *et al.*, 2022), y los roquedales y pastizales de altura de las sierras de Ventania se deben considerar como una unidad biogeográfica independiente (Guerrero & Apodaca, 2022). Por lo tanto, las reservas ubicadas en estas dos áreas no pueden ser consideradas como parte de la provincia Pampeana. Un ejemplo de ello es que en los complejos ecosistémicos Pampa Arenosa y Pampa Medanosa (*sensu* Morello *et al.*, 2012) o unidad de vegetación Pampa Interior (*sensu* Oyarzabal *et al.*, 2018), no hay áreas protegidas (Guerrero, 2019).

La especie de Fabaceae *Lupinus aureonitens* Gillies ex Hook. & Arn. (Fig. 1), o lupino pampeano, es endémica de las pampas occidentales de Argentina (Burkart, 1967), en donde posee pocas poblaciones que con normalidad cuentan solamente con entre tres y cinco individuos cada una (Long *et al.*, 2013; Ghilardi *et al.*, 2014). Es un subarbusto bienal o anual, de hasta 40 cm de altura, muy ramificado desde la base y densamente pubescente (Fig. 1A), con numerosas flores azules agrupadas en racimos robustos terminales de 10-25 cm long. (Fig. 1B). Es una especie delicada cuya germinación, tasa de crecimiento y capacidad reproductiva se incrementan en condiciones post-fuego (Long & de Villalobos, 2007, 2011; Ghilardi *et al.*, 2013, 2014) en perfiles de suelo poco alterados que le permiten establecer relaciones simbióticas con microorganismos fijadores de nutrientes (Bello *et al.*, 2016). A pesar de ser una especie muy escasa que habita una zona con altas tasas de transformación de los ecosistemas, en

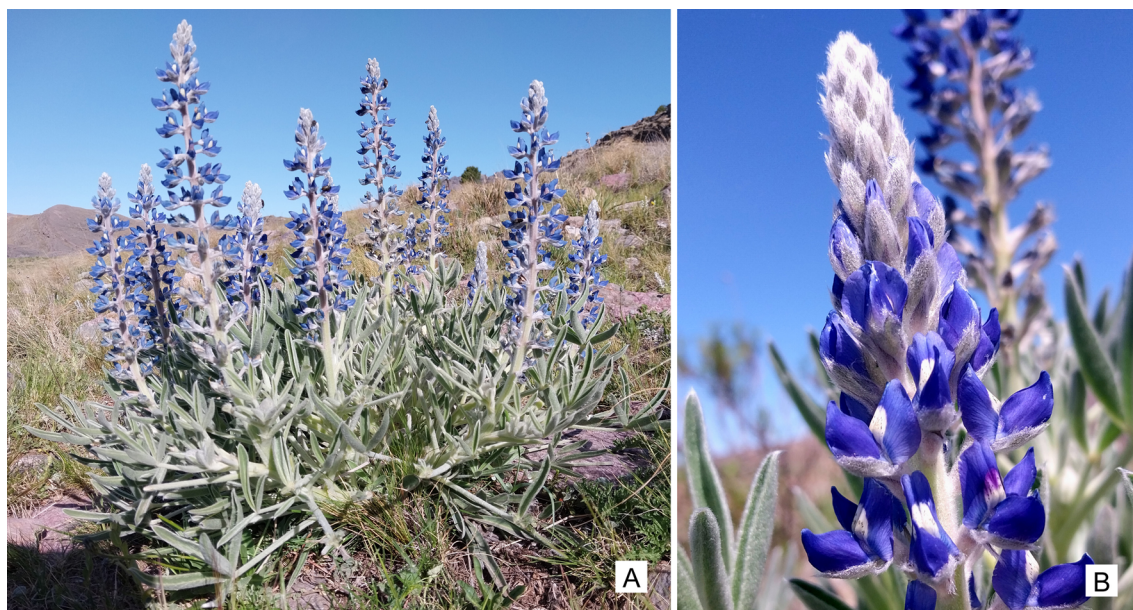


Fig. 1. *Lupinus aureonitens*. **A:** hábito de la planta y su ambiente. **B:** parte terminal de una inflorescencia.

términos legales sus poblaciones se encuentran desprotegidas a excepción de las pocas que se encuentran en reservas naturales provinciales del sistema de Ventania (F. Casalle Pintos, com. pers.).

Conocer la distribución geográfica de una especie como esta es un paso elemental para evaluar su grado de amenaza y comenzar a planificar estrategias de conservación, pero en el caso de *L. aureonitens* la bibliografía al respecto presenta algunos inconvenientes. Al describir la especie, Hooker & Arnott (1833) la mencionan para “Pampas near La Cabeza del Tigre” y “Andes of Mendoza, near Villavicenzio”. Luego Smith (1940, 1944) discute la ubicación de las localidades de los isotipos mencionados. No logra establecer con exactitud el sitio “Cabeza del Tigre”, que cree que puede haber estado en la provincia de Buenos Aires, y plantea que la localidad “Andes of Mendoza, near Villavicenzio” puede haber surgido de una confusión con materiales de *L. andicola*. Burkart (1952) cita la especie para “Buenos Aires (Tandil, Sierra de la Ventana, General Villegas) y sur de Santa Fe”. Posteriormente, Burkart (1967) menciona que el lupino pampeano es “endémico en la región Pampeana, sur de Córdoba y Santa Fe (el ejemplar tipo provino de Cabeza de Tigre, lugar

entre Cacarañá y Belville); Mendoza, precordillera; oeste y sur de Buenos Aires (General Villegas: médano de Bunge; sierras de Curamalán y de la Ventana, Tandil)”. Luego Planchuelo y Dunn (1984) restringen la distribución de la especie al sur y al oeste de la provincia de Buenos Aires. Asignan la localidad “Cabeza de Tigre” a la provincia de Buenos Aires, aunque tampoco indican la ubicación exacta de la misma en el mapa del trabajo. Steibel (2000) trata a la especie como “endémica de la Provincia Pampeana en el oeste de Buenos Aires, sur de Córdoba, Santa Fe y La Pampa. En La Pampa: poco frecuente en sitios muy húmedos del sector nordoriental”. Según las fuentes más actualizadas (Zuloaga *et al.*, 2008) la distribución geográfica de *L. aureonitens* se encuentra limitada exclusivamente a las provincias de Buenos Aires y La Pampa. Como se puede observar, hay incertidumbre sobre qué provincias políticas ocupa la especie. Parte de este problema surgió de que nunca se logró localizar con exactitud las localidades tipo de la especie (e.g., Smith, 1940, 1943-1944; Burkart, 1952, 1967).

Las incongruencias en los trabajos que presentaron su distribución geográfica han conducido a que aparezcan diferencias en el grado de amenaza o

riesgo de extinción de la especie según distintos autores. En Buenos Aires ha sido catalogada como especie “rara” (Delucchi, 1992) y como En Peligro (EN) - En Peligro Crítico (CR) (Delucchi, 2006). A nivel nacional fue catalogada como Vulnerable (VU) por Delucchi & Hernández (2015) y en la categoría 5 (el mayor grado de amenaza) de la lista de Plantas Endémicas de Argentina (PlanEAR, 2022). Guiándose por el criterio B de categorización de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2012) y utilizando materiales de herbario, bibliografía y relevamientos de campo como fuentes, Ghilardi *et al.* (2015) determinaron que la especie se encuentra En Peligro (EN). Estos autores calcularon la extensión de presencia (EOO, subcriterio B1, distribución geográfica expresada como extensión de presencia) siguiendo el método del polígono mínimo convexo y el área de ocupación (AOO, subcriterio B2, distribución geográfica expresada como área de ocupación) con el método Cartográfico por Conglomerados que resultó en el reconocimiento de cuatro poblaciones conglomeradas y ninguna población satélite, aunque en la publicación no se explicita cuáles son los registros geográficos que utilizaron. Todos los autores precedentes clasificaron a la especie en alguna categoría de amenaza. Sin embargo, en la última actualización sobre el grado de amenaza de las plantas de Argentina (Salariato *et al.*, 2021) se la calificó como Preocupación Menor (LC). Estos autores se guiaron por el subcriterio B1 de la UICN, utilizando registros de herbarios obtenidos en las provincias de La Pampa y Buenos Aires.

El objetivo de este trabajo es analizar y actualizar la distribución geográfica del lupino pampeano, incluyendo hábitats y unidades biogeográficas, por medio de fuentes históricas y actuales (e.g., materiales de herbario, localidades originales, bases de datos, viajes de campo y bibliografía) para identificar las actividades humanas que pueden afectar sus poblaciones. Sobre la base de esta información se discuten categorías de amenaza confrontándolo con trabajos previos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizaron especímenes, incluyendo imágenes de alta resolución, de los siguientes herbarios: B, BA, BAA, BBB, BM, CORD, E, F, LP, MO, SI, SRFA y US (Thiers, 2022).

Para determinar la ubicación de las localidades originales o tipo, se estudió la travesía que realizaba periódicamente desde Buenos Aires a Mendoza John Gillies, quien recolectó los ejemplares tipo de *L. aureonitens*, y los viajes de Paul G. Lorentz, quien recolectó el material tipo de *L. purolanatus* (sinónimo *L. aureonitens*). Para realizar esta tarea se ubicaron las localidades mencionadas en las etiquetas de herbario de materiales recolectados por dichos autores en fechas cercanas a las mencionadas en los protólogos y se las comparó con mapas de la época para reconstruir sus itinerarios.

Adicionalmente se realizó una búsqueda en la bibliografía y bases de datos digitales (Flora Argentina, 2018; ArgentiNat.org, 2022; Gbif.org, 2022) para reconstruir la distribución geográfica de la especie. En las bases de datos ArgentiNat.org y Gbif.org se realizó en primer lugar la búsqueda de la palabra clave “*Lupinus aureonitens*” pero también se revisaron las observaciones de *Lupinus* sp. que potencialmente podrían tratarse de la especie estudiada.

También se realizaron salidas de campo a localidades de la provincia de Buenos Aires en localidades donde había sido hallada la especie para confirmar los registros más antiguos (General Villegas, Bunge, 9 de Julio, Tandil y varios puntos del Sistema Serrano de Ventania como el Parque Provincial E. Tornquist, Villa Ventana, Sierra de la Ventana, Abra de la Ventana y Tornquist), y a localidades intermedias para buscar nuevos ejemplares (Olavarría, Azul, Balcarce y las Encadenadas de Guaminí).

Se estudiaron las etiquetas de herbario y la bibliografía y se comparó la distribución de la especie con los mapas de unidades de vegetación para conocer a qué ambientes y qué unidades biogeográficas está asociada. Luego se enumeraron las amenazas confirmadas para la región que pueden afectar a la especie a corto plazo. Para ello se siguió el marco conceptual planteado por Tiscornia *et al.* (2019) para identificar causales de la degradación de pastizales nativos basándose en los procesos indicadores que conducen particularmente a la pérdida de biodiversidad.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Buenos Aires: Pdo. General Villegas, Médano de Bunge, 21-XII-1939, Cabrera 5694 (LP 037654); Pdo. Junín, Entre Junín y Agustina,

Ruta 65 a 2,5 km de empalme Ruta 188 (-34.53; -61.01), 14-X-1990, Rùgolo de Agrasar 1262 (MO 6069869). *Pdo. Saavedra*, Sierra Tampe, Campam Cortapie, Sierra de la Ventana, 4-II-1881, Lorentz 3 (CORD 00002907, US 00003378, B 100244167, B 100244186, F 612076, SI 2167); Sierras de Curamalán, I-1892, Kyle (BM 000901052); Sierras de Cura-Malal, La Gruta, 9-XI-1928, Scala (LP 037653); *idem*, 12-XI-1938, Cabrera 4760 (LP 023134); *Pdo. Tornquist*, prope Est. Tornquist, 20-XII-1899, Spagazzini s.n. (LP 037656 ex LPS23796); Sierra de la Ventana, hacia NW del Hotel Abra de la Ventana, 16-XI-1969, Roivanen 343 (H 1027046). Prov. Córdoba: *Dpto. Marcos Juárez*, Marcos Juárez, 6-IX-1906, Stuckert (CORD 0064878).

Localidades recopiladas a partir de la bibliografía, bases de datos y comunicaciones personales

ARGENTINA. Prov. Buenos Aires: *Pdo. Saavedra*, Sierra de la Ventana, 1-V-1879, Lorentz (CORD; Burkart, 1967); Sierra de Bravard, Abra Hinojo, Gómez *et al.* (BAA; Planchuelo & Dunn, 1984); Reserva Natural Privada Las Piedras, X-2022 (Facundo Casalle, com. pers.); Encadenadas Dufaur (-37.94443, -62.288144), 28-IX-2020, (M. Klock; inaturalist <https://www.inaturalist.org-observations-61067512>); *Pdo. Tornquist*, Sierra de la Ventana, 10-II-1901, Hicken s.n. (SI); *idem*, 25-XII-1905, Hauman s.n. (SI); Parque Provincial E. Tornquist, debajo de la Cueva del Toro, Long 1990 (BBB; Long, 2018); Cordón Esmeralda, 31-X-2015, Villamil 11910 (BBB; Flora Argentina, 2018); Villa Serrana La Gruta, cerca al arroyo Ventana (-38.061106, -62.073012) (M. Fossatti; inaturalist <https://www.inaturalist.org-observations-63048612>); Ruta 76, entrada al Campamento Base Ventana (-38.070172, -62.021813), 5-XI-2015, (G. Brank; inaturalist <https://www.inaturalist.org-observations-64728074>); Reserva Provincial Sierras Grandes, X-2022 (Facundo Casalle, com. pers.); *Pdo. Azul*, Cerros de Azul (Caselli, 2008); *Pdo. Tandil*, Cerro San Luis (Sierras de Tandil) (Caselli, 2008); Cerros Heusser y Clavez, Hicken s.n. (SI; Planchuelo & Dunn, 1984); Cerros de Tandil, Grondona 8016 (BAA; Planchuelo & Dunn, 1984); *Pdo. Nueve de Julio*, cerca de Nueve de Julio (*sub. L. multiflorus* Desr.; Manganaro, 1919); *Pdo. General Villegas*, Médano de Bunge, Parodi 13385 (MO; Gbif.org, 2022). Prov. Córdoba:

Dpto. Marcos Juárez, Pampas near Cabeza del Tigre, Gillies (K; Hooker & Arnott, 1833); Marcos Juárez, 10-X-1991, Bianco 3279 (SI; Flora Argentina, 2018); *Dpto. Río Cuarto*, Río Cuarto (Cantero *et al.*, 2009). Prov. La Pampa: *Dpto. Chapaleufú*, Intendente Alvear, Steibel 9126 (SRFA; Steibel, 2000). Prov. Mendoza: Andes of Mendoza, near Villavicencio, Gillies s.n. (Hooker & Arnott, 1833). Prov. Santa Fe: *Dpto. General López*, Venado Tuerto (-33.72823, -61.988729), 19-X-1994 (F. Cuello; inaturalist <https://www.inaturalist.org-observations-107923659>); Rufino (F. Cuello; inaturalist <https://www.inaturalist.org-observations-107923659>).

RESULTADOS

Tratamiento taxonómico

Lupinus aureonitens Gillies ex Hook. & Arn. *Bot. Misc.* 2: 201. 1833. TIPO: ARGENTINA. “On the Pampas near Cabeza del Tigre”, J. Gillies (*Sintipos*, E 00178410, E 00178411, E 00178412, no vistos); “Andes of Mendoza, near Villavicencio”, J. Gillies (*Sintipos*, no encontrados).

Lupinus kyleanus C.P. Sm. *Species Lupinorum* 13: 206. 1940. TIPO: ARGENTINA. Buenos Aires, “Vienas de Curamalan”, I-1892, J.D. Kyle (*Holotipo*, BM 000901052 [foto!]).

Lupinus purolanatus C.P. Sm. *Species Lupinorum* 22: 343-344. 1944. TIPO: ARGENTINA. Buenos Aires, Sierra Ventana, 4-II-1881, P.G. Lorentz 3 (*Sintipo*, B 100244187 [foto!], *isotipos*, F612076 [foto!], CORD 00002907 [foto!]); Campam Cortapie, 4-II-1881, P.G. Lorentz 3 (*Sintipo*, no encontrado); Sierras Tampe, P.G. Lorentz 3 (*Sintipos*, B 100244186 [foto!], US 00003378 [foto!], SI 002167 [foto!]).

Registros de distribución confirmados de L. aureonitens

Se confirmó la presencia de *L. aureonitens* para las provincias de Buenos Aires, Córdoba, La Pampa y Santa Fe (Fig. 2). El registro de la especie en Mendoza no pudo ser confirmado y probablemente se trate de un error (ver discusión). Sin tener en cuenta este último punto, se contabilizaron 27 sitios de ocurrencia en el pasado (Material suplementario S1), de los cuales solo 14 fueron los más recientes, entre 1990 y la actualidad. Algunos registros son muy antiguos: en Nueve de Julio (Buenos

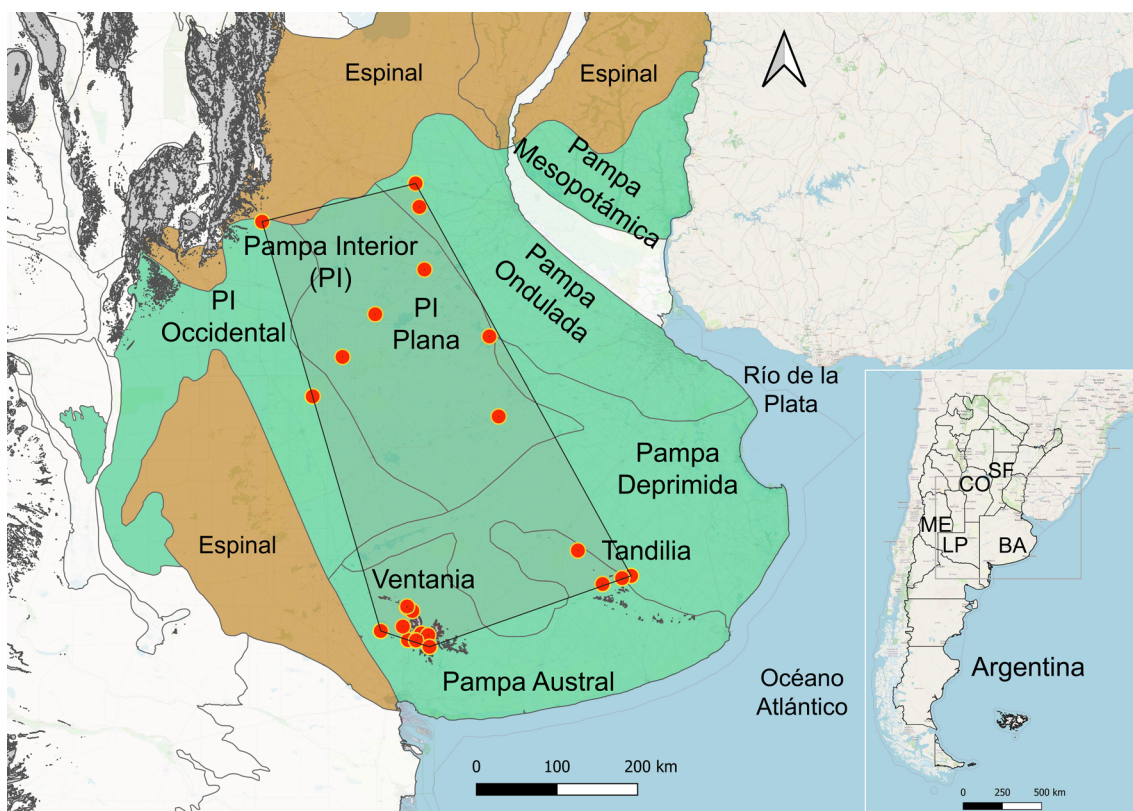


Fig. 2. Sitios de ocurrencia de *L. aureonitens* en el mapa de unidades de vegetación de Argentina (Oyarzabal *et al.*, 2018). En verde, Pampa, en naranja Espinal, en gris, serranías. Abreviaturas= BA: provincia de Buenos Aires; CO: provincia de Córdoba; PI: Pampa Interior; LP: provincia de La Pampa; ME: provincia de Mendoza; SF: provincia de Santa Fe.

Aires) y Cabeza del Tigre (Córdoba) no se volvió a recolectar la especie en más de un siglo, y en médano de Bunge (Buenos Aires) la especie no ha vuelto a ser hallada desde hace 83 años. Los recorridos de campo buscando incluir ejemplares novedosos o confirmar los registros más antiguos resultaron infructuosos. En Nueve de Julio se recorrieron caminos rurales y no se halló la planta. La zona en donde se emplazó la posta Cabeza del Tigre no se pudo visitar. En Bunge tampoco se halló la especie, y un vecino de la localidad manifestó que la arena del médano de Bunge (donde Cabrera había recolectado la planta en 1939) fue utilizada para elevar la cota de caminos vecinales de los alrededores. En las zonas recorridas del sistema de sierras de Tandilia (Tandil y alrededores, Olavarría,

Azul y Balcarce) tampoco se la halló. A partir del año 2000 solo se la logró observar en Sierra de la Ventana, en donde se concentran los registros recientes, y en Córdoba (Río Cuarto), La Pampa (Intendente Alvear) y sur de Santa Fe.

Localidades originales o tipo de L. aureonitens y sinónimos

Uno de los materiales originales de *L. aureonitens* proviene de la localidad “Pampas near Cabeza del Tigre”, la cual Smith (1944) no logró ubicar (supuso que debía estar en Buenos Aires) y que Burkart (1967) situó entre Carcarañá (Santa Fe) y Belville (Córdoba). La posta Cabeza del Tigre se encontraba cerca de la localidad actual Los Surgentes, y de la localidad histórica de Monte de los Papagayos,

en Córdoba (Arrowsmith, 1850; Garnier, 1862; Stanford, 1901) un poco más al sur de lo que supuso Burkart (1967).

Otros materiales citados en la descripción original serían de la provincia argentina de Mendoza, donde nunca fue hallado nuevamente. Smith (1943-1944) mencionó un material en K recolectado por Gillies que proviene de “Villavicenzio” determinado como *L. andicola* Gillies ex Hook. & Arn. Cabe destacar que el holotipo de *L. andicola*, que Hooker y Arnott describieron justo a continuación de *L. aureonitens* (Hooker & Arnott, 1833: 201) provenía también de “Villavicenzio” (“Ascent to the Paramillo above Villavicenzio, II-1821, J. Gillies, Herbarium Hookerianum”; K 000500641).

La localidad tipo del sinónimo *L. kyleanus* es “Vinas de Curamalan” (*sic*, Smith, 1940). El nombre corregido del sitio según la etiqueta del holotipo es Sierras de Curamalán (-37.69520, -62.28991). Smith (1944) discutió la ubicación de las localidades originales del sinónimo *L. purolanatus*: Sierra de la Ventana, Campam y Sierra Tampe. Los materiales de estos sitios están etiquetados con el número 3 por Lorentz, por lo que probablemente se refieren a una misma localidad y fecha. En el material depositado en CORD (CORD 00002907) se lee “Sierra de la Ventana, 4-II-1881”. Es decir que correspondían al segundo viaje de Lorentz a Sierra de la Ventana poco antes de su fallecimiento, en el que pudo haber recorrido las localidades conocidas por los informes y diarios de su primera travesía durante la Campaña al Desierto del General J. A. Roca (Lorentz & Niederlein, 1881; Doering & Lorentz, 1916). Sin embargo, al buscar en estos documentos, no se halló ninguna mención de nombres similares a los antedichos. Tampoco existen localidades con los nombres Tampe o Campam en los mapas actuales del sur de Buenos Aires ni en mapas del siglo XIX (e.g., Colton, 1855; De Moussy, 1867; Wysocki, 1877; Brackebusch, 1889). En el trabajo de Smith (1943-1944) también se mencionaba la localidad Campam Cortapie (material no encontrado), que probablemente se refería al Cerro Cortapié, ubicado al noroeste de la Laguna Los Chilenos (-37.990847, -62.616394) en el camino realizado durante la Campaña al Desierto hacia Fuerte Argentino siguiendo la Zanja de Alsina. De hecho, existe un material recolectado por Lorentz el 1-V-1879 en Sierra de la Ventana (Burkart, 1967), que

por la fecha corresponde a las cercanías de dicha localidad según el itinerario seguido en ese viaje anterior. Probablemente Campam no sea una localidad, sino la abreviatura de campamento. Una posibilidad es que Tampe fuera una deformación debido a errores de transcripción de los duplicados en diferentes herbarios de alguna palabra como Campam (abreviado de campamento), Cortapié (Cerro Cortapié), Sandes (Comandancia Fortín Sandes), Pampa o Carhué.

Distribución geográfica y hábitat

Lupinus aureonitens se distribuye en el oeste y sur de la provincia biogeográfica Pampeana, más precisamente en pastizales de las serranías de Tandilia y Ventania y las unidades de vegetación Pampa Interior y Pampa Ondulada marginalmente (Fig. 2). Habita preferentemente sobre suelos sueltos en sierras y sobre dunas de arena, siendo muy rara en la planicie loésica.

DISCUSIÓN

En este trabajo se lograron ubicar las localidades mencionadas en la bibliografía sobre *L. aureonitens*. Se ha extendido la distribución de la especie a las provincias de Córdoba y Santa Fe, que no fueron citadas en la bibliografía más actualizada (Zuloaga *et al.*, 2008; 2019). Por otra parte, como fue sugerido por Smith (1943-1944), se ha descartado el registro de la especie en Mendoza. La localidad “Andes of Mendoza, near Villavicenzio” que figura en el protólogo de *Lupinus aureonitens*, podría tratarse de un descuido en el catalogado de un ejemplar, quizás por un error involuntario en la transcripción de las etiquetas, o una mezcla de materiales al enviar los ejemplares a Europa o durante las tareas de montaje. La especie no volvió a ser hallada en la provincia de Mendoza, y los ambientes que la especie ocupa en Buenos Aires, Córdoba, Santa Fe y La Pampa pertenecen a una unidad biogeográfica distinta, reciben mayores precipitaciones, mayor temperatura promedio, menor proporción de heladas, tienen mayor cobertura vegetal, etc.

La localidad Cabeza de Tigre, donde fue descubierta la especie, fue una posta ubicada en el actual partido de Marcos Juárez de la provincia de Córdoba. Esta ubicación está, por lo tanto, un poco más al sur de lo que indicó Burkart (1967), y

se desvanece la duda planteada por este autor, ya que se confirma que ésta pertenece a la provincia de Córdoba. Acertadamente, en la Flora de Santa Fe (Pensiero *et al.*, 2005), al no existir ningún material de referencia de la especie recolectado allí, no la incluyen entre las leguminosas de la provincia. Sin embargo, recientemente se publicó en línea una observación de inaturalist de la especie en el sur de esta provincia, con lo cual Santa Fe vuelve a aparecer en el listado de provincias con registros de *L. aureonitens*.

El aporte de las observaciones de las bases de datos como Gbif.org o ArgentiNat.org provee información actualizada sobre las áreas en donde se puede hallar la especie estudiada. Además de que delinean nuevos puntos de colecta, pone en evidencia el vacío de información moderna en los herbarios, por lo que ambas fuentes de información deben usarse como complementos.

En etiquetas de herbario, publicaciones y en registros de inaturalist.org se expresa que la especie es rara y que usualmente las poblaciones se componen de escasos individuos. Hay que destacar que algunas zonas por dentro del polígono formado por la extensión de presencia fueron prospectadas anteriormente, sin registros positivos de la especie, como la depresión de Laprida, entre las sierras de Tandilia y Ventania (Buenos Aires; Batista *et al.*, 1988), las cercanías de Azul (Buenos Aires; Vercelli *et al.*, 2013), el partido de Pellegrini (Buenos Aires; Cabrera, 1945), la depresión del Río Salado (Buenos Aires, Burkart *et al.*, 1990; 1998), parte de las serranías de Ventania (Frangi & Botino, 1995; Guerrero, 2022), parte de las serranías de Tandilia (Frangi, 1975; Alonso *et al.*, 2009) y parte del sur de Santa Fe (Ragonese, 1941; Ragonese & Covas, 1947). En los viajes de campo realizados por el autor a localidades ubicadas en el centro y oeste de la provincia de Buenos Aires por dentro del polígono demarcado por la extensión de presencia, tampoco se encontró la especie. Solo se halló con relativa frecuencia en las sierras de Ventania.

Por otra parte, si bien la distribución geográfica de *L. aureonitens* se extiende por un territorio amplio, los sitios de hallazgo de la especie están restringidos a unidades biogeográficas y de vegetación bien definidas (Fig. 2). Se observa que biogeográficamente la especie está completamente asociada a la provincia Pampeana (Morrone *et al.*, 2022), y dentro de la misma se asocia a las unidades

de vegetación Pampa Interior y Pampa Austral (Oyarzabal *et al.*, 2020). Algunos registros como la localidad Cabeza de Tigre se encuentran en el límite oeste de la Pampa Ondulada (Oyarzabal *et al.*, 2020), pero justo en una zona de transición con la Pampa Interior con bosques aislados del Espinal, por lo que para ser estrictos no corresponde mencionar la especie como parte de la Pampa Ondulada. Dentro de la Pampa Austral sus registros se concentran alrededor de las sierras de los sistemas de Tandilia y Ventania, estando ausente en la llanura interserrana y los cordones medianosos de la costa Atlántica.

Todos los registros de la especie están centrados en torno a los campos de médanos del oeste de la provincia Pampeana y alrededor de las sierras de Buenos Aires. Los mencionados médanos eólicos son relictos de los semidesiertos que cubrieron la zona durante los ciclos secos del Cuaternario (Iriando & Kröhling, 2007). Esta zona de la provincia Pampeana posee además otras plantas y animales endémicos de escasa representación en las colecciones biológicas. Entre las plantas se encuentra *Oxypetalum arenicola* (Asclepiadaceae) conocida solo para el oeste de Buenos Aires en los médanos de Rivera y Pellegrini, y entre los animales el roedor *Ctenomys porteousi* en los médanos al norte de las lagunas encadenadas de Guaminí y el microhimenóptero parasitoide de acrididos *Scelio dichropli* en Guaminí y La Pampa. Alrededor del área de distribución de *L. aureonitens*, un poco más al sur y al oeste, sobre lomadas loésicas con tosca a escasa profundidad, se encuentran las Poaceae endémicas de Villa Iris y alrededores (Buenos Aires), *Hordeum erectifolium* Bothmer, N. Jacobsen & R.B. Jørg. y *Piptochaetium cabrerarum* Parodi. Entre los animales se encuentran el coleóptero Phengodidae *Mastinomorphus pampaensis*, solo hallado en Felipe Sola (Buenos Aires) y *Bothriurus pampa* en el este de La Pampa y zonas contiguas del oeste de Buenos Aires. La zona serrana de Ventania y Tandilia es bien conocida por su alta densidad de endemismos restringidos, relictos y poblaciones disjuntas (Frangi & Bottino, 1995; Crisci *et al.*, 2001; Guerrero & Apodaca, 2022), y el sudoeste de la distribución geográfica posee parches arbustales y bosques con poblaciones aisladas de especies del Espinal y el Monte (Guerrero, 2022). Es decir que toda el área de distribución de *L. aureonitens* es una zona que debe ser revalorizada por su singularidad geomorfológica y biológica.

Amenazas para la conservación de la especie

La amenaza más importante para la conservación de la especie es la fragmentación y pérdida de hábitat por conversión de pastizales en áreas de cultivo. El área de distribución de la especie estudiada sufre un notable aumento de la superficie cultivada en detrimento de los pastizales nativos (Baeza & Paruelo, 2020). El grado de fragmentación de hábitat resultante a lo largo de la distribución de la especie es variable, desde una fragmentación incipiente en las sierras de Ventania hasta un grado mayor de fragmentación por agricultura intensiva hacia el norte (Baldi *et al.*, 2006) donde se detectó una tendencia creciente de conversión de pastizales en campos cultivados (Baldi & Paruelo, 2008). Una consecuencia indirecta de estos cambios en el uso del suelo es que, al utilizar campos aptos para la ganadería para establecer nuevos cultivos, la actividad ganadera es desplazada hacia campos periféricos o concentrada en campos que antes tenían baja carga ganadera (Viglizzo *et al.*, 2006; Miñarro & Bilenca, 2008). Aunque no se ha estudiado aún, es probable que los cambios asociados al pastoreo en los pastizales nativos puedan afectar a una planta tan escasa como *L. aureonitens*. Una consecuencia directa de las técnicas modernas de cultivo de vegetales transgénicos es el incremento en la liberación de agroquímicos herbicidas e insecticidas al medio que pueden potencialmente matar tanto a las plantas locales como a sus polinizadores (e.g., Palma *et al.*, 2014; Abraham *et al.*, 2018; Seide *et al.*, 2018). Los efectos de estos químicos sobre las especies de la región, como *L. aureonitens* y sus polinizadores, restan ser estudiados.

Los incendios parecen promover la germinación de la especie (Long & De Villalobos, 2011; Long, 2018), por lo que la modificación del régimen de fuegos posiblemente afecta a la tasa de germinación de nuevos individuos. Por otra parte, la prevención y control de incendios permite que árboles exóticos se establezcan y maduren en los pastizales, reemplazando la fisonomía original por un bosque (Zalba *et al.*, 2008). La invasión de especies arbóreas invasoras en la llanura Pampeana constituye un gran riesgo, ya que nunca se registró a *L. aureonitens* en sitios umbríos. La progresiva invasión de *Pinus halepensis* Mill. en las sierras de Ventania, de *Acacia melanoxylon*

R.Br. en Tandilia, y de estos y otros árboles altamente invasivos como *Gleditsia triacanthos* L. en el resto del área, supone un riesgo para tener en cuenta (Zalba & Villamil, 2002). Otras causas de degradación de hábitat que pueden afectar fuertemente a la especie son el crecimiento urbano (Baldi & Paruelo, 2008) y la minería en las sierras de Tandilia. Aunque tienen menor extensión en superficie, deben ser tenidas en cuenta.

Las inundaciones extraordinarias en años lluviosos, producidas en parte por la tendencia creciente en cantidad promedio de precipitaciones anuales y en parte por la mala planificación de los canales y endicamientos producidos por rutas y vías férreas (Montaldoa *et al.*, 2007), pueden afectar a esta especie que se asocia con suelos bien drenados y presenta caracteres xeromorfos (e.g., gruesa raíz axonomorfa, disposición compacta de las hojas y pubescencia densa). Este factor debe ser mejor estudiado, pero a grandes rasgos se puede observar que los registros de ocurrencia de *L. aureonitens* se encuentran siempre sobre suelos rocosos, arenosos, sobre pendientes o lomadas.

Categorización del estado de conservación de la especie

Hasta el año 2021 todos los autores que estudiaron la especie la categorizaron con algún grado de amenaza, hasta la propuesta de Salariano *et al.* (2021) en la que se la trata como de Preocupación Menor (LC). Esta última propuesta implicaría que no es necesario llevar a cabo acciones para preservar sus poblaciones (UICN, 2012).

Al revisar las anotaciones sobre la rareza de esta especie en etiquetas de herbario, y considerando que con los datos actuales la especie parece estar compuesta por pequeñas poblaciones muy aisladas entre sí, lo más prudente es no clasificarla como Preocupación Menor (LC). Por ejemplo, en la Pampa Interior, la especie habita sobre médanos, que son ambientes discontinuos y fragmentados, devenidos en islas de vegetación en una matriz agrícola, por lo que el riesgo de extinción local de estas poblaciones es alto.

Debido a que no se tiene un conocimiento aceptable de su tamaño poblacional, ni de tendencias a largo plazo, hasta ahora solo se ha empleado el criterio B de clasificación, que utiliza parámetros vinculados al área de distribución

como indicadores del grado de amenaza. Este criterio tiene dos subcriterios, B1 que representa la distribución geográfica como extensión de presencia, y B2 que la representa como área de ocupación, y tres condiciones referidas al a) grado de fragmentación o el número de localidades, b) a variaciones en el área de distribución, calidad de hábitat o cantidad de individuos maduros, y c) fluctuaciones extremas del área de distribución o cantidad de individuos maduros. Como los estudios que abordaron el grado de amenaza del lupino pampeano se basan principalmente en ejemplares de herbario, y por la escasez de registros en algunas zonas por bajo esfuerzo de muestreo y la inexistencia de muestreos recientes en algunas zonas, es muy probable que se llegue a una estimación errónea del área de ocupación si se utiliza el subcriterio B2, distribución geográfica expresada como área de ocupación (Nic Lughadha *et al.*, 2019). El único subcriterio de la UICN aplicable por el momento para establecer el grado de amenaza de *L. aureonitens* es el B1 (distribución geográfica expresada como extensión de presencia). Empleando este subcriterio se llega a la conclusión que, dado que la especie posee poblaciones dispersas en un área muy grande, su extensión de presencia es mucho mayor a la de cualquier categoría de amenaza y pertenecería a la categoría Preocupación Menor LC (Salariato *et al.*, 2021). Dada la rareza de la especie tratada y lo modificado antrópicamente que está el ambiente en el que habita, el valor de extensión de presencia no es nada representativo de la distribución geográfica real de la planta. La única solución a este dilema es planificar un muestreo exhaustivo, a lo largo de las unidades de vegetación en los que se halló a la especie para descartar que su ausencia en algunas zonas no sea por falta de muestreo y obtener un panorama actualizado de la distribución que nos permita utilizar el subcriterio B2. De este modo se conocería cuáles son las poblaciones remanentes y cuáles poblaciones desaparecieron. Hasta tanto, lo más prudente es calificar a la especie como Datos Insuficientes (DD) en forma preventiva. Esta categoría no indica que el taxón no esté amenazado (UICN, 2012), sino, en el caso del lupino pampeano, la necesidad de obtener más información para determinar cuál es la categoría indicada de amenaza.

CONCLUSIONES

En este trabajo se logró ubicar algunas localidades problemáticas del lupino pampeano y completar la información referida a su distribución geográfica. Los puntos de ocurrencia obtenidos reflejan los vacíos de información sobre la presencia de esta especie en algunos sectores. Su categorización según los criterios estandarizados de la UICN depende de que esta información sea actualizada y estandarizada (e.g., con muestreos al azar, con igual esfuerzo de muestreo en cada zona del área de distribución).

Por lo pronto, es urgente ubicar poblaciones de esta especie donde ha sido registrada en las últimas décadas (e.g., cerca de Río Cuarto, Córdoba, o en el sur de Santa Fe) para crear un banco de germoplasma para conservación *ex situ*. En el Vivero E. Tornquist (Sierra de la Ventana) ya se trabaja en la conservación de las poblaciones cercanas de la especie. Dada la magnitud de la intervención humana en la unidad de vegetación Pampa Interior, donde no existen áreas protegidas nacionales ni provinciales, es muy necesario promover la creación de algún área protegida que contemple la conservación del lupino pampeano y la flora acompañante de estas geofomas *in situ*.

AGRADECIMIENTOS

A Laura Iharlegui (LP), Jimena Ponce y Franco Chiarini (CORD) y Lesley Scott (E). A Facundo Casalle Pintos (Reserva Natural Provincial Sierras Grandes) por permitirme utilizar sus fotografías. A los revisores y al cuerpo editorial del Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica por sus útiles comentarios. A CONICET (PIP 0421) y la Universidad Nacional de La Plata (N929) por el apoyo financiero.

MATERIAL SUPLEMENTARIO

S1.kml: Localidades de ocurrencia de *Lupinus aureonitens* georreferenciadas con GeoCAT (geocat.kew.org).

Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/149569>

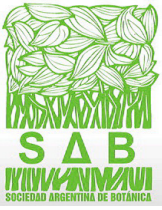
BIBLIOGRAFÍA

- ABRAHAM, J., G. S. BENHOTONS, I. KRAMPAN, J. TAGBA, ... & J. D. ABRAHAM. 2018. Commercially formulated glyphosate can kill non-target pollinator bees under laboratory conditions. *Entomol. Exp. Appl.* 166: 695-702. <https://doi.org/10.1111/eea.12694>
- ALONSO, S. I., I. R. GUMA, M. C. NUCIARI & A. VAN OLPHEN. 2009. Flora de un área de la Sierra La Barrosa (Balcarce) y fenología de especies con potencial ornamental. *Rev. Fac. Cienc. Agr.* 41: 23-44.
- APODACA, M. J., L. KATINAS & E. L. GUERRERO. 2019. Hidden areas of endemism: Small units in the south-eastern Neotropics. *Syst. Biodivers.* 17: 425-438. <https://doi.org/10.1080/14772000.2019.1646833>
- ARANA, M. D., E. S. NATALE, N. E. FERRETTI, G. M. ROMANO, ... & J. J. MORRONE. 2021. *Esquema biogeográfico de la República Argentina*. Fundación Miguel Lillo, Tucumán.
- ARGENTINAT.ORG. 2022 [online]. *Observaciones: Lupinos*. Disponible en: https://www.argentinat.org/observations?taxon_id=47121 [Acceso: 5 noviembre 2022].
- ARROWSMITH, J. 1850. *Provincia Unite del Rio de la Plata ossia Repubblica Argentina, e stati del Chili, Uruguay, Montevideo, e Paraguay. America meridionale*. Atlante Geografico di B. Marzolla, Nápoles.
- BALDI, G., J. P. GUERSCHMAN & J. M. PARUELO. 2006. Characterizing fragmentation in temperate South America grasslands. *Agric. Ecosyst. Environ.* 116: 197-208. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.02.009>
- BALDI, G. & J. M. PARUELO. 2008. Land-use and land cover dynamics in South American temperate grasslands. *Ecol. Soc.* 13: 6. <https://doi.org/10.5751/ES-02481-130206>
- BATISTA, W. B., R. J. C. LEÓN & S. B. PERELMAN. 1988. Las comunidades vegetales de un pastizal natural de la Región de Laprida, Prov. de Buenos Aires, Argentina. *Phytocoenologia* 16: 519-534. <https://doi.org/10.1127/phyto/16/1988/465>
- BELLO, M. E., A. E. DE VILLALOBOS & M. A. LONG. 2016. Novedades en relaciones simbióticas en *Lupinus aureonitens* Gillies, una especie endémica de las sierras australes bonaerenses. En: BROITMAN ROJAS, B., O. BARBOSA PRIETO & J. LÓPEZ DE CASENAVE (eds.), *Libro de resúmenes VI Reunión Binacional de Ecología*, pp. 143. Asociación Argentina de Ecología, Sociedad de Ecología de Chile, Puerto Iguazú.
- BAEZA, S. & J. M. PARUELO. 2020. Land use/land cover change (2000-2014) in the Rio de la Plata grasslands: an analysis based on MODIS NDVI time series. *Remote Sens.* 12: 1-22. <https://doi.org/10.3390/rs12030381>
- BILENCA, D. & F. MIÑARRO. 2004. *Identificación de Áreas valiosas de Pastizal (AVPS) en las Pampas y Campos de Argentina, Uruguay y sur de Brasil*. Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires.
- BRACKEBUSCH, L. 1889. *Mapa de la República Argentina I. Parte del Norte*. Instituto Geográfico de Hellfahrt, Gotha.
- BURKART, A. 1952. *Las leguminosas argentinas silvestres y cultivadas*. 2ª. ed. Acme Agency, Buenos Aires.
- BURKART, A. 1967. Leguminosae. En: CABRERA, A. L. (ed.), *Flora de la provincia de Buenos Aires, Piperáceas a Leguminosas. Tomo 4, parte 3ª*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Colección Científica, Buenos Aires.
- BURKART, S. E., R. J. LEON & C. P. MOVIA. 1990. Inventario fitosociológico del pastizal de la Depresión del Salado (Prov. Bs. As.) en un área representativa de sus principales ambientes. *Darwiniana* 30: 27-69.
- BURKART, S. E., R. J. LEÓN, S. B. PERELMAN & M. AGNUSDEI. 1998. The grasslands of the flooding pampa (Argentina): floristic heterogeneity of natural communities of the southern Río Salado basin. *Coenoses* 13: 17-27.
- CABRERA, A. L. 1945. *Apuntes sobre la vegetación del partido de Pellegrini*. DAGI, Ministerio de Obras Públicas, Provincia de Buenos Aires.
- CANTERO, J. J., C. O. NUÑEZ, M. A. AMUCHÁSTEGUI & J. A. MULKO. 2009. Comunidades vegetales y especies nativas de relictos del pastizal de la pampa interior (Córdoba, Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 44 (Supl.): 106.
- CASELLI, A. 2008. *Algunas de las muchas Plantas Nativas de las Sierras del Tandil*. Docentes aprendiendo en red, UNESCO, Buenos Aires.
- CHEBEZ, J. C. 2008. *Los que se van. Fauna Argentina Amenazada. 1 Problemática ambiental Anfibios y reptiles*. Editorial Albatros, Buenos Aires.
- COLTON, G. W. 1855. *Colton's Atlas of the World Illustrating Physical and Political Geography, Vol 1*. J. H. Colton and Company, New York.

- CONTERATO, I. F., S. T. SFOGGIA MIOTTO & M. T. SCHIFINO-WITTMANN. 2007. Chromosome number, karyotype, and taxonomic considerations on the enigmatic *Sellocharis paradoxa* Taubert (Leguminosae, Papilionoideae, Genisteae). *Bot. J. Linn. Soc.* 155: 223-226. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.2007.00696.x>
- CRISCI, J. V., S. E. FREIRE, G. SANCHO, & L. KATINAS. 2001. Historical biogeography of the Asteraceae from Tandilia and Ventania mountain ranges (Buenos Aires, Argentina). *Caldasia* 23: 21-41.
- DELUCCHI, G. 1992. Catálogo de las plantas vasculares de la provincia de Buenos Aires II. Dicotiledóneas I (de Piperaceae a Umbelliferae). En: LÓPEZ, H. & E. P. TONNI (coord.), *Situación ambiental de la provincia de Buenos Aires A. Recursos y rasgos naturales en la evaluación ambiental. Año 2, nro. 19*. Comisión de Investigaciones Científicas, Buenos Aires.
- DELUCCHI, G. 2006. Las especies vegetales amenazadas de la Provincia de Buenos Aires: Una actualización. *APRONA Bol. Cient.* 39: 19-31.
- DELUCCHI, G. & G. R. CHARRA. 2012. La flora y vegetación pampeanos vistas por los cronistas y viajeros de los siglos XVIII y XIX. *Hist. Nat., tercera serie* 2: 73-83.
- DELUCCHI, G. & M. HERNÁNDEZ. 2015. Leguminosas amenazadas de la Argentina: criterios para categorizar su grado de amenaza. *Hist. Nat., tercera serie* 5: 107-120.
- DE MOUSSY, M. V. 1867. *Carte de la Confederation Argentine divisee en ses differentes provinces et territoires et des pays voisins: Etat Oriental de l'Uruguay, Paraguay, partie du Bresil et de la Bolivie, Chili*. Imp. Lemerancier, Paris.
- DOERING, A. & P. G. LORENTZ. 1916. Recuerdos de la Expedición al Río Negro, *Bol. Acad. Nac. Cienc. (Córdoba)* 21: 301-386.
- FATTORINI, S. 2017. Endemism in historical biogeography and conservation biology: concepts and implications. *Biogeographia* 32: 45-75. <https://doi.org/10.21426/B632136433>
- FLORA ARGENTINA. 2018 [online]. *Lupinus aureonitens*. Disponible en: <http://buscador.floraargentina.edu.ar/species/details/9621> [Acceso: 5 noviembre 2022].
- FRANGI, J. L. 1975. Sinopsis de las comunidades vegetales y el medio de las Sierras de Tandil (Provincia de Buenos Aires). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 16: 293-319.
- FRANGI, J. L. & O. J. BOTTINO. 1995. Comunidades vegetales de la Sierra de la Ventana, provincia de Buenos Aires, Argentina. *Rev. Fac. Agron.* 71: 93-133.
- GALUP, A. 2006. El ombusillo, figura emblemática. En: MÉRIDA, E. & J. ATHOR (eds.), *Talares bonaerenses y su conservación*, pp. 244-245, Fundación de Historia Natural Félix de Azara, Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
- GARNIER, F. A. 1862. *Republique Argentine, ou Provinces-Unies de la Plata, compris celle de Buenos-Ayres, Etat Oriental de l'Uruguay, Montevideo, Chili et Paraguay*. En: RENOUEAU, J. (ed.), *Atlas spheroidal & universel de geographie dresse par F.A. Garnier, geographe*. Veuve Jules Renouard Libraire, Paris.
- GBIF.ORG. 2022 [online]. *GBIF Occurrence Download*. Disponible en: <https://doi.org/10.15468/dl.z6k289> [Acceso: 5 noviembre 2022].
- GHILARDI, C., A. E. DE VILLALOBOS & M. A. LONG. 2013. Patrones y velocidad de germinación en semillas de *Lupinus aureonitens*, una especie endémica de la región pampeana. *Bol. Soc. Arg. Bot.* 48 (Supl.): 65.
- GHILARDI, C., A. E. DE VILLALOBOS & M. A. LONG. 2014. Efecto del fuego sobre la demografía de *Lupinus aureonitens* Gillies en las Sierras Australes bonaerenses. En: SCHOLZ, F. G. & S. J. BUCCI (eds.), *Libro de resúmenes 26º Reunión Argentina de Ecología*, pp. 144-145. Editorial Universitaria de la Patagonia -EDUPA; Asociación Argentina de Ecología, Comodoro Rivadavia.
- GHILARDI, C., A. E. DE VILLALOBOS, M. A. LONG & D. TESTONI. 2015. Estado de amenaza de *Lupinus aureonitens*, una especie endémica del centro de Argentina. *Bol. Soc. Arg. Bot.* 50 (Supl.): 115.
- GUERRERO, E. L. 2019. Los Opiliones (Arachnida) de las áreas protegidas de la provincia de Buenos Aires y la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. *Rev. Soc. Entomol. Argent.* 78: 4-13. <https://doi.org/10.25085/rsea.780402>
- GUERRERO, E. L. 2022. Las ingresiones e islas de los bosques espinosos del Caldenal dentro de los pastizales Austral Pampeanos. *Polibotánica* 53: 56-67. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.53.5>
- GUERRERO, E. L. & M. J. APODACA. 2022. The smallest area shaped a big problem: a revision of the placement of the Ventania sky island in the biogeography of South America. *Biol. J. Linn. Soc.* 137: 200-215. <https://doi.org/10.1093/biolinnean/blac088>

- HERRERA, L., C. NABINGER, F. WEYLAND & A. PARERA. 2014. Caracterización de los pastizales del Cono Sur, servicios ecosistémicos y problemática actual de conservación. En: PARERA, A., I. PAULLIER & F. WEYLAND (eds.), *Índice de Contribución a la Conservación de Pastizales Naturales del Cono Sur. Una herramienta para incentivar a los productores rurales*, pp. 21-39. Aves Uruguay, Montevideo.
- HOOKE, W. J. & G. A. W. ARNOTT. 1833. Contributions towards a flora of South America and the islands of the Pacific. *Bot. Misc.* 3: 129-390.
- IRIONDO, M. H. & D. M. KRÖHLING. 2007. Non-classical types of loess. *Sediment. Geol.* 202: 352-368.
- KRAPOVIKAS, S. & A. S. DI GIACOMO. 1998. Conservation of pampas and campos grasslands in Argentina. *Parks* 8: 47-53.
- LONG, M. A. 2018. *Especies comunes y raras en la flora de las Sierras Australes Bonaerenses: Causas históricas, ecológicas y ambientales*. Tesis doctoral. Universidad Nacional del Sur, Argentina.
- LONG, M. A. & A. E. DE VILLALOBOS. 2007. Efecto de las condiciones post-fuego sobre una población de *Lupinus aureonitens* en Sierra de la Ventana (Buenos Aires, Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 42 (Supl.): 60.
- LONG, M. A. & A. E. DE VILLALOBOS. 2011. La germinación de *Lupinus aureonitens*, especie endémica de la región Pampeana Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 46 (Supl.): 71.
- LONG, M. A., A. E. DE VILLALOBOS & M. G. MURRAY. 2013. Caracterización palinológica de *Lupinus aureonitens* (Fabaceae) una especie rara de las Sierras Australes Bonaerenses (Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 48 (Supl.): 234-235.
- LORENTZ, P. G. & G. NIEDERLEIN. 1881. *Informe oficial de la Comisión científica agregada al Estado Mayor general de la expedición al Rio Negro (Patagonia) realizada en los meses de abril, mayo y junio de 1879, bajo las órdenes del general d. Julio A. Roca. Entrega II. Botánica*. Imprenta de Ostwald y Martínez, Buenos Aires.
- MANGANARO, A. 1919. Leguminosas bonaerenses. *An. Soc. Cient. Argent.* 87: 77-264.
- MATTEUCCI, S. D. 2012. Ecorregión Pampa. En: MORELLO, J., S. D. MATTEUCCI, A. F. RODRÍGUEZ & M. SILVA (eds.), *Ecorregiones y complejos ecosistémicos argentinos*, pp. 391-445. Editorial Orientación Grafica Argentina, Buenos Aires.
- MEDAN, D. J., P. TORRETTA, K. HODARA, B. ELBA & N. H. MONTALDO. 2011. Effects of agriculture expansion and intensification on the vertebrate and invertebrate diversity in the Pampas of Argentina. *Biodiv. Cons.* 20: 3077-3100. <https://doi.org/10.1007/s10531-011-0118-9>
- MEYER, T. 1943. Revisión de las especies argentinas del género *Oxypetalum* (Asclepiadaceae). *Lilloa* 9: 5-72.
- MIÑARRO, F. & D. BILENCA. 2008. *The conservation status of temperate grasslands in central Argentina. Special report, 25*. Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires.
- MONTALDOA, L., M. J. GARCÍA & L. CELIS. 2007. Un juego de encastres peligroso. Clima e inundaciones en la cuenca de la laguna La Picasa, Argentina. *Medio Ambiente y Urbanización* 67: 95-112.
- MORELLO, J., S. D. MATTEUCCI, A. F. RODRÍGUEZ & M. SILVA. 2012. *Ecorregiones y complejos ecosistémicos de Argentina*. Orientación Gráfica Editora, Buenos Aires.
- MORRONE, J. J., T. ESCALANTE, G. RODRÍGUEZ-TAPIA, A. CARMONA, M. ARANA & J. D. MERCADO-GÓMEZ. 2022. Biogeographic regionalization of the Neotropical region: New map and shapefile. *An. Acad. Bras. Ciênc.* 94: e20211167. <https://doi.org/10.1590/0001-376520220211167>
- NIC LUGHADHA, E., B. E. WALKER, C. CANTEIRO, H. CHADBURN, A.P. DAVIS, S. HARGREAVES, E. J. LUCAS, A. SCHUITEMAN, E. WILLIAMS, S. P. BACHMAN. D. BAINES, A. BARKER, A. P. BUDDEN, J. CARRETERO, J. J. CLARKSON, A. ROBERTS & M. C. RIVERS. 2019. The use and misuse of herbarium specimens in evaluating plant extinction risks. *Phil. Trans. R. Soc. B* 374: 20170402. <https://doi.org/10.1098/rstb.2017.0402>
- OYARZABAL, M., J. R. CLAVIJO, L. J. OAKLEY, F. BIGANZOLI, P. M. TOGNETTI, I. M. BARBERIS, H. M. MATURO, M. R. ARAGÓN, P. I. CAMPANELLO, D. E. PRADO & M. OESTERHELD. 2018. Unidades de vegetación de la Argentina. *Ecol. Austral* 28: 40-63. <https://doi.org/10.25260/EA.18.28.1.0.399>
- OYARZABAL, M., B. ANDRADE, V. D. PILLAR & J. PARUELO. 2020. Temperate Subhumid Grasslands of Southern South America. En: GOLDSTEIN, M. I. & D. A. DELLASALA (eds.), *Encyclopedia of the World's Biomes*, vol. 2(6), pp. 577-593. Elsevier, Amsterdam. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.12132-3>
- PALMA, L., D. MUÑOZ, C. BERRY, J. MURILLO & P. CABALLERO. 2014. *Bacillus thuringiensis* toxins:

- an overview of their biocidal activity. *Toxins* 6: 3296-3325. <https://doi.org/10.3390/toxins6123296>
- PENSIERO, J. F., H. F. GUTIÉRREZ, A. M. LUCHETTI, E. EXNER, ... & J.P. LEWIS. 2005. *Flora vascular de la provincia de Santa Fe. Claves para el reconocimiento de las familias y géneros. Catálogo sistemático de las especies*. Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe.
- PLANCHUELO, A. M. & D. B. DUNN. 1984. The simple leaved lupines and their relatives in Argentina. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 71: 92-103. <https://doi.org/10.2307/2399057>
- PLANEAR. 2022 [online]. *Lupinus aureonitens* Gillies. Disponible en http://www.lista-planear.org/index.php?item=especie&accion=ver_ficha&id=29139 [Acceso: 5 noviembre 2022].
- RAGONESE, A. E. 1941. La vegetación de la provincia de Santa Fe. *Darwiniana* 5: 369-428.
- RAGONESE A. E. & G. COVAS. 1947. La flora halófila del sur de la provincia de Santa Fe (República Argentina). *Darwiniana* 7: 401-496.
- RAPOPORT, E. H. 1996. The flora of Buenos Aires: low richness or mass extinction. *Int. J. Ecol. Environ. Sci.* 22: 217-242.
- SALARIATO, D. L., C. ZANOTTI & F. O. ZULOAGA. 2021. Threat patterns and conservation status of endemic vascular flora in Argentina: a quantitative perspective. *Phytotaxa* 520: 21-39. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.520.1.2>
- SCHMIDEL, U. 2003. *Viaje al Río de la Plata, 1534-1554*. Biblioteca Virtual Universal, Argentina.
- SEIDE, V. E., R. C. BERNARDES, E. J. G. PEREIRA & M. A. P. LIMA. 2018. Glyphosate is lethal and Cry toxins alter the development of the stingless bee *Melipona quadrifasciata*. *Environ. Pollut.* 243: 1854-1860. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.10.020>
- SMITH, C. P. 1940. Paper 16, The Digitate-leaved Lupines of Middle-Eastern South America. En: SMITH, C. P. (ed.), *Species Lupinorum*, pp. 202-228. Edición del autor, Saratoga.
- SMITH, C. P. 1943-1944. Paper 32, The genus *Lupinus* in Argentina. En: SMITH, C. P. (ed.), *Species Lupinorum*, pp. 321-363. Edición del autor, Saratoga.
- STANFORD, E. 1901. The Argentine Republic, Chile, Paraguay, Uruguay. En: STANFORD, E. (ed.), *Stanford's London atlas of universal geography exhibiting the physical and political divisions of the various countries of the world*. Stanford's Geogr. Establ., London.
- STEIBEL, P. E. 2000. Sinopsis de las Leguminosas (Leguminosae) de la Provincia de La Pampa (República Argentina). *Rev. Fac. Agronomía-UNLPam* 11: 1-46.
- THIERS, B. 2022. Continuously updated. *Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff*. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium [online]. Disponible en: <http://sweetgum.nybg.org/science/ih/>.
- TISCORNIA, G., M. JAURENA & W. BAETHGEN. 2019. Drivers, process, and consequences of native grassland degradation: Insights from a literature review and a survey in Río de la Plata grasslands. *Agronomy* 9: 239. <http://doi:10.3390/agronomy9050239>
- UICN. 2012. *Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1*. 2ª. ed. UICN, Gland y Cambridge.
- VALICENTI, R., E. FARINA, C. D'ALFONSO & R. SCARAMUZZINO. 2005. Caracterización fitosociológica de un pajonal serrano de *Paspalum quadrifarium* Lam. en Azul (provincia de Buenos Aires). *RCA* 9: 141-152.
- VERCELLI, N., I. ENTRAIGAS, J. P. ARGANARAZ, R. SCARAMUZZINO & C. D'ALFONSO. 2013. Representatividad espacial de las principales comunidades vegetales en la cuenca baja del arroyo del Azul (Buenos Aires, Argentina). *Revi. Asoc. Argent. Ecol. Paisajes* 4: 92-100.
- VIGLIZZO, E. F., F. C. FRANK & L. CARREÑO. 2006. Situación ambiental en las Ecorregiones Pampa y campos y Malezales. En: BROWN, A., U. MARTÍNEZ ORTÍZ, M. ACERBI & J. CORCUERA (eds.), *La situación ambiental Argentina 2005*, pp. 263-278. Fundación Vida Silvestre, Buenos Aires.
- WYSOCKI, J. 1877. *Plano general de la nueva línea de fronteras sobre la Pampa*. Ed. Alb. Larsch, Buenos Aires.
- ZALBA, S. M. & C. B. VILLAMIL. 2002. Woody plant invasion in relictual grasslands. *Biol. invasions* 4: 55-72. <https://doi.org/10.1023/A:1020532609792>
- ZALBA, S. M., Y. A. CUEVAS & R. M. BOÓ. 2008. Invasion of *Pinus halepensis* Mill. following a wildfire in an Argentine grassland nature reserve. *J. Environ. Manage.* 88: 539-546. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2007.03.018>
- ZULOAGA, F., O. MORRONE & M. BELGRANO. 2008. *Catálogo de las plantas vasculares del Cono Sur (Argentina, sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay)*. Vol. 1-3. Missouri Botanical Garden, Saint Louis.



INFLUENCE OF “EL NIÑO SOUTHERN OSCILLATION” PERIODS ON PLANT DENSITY OF *HOFFMANNSEGGIA APHYLLA* (FABACEAE), AN ENDANGERED SPECIES

INFLUENCIA DE LOS PERÍODOS DE “EL NIÑO OSCILACIÓN DEL SUR” EN LA DENSIDAD VEGETAL DE *HOFFMANNSEGGIA APHYLLA* (FABACEAE), UNA ESPECIE EN PELIGRO


Felipe S. Carevic^{1,3*}  & Roberto Contreras^{2,3} 

1. Laboratorio de Ecología Vegetal, Facultad de Recursos Naturales Renovables, Universidad Arturo Prat, Iquique, Chile
2. Centro Regional de Investigación y Desarrollo Sustentable de Atacama (CRIDESAT), Universidad de Atacama, Copiapó, Chile
3. Millennium Nucleus on Applied Historical Ecology for Arid Forests (Aforest), Santiago de Chile

*fcarevic@unap.cl

Citar este artículo

CAREVIC, F. S. & R. CONTRERAS. 2023. Influence of “el niño southern oscillation” periods on plant density of *Hoffmannseggia aphylla* (Fabaceae) an endangered species. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 58: 257-265.

 DOI: <https://doi.org/110.31055/1851.2372.v58.n2.38609>

SUMMARY

Background and aims: Studies on the natural regeneration of plant species under hyperaridity conditions have been scarce, mainly because of the low germination percentage of the species under these conditions. Presumably, sporadic phenomena such as the El Niño Southern Oscillation (ENSO) could have a positive effect on the natural germination of these species, although this effect has not yet been satisfactorily explored.

M&M: To test the crucial assumption of our statement, a hyperarid region (average rainfall below 5 mm/year) was used as a model to determine the effect of ENSO years on the natural regeneration rate of adult individuals of the endemic legume *Hoffmannseggia aphylla* (retama) in the Atacama Desert, northern Chile. Thus, the vegetation density of an endemic leguminous species in a sector of the Pampa del Tamarugal, Tarapacá Region, northern Chile, was analyzed for six years.

Results: The density of this species increased during ENSO years, mainly due to water flows from the highest sectors of the Tamarugal pampas, such as the town of Pica, in addition to the increase in humidity and summer rainfall.

Conclusion: Our results highlight the transcendence of the ENSO in the regeneration of leguminous plants.

KEY WORDS

Atacama desert, ENSO, Fabaceae, *Hoffmannseggia*, Hyperarid, legume.

RESUMEN

Introducción y objetivos: Los estudios sobre la regeneración natural de especies vegetales en condiciones de hiperaridez han sido escasamente estudiados en terreno, principalmente por el bajo porcentaje de germinación de las especies en estas condiciones. Presumiblemente, fenómenos esporádicos como El Niño Oscilación del Sur (ENOS) podrían tener un efecto positivo en la germinación natural de estas especies, aunque este efecto aún no ha sido explorado satisfactoriamente.

M&M: Para testear la suposición crucial de nuestra afirmación, se utilizó una región hiperárida (precipitación promedio inferior a 5 mm/año) como modelo para determinar el efecto de los años ENOS en la tasa de regeneración natural de individuos adultos de la leguminosa endémica *Hoffmannseggia aphylla* (retama) en el desierto de Atacama, norte de Chile. Así, se analizó durante seis años la densidad vegetal de esta especie en un sector de la Pampa del Tamarugal, Región de Tarapacá, norte de Chile.

Resultados: La densidad de esta especie se incrementó durante los años ENOS, principalmente por los caudales de agua provenientes de los sectores más altos de la pampa del tamarugal, como el poblado de Pica, además del aumento de la humedad y las precipitaciones estivales.

Conclusión: Nuestros resultados destacan la trascendencia del ENOS en la regeneración de plantas leguminosas.


PALABRAS CLAVES

Desierto de Atacama, ENSO, Fabaceae, hiperárido, *Hoffmannseggia*, leguminosa.

Recibido: 22 Ago 2022

Aceptado: 1 Jun 2023

Publicado impreso: 30 Jun 2023

Editora: Natalia Aguirre Acosta 

ISSN versión impresa 0373-580X

ISSN versión on-line 1851-2372

INTRODUCTION

The natural regeneration processes of plant species are currently considered one of the main problems facing climate change because the real effects of this problem on the reproductive rates of the species are still unknown (Peters *et al.*, 2012). In this sense, the Atacama Desert is no stranger to this type of process, mainly because of four determining factors: 1) the effect of the decrease in precipitation recorded at the beginning of this century in northern Chile (Soto & Ulloa, 1997); 2) the decrease in relative soil humidity in this area (Neilson *et al.*, 2017); 3) the increase in salinity in high Andean limnetic bodies (Gajardo & Redón, 2019); and 4) the decrease in the groundwater table (Viguier *et al.*, 2019). This type of groundwater has been described as one of the main sources of water supply for the maintenance of the vegetation present in this ecosystem, but the effect of precipitation pulses or the occurrence of climatic phenomena such as the El Niño Southern Oscillation (ENSO) could have some impact on vegetation density (Squeo *et al.*, 2006). In the past decade Chile has experienced a mega drought, where the presence of a strong ENSO during most of 2015 stood out (Garreaud *et al.*, 2019).

The natural regeneration of desert leguminous species under ENSO conditions has scarcely been evaluated under field conditions (Kraus *et al.*, 2007). The occurrence of this phenomenon is a powerful tool for evaluating this type of ecological condition in plants, as precipitation and humidity tend to increase in arid areas of northern Chile when ENSO is present (Acosta *et al.*, 2015). The genus *Hoffmannseggia* Cav. (Fabaceae) has a wide distribution, including the arid and semi-arid regions of Argentina, Chile, Peru, and Bolivia in South America, and Mexico and the southwestern United States in North America (Kraus *et al.*, 2007). In the Atacama Desert, *Hoffmannseggia aphylla* (Phil.) G.P. Lewis & Sotuyo (Spanish “retama”) is an endemic phreatophyte shrub legume that fixes atmospheric nitrogen, and its distribution is limited to the northern part of this desert, specifically the Pampa del Tamarugal in northern Chile (Lewis & Sotuyo, 2010). Recently, this species has been considered as “endangered”

(Ministerio de Medio Ambiente, 2022). The main threat to natural *H. aphylla* populations in northern Chile is associated with the current depletion of the water table, which may be a direct cause of the decline in legume populations (Chavez *et al.*, 2013). Former studies denoted that the water flux into the aquifer of Pampa del Tamarugal, is calculated to be between 880 and 1000 l/s, while the water outflow is estimated to be as high as 4000 l/s (Dirección General de Aguas, 2011; Calderón *et al.*, 2015; Viguier *et al.*, 2019). In this ecosystem, groundwater aquifers are the only source of water, which are fed by the rainfall, glaciers and snowmelt from the Andes Mountain range. This shrub has conditions of successful natural adaptability in arid soils with high salinity (even with electrical conductivities of 182 Ds/m) and nitrogen impoverishment in the edaphic stratum (León *et al.*, 2017). However, the natural regeneration of plant species in this area is almost null due to the almost nonexistent precipitation averaging 1 mm/year and the presence of a saline crust layer on the edaphic surface (León *et al.*, 2017). In this sense, it fails to form a homogeneous shrub stratum, as the distribution of individuals on the ground is not very dense, with individuals that seem to form mosaics following the floods that usually occur in this ecosystem (Lewis & Sotuyo, 2010). Once established, adult individuals of *Prosopis tamarugo* Phil., for example, would depend on the flow of water present at the phreatic level, which is usually present in the first meters of soil depth owing to its ascent by capillarity (Calderón *et al.*, 2015). Preliminary results have indicated a favorable increase in the regenerative rates of the species, although this trend should be further explored in detail, considering edaphic factors and flooding episodes during the summer (Carevic, 2020). Regarding this condition, natural seed germination could occasionally occur as a result of summer precipitation and water flooding during ENSO periods and to a lesser extent during Interdecadal Pacific Oscillation (IPO) periods. However, this effect has not yet been explored in this species.

Previous studies carried out in arid ecosystems have reported a positive effect of precipitation during ENSO events on the density of plant species growing at low altitudes above sea

level; although the same precipitation was not significant for the increase in primary productivity of species established at high altitudes (2,500 m above sea level) (Squeo *et al.*, 1999). However, the influence of seasonal environmental parameters and their effects on plant density and reproduction parameters in legume species growing under hyperarid conditions are poorly understood, considering that climate may play an important role in monitoring and predicting plant viability and reproduction. We hypothesized that the increased surface water flow resulting from precipitation during ENSO years would have an incremental effect on the germination rate and flower parameters (number of flowers, number of pods per plant and percentage of flower abortion) of *H. aphylla* seeds in northern Chile. Thus, our objective was to evaluate the long-term impact of environmental variables during ENSO events in northern Chile on the reproductive and ecological parameters of *H. aphylla*, an endangered endemic species of the Atacama Desert.

MATERIALS AND METHODS

Study area

The study was carried out within the natural habitat of *H. aphylla* in Pampa del Tamarugal, northern Chile. The climate of this area is hyperarid. The site was dominated by *P. tamarugo*, *H. aphylla*, and *Atriplex atacamensis* Phil. The latter two species are small shrubs that are sparsely distributed on the grid. The study area is characterized by extreme hyperarid conditions, with annual precipitation not exceeding 0.6 mm/year, which occurs mainly during the summer season (Carevic *et al.*, 2021). However, there are years with rainfall pulses that exceed 7 mm/year, especially in sectors with an altitude above sea level higher than that present in Canchones (Arenas 2019; Lanino & Poblete, 2022).

Experimental design

During the period 2012-2018, an experimental grid of 3.1 ha was established in the Canchones sector in the Pampa del Tamarugal, northern Chile to evaluate *H. aphylla* density using the transect line method (Cox, 1981). Sampling was carried out during the fall (May) of each year and

spring (September). For this objective, 38 linear transects of 95 m were georeferenced within the grid, with points every 5 m. Flower sprouting was assessed semi-annually during the period of 2012-2016 by tagging the flowers which emerged using a thread of a particular color, with a distinctive color used for period so that at harvest, flower production as well as pods could be attributed to the respective period of sprouting (Leport *et al.*, 2006). For this purpose, we selected 12 adult individuals of *H. aphylla*. This tagging was also used to record the total number of flowers produced per plant (total number of tags per plant), and the number of pods per plant (number of tags with a date of flower sprouting), and the proportion of aborted flowers. For environmental characterization, two meteorological stations were established near the study area to record daily environmental conditions (ambient temperature, precipitation, wind speed, and solar radiation), both located on slopes, to determine the effect of flooding on the study area. The first was located in Canchones (UTM: 7739099, 443867; 1005 m a.s.l.), located 1.5 km from the study area. Another meteorological station was in the town of Pica (UTM: 7734562, 465733; 1345 m a.s.l.), 15 km from the study area. Similarly, five digital soil humidity probes (ECHO) were established at 0.6 m depth distributed in the study area to record the seasonal evolution of this parameter. Each humidity sensor was separated by approximately 70 m from each other.

Statistical analysis

To evaluate interannual differences in *H. aphylla* density and flower parameters (number of flowers, number of pods per plant and percentage of flower abortion), we used a linear general model by means of repeated measures. The flower parameters data were log-transformed $\ln(x+1)$ to increase linearity and reduce the correlation between the mean and variance. Relationships between meteorological and edaphic data (temperature, precipitation, solar radiation, wind speed, and soil humidity) and *H. aphylla* density and flower production were evaluated using multiple matrix correlations (r). Data was analyzed by using SPSS Statistics for Windows, Version 23.0 (IBM SPSS Statistics for Windows, Version 23.0. Armonk, NY: IBM Corp).

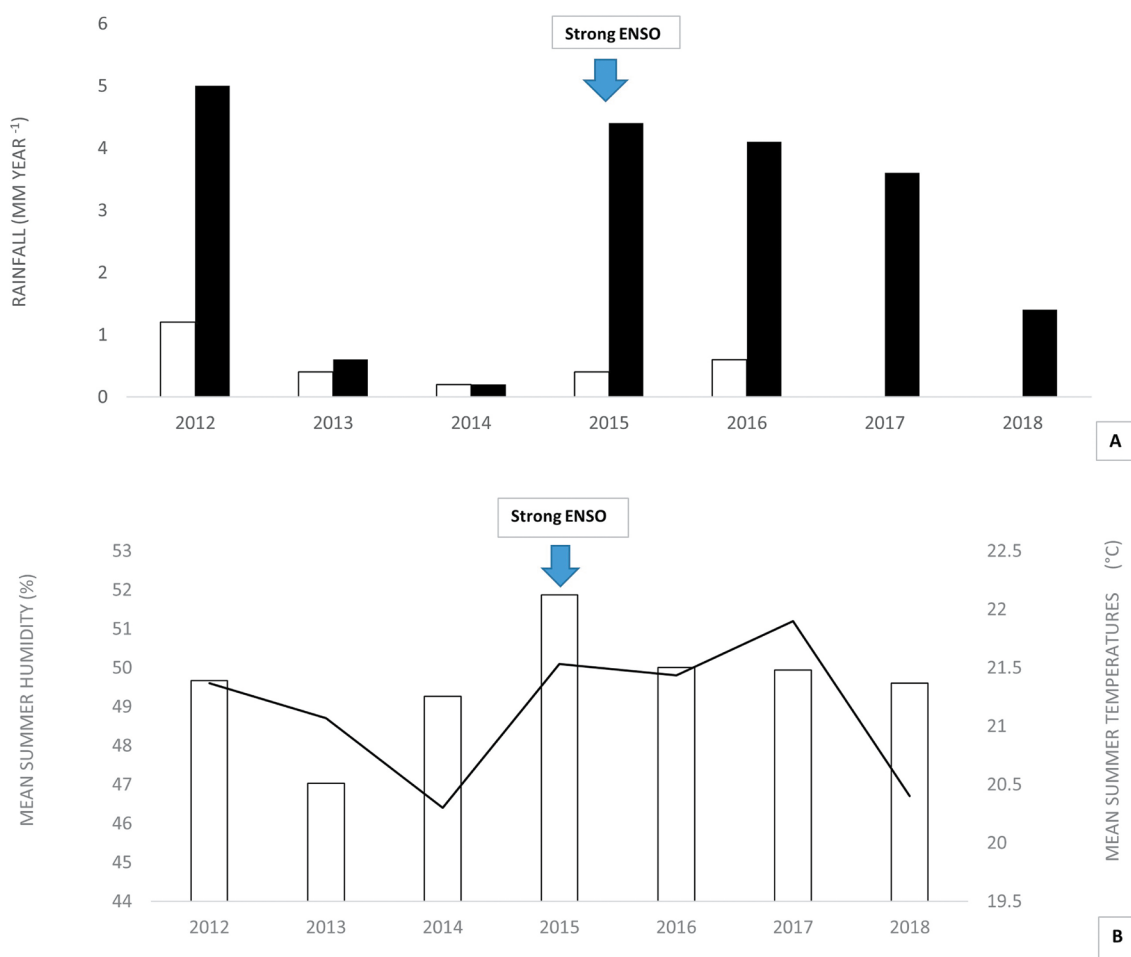


Fig. 1. Precipitation, temperature and humidity in the study area. **A:** Annual precipitation detected in Pica (black columns) and Canchones (white columns) (left, above). **B:** Mean annual summer temperatures (black line) and mean humidity (white bars) in Canchones.

RESULTS

During the present study, the presence of two flooding events during the summers of 2015 and 2016 was observed, reflected in the increase in soil humidity during those periods and the presence of summer rainfall that exceeded 4 mm/year in Pica (Figs. 1; 2).

The most important variation associated with *H. aphylla* density parameters was related to an increase in the number of individuals per area after the 2015 event (Table 1), when new individuals of low size were recorded, typical of regeneration phenomena, which subsequently decreased (2017 and 2018).

The environmental humidity and temperatures detected during summer had different fluctuations, with the highest environmental humidity values recorded in 2015 and the highest summer temperature averages in 2017. Likewise, the density determined during 2015 and 2016 was strongly correlated with the environmental humidity detected during summer 2015 in Canchones (December 21st to March 21st); $r=0.56$, $p<0.01$, and with the annual precipitation recorded in Pica the same year ($r=0.51$, $p=0.02$). Furthermore, we observed a significant relationship between soil humidity and plant density during the same period ($r=0.39$, $p=0.03$). Regarding flower parameters, we did not find significant differences between numbers of

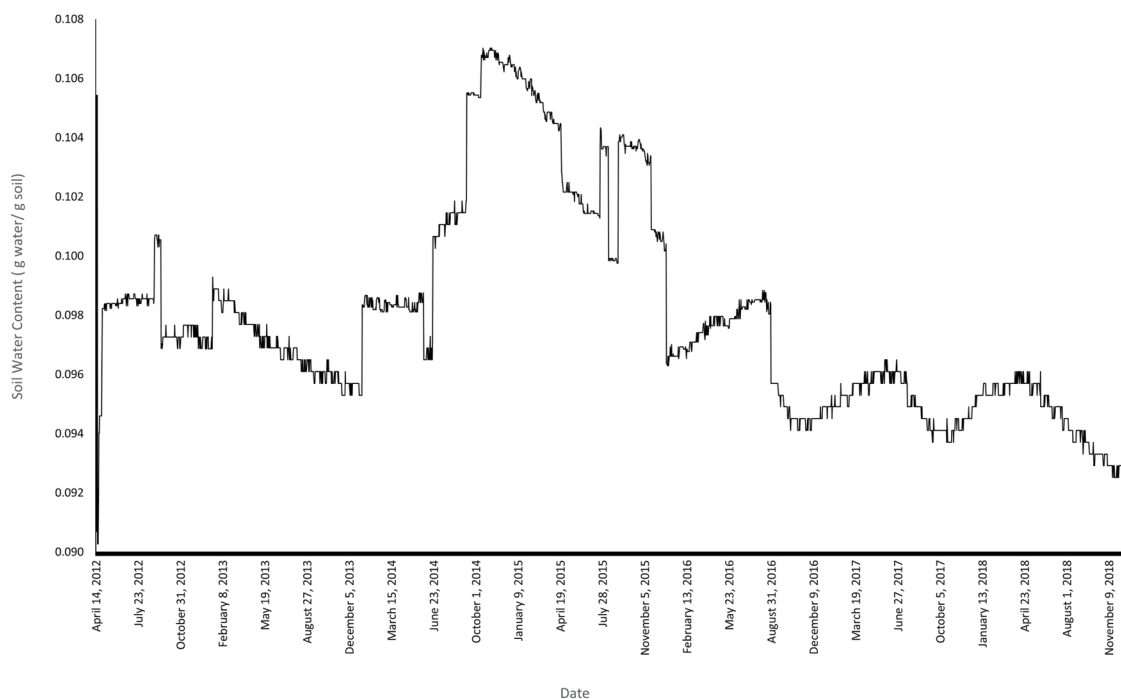


Fig. 2. Seasonal evolution of average soil humidity by season of the year.

Table 1. Area density of *H. aphylla* individuals during the study. Differences between years are denoted by different letters.

Plant density <i>H. aphylla</i>			
Year	p value	Individuals/m ²	F value
2012	0.12 ^{ab}	0.001	24.55
2013	0.21 ^b	0.001	29.09
2014	0.22 ^b	0.001	30.87
2015	0.04 ^a	0.001	41.76
2016	0.04 ^a	0.001	41.08
2017	0.08 ^{ab}	0.001	21.22
2018	0.09 ^{ab}	0.001	21.97

flower sprouts at population level. Furthermore, flower parameters did not show any relationship with climatic parameters (Table 2).

DISCUSSION

Our findings constitute the first large-scale study of the natural regeneration processes generated under hyperarid conditions in the Atacama Desert. Thus, precipitation generated during ENSO events seems to be an essential factor for the germination of *H. aphylla* in northern Chile, consistent with previous studies indicating that the increase in sporadic water pulses present during this phenomenon plays an essential role in the regeneration of arid zone plant species (Gutiérrez *et al.*, 2000; Squeo *et al.*, 2006; León *et al.*, 2011). In the present study, rainfall recorded in Pica, that is, in a sector with a higher altitude above sea level, had the greatest relationship with the increase in vegetation density of this legume (Fig. 3). This record is not surprising, as, in “wet” periods, precipitation tends to carry water to lower

Table 2. Summarized data on flower sprout at intrapopulation level.

Parameter	Periods measured						
	December 2012	August 2013	April 2014	November 2014	March 2015	November 2015	May 2016
Number of flowers (mean±SE)	12±2	13±4	10±3	11±2	13±2	13±3	10±2
Number of pods per plant (mean±SE)	0	0	3±2	3±2	4±2	3±3	2±2
Percentage of flower abortion (%)	0	0	76.9	76.9	69.2	76.9	84.6

areas such as Canchones, where this water forms real lagoons that tend to dry up or infiltrate as the summer progresses (Houston, 2001). However, the increase in water availability must necessarily be accompanied by an increase in humidity during the summer in the same study site for this germination phenomenon to take place, in which values above

50% seem to break the physiological dormancy of this species. Previous investigations, carried out at the laboratory level, agree that water availability, temperature and increased environmental humidity are limiting factors for breaking dormancy in species of this genus (Alves *et al.*, 2018; Moreno *et al.*, 2018).

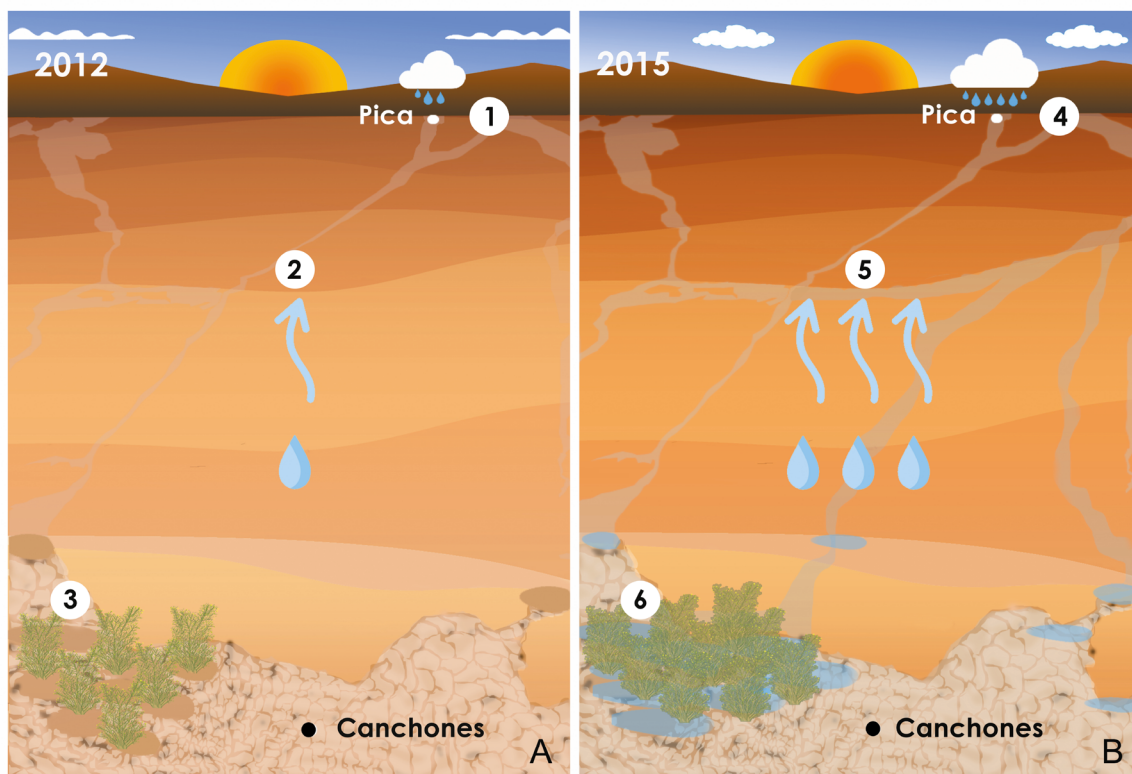


Fig. 3. Schematic illustration of comparative situation ENSO observed in the study area. **A:** In 2012. Normal periods of rainfall in Pica (1) and environmental humidity in Canchones (2) do not generate an incremental variation in the density of *H. aphylla* population (3). **B:** In 2015. Increasing rainfall at Pica (4) and environmental humidity in Canchones (5), the plant density of *H. aphylla* increasing notably (6).

There has been some controversy regarding the effects of environmental variables on germination. Formerly, some authors have claimed that temperature and sunlight are the limiting factors for germination processes in plants in the arid zones of Asia (El-Keblawy & Al-Rawai, 2005). Such studies on the regeneration of native species have been limited to a few years of evaluation and are usually restricted to semiarid ecosystems with the highest availability of precipitation. In our study, we found no direct evidence of the effect of sunlight and temperature on *H. aphylla* density, presumably because these parameters remained homogeneous during much of the summer, the time when increased density was detected (Arenas, 2019). Nevertheless, this natural regeneration decreased during 2017 and 2018, probably because of predation by goat cattle, which is usually abundant in this area and is associated with the consumption of native legumes (Carevic *et al.*, 2015; Contreras *et al.*, 2020). At reproduction level, we did not find any relationship between climatic traits and flower production. The highest values of flower abortion and the reduced number of flowers per plant are not surprising, because it has a slow growth with few production of leaves and flowers, consistent with the hyperarid habitat of Atacama Desert (Lewis & Sotuyo, 2010). In conclusion, the presence of ENSO has a transcendental influence on the regeneration of leguminous plants, especially due to the increase in precipitation in Pica (which only falls within a few hours) and, to a lesser extent, Canchones, which cause water flooding to lower sectors of the Tamarugal pampas, a fact that was detected by an increase in soil humidity. In addition, this effect must be combined because it must be accompanied by an increase in the average environmental humidity during the summer (January-March).

CONCLUSIONS

We demonstrate at the field study level, the positive influence of the ENSO phenomenon on the natural regeneration rate of *H. aphylla* in the Atacama Desert. The presence of this climatic phenomenon generates water floodings that allow the germination of seeds, although this aspect must be accompanied by an increase in environmental

humidity. It should be noted the positive effect that the flooding registered as a result of the precipitation in the Pica sector, contributed to a greater extent to the increase in the density of *H. aphylla* plants, which has an explanation due to the higher altitude above the ground sea level that Pica presents in relation to the study area (300 m higher), since when precipitation falls on that area, the effect of gravity probably allows the displacement of these masses of water to the flatter areas of the Tamarugal pampa, where it was carried out the study. Our research was developed over a long period of time, with the aim of evaluating the effect of climatic phenomena on the population of an endangered plant species. It is essential that monitoring is embedded in a long management program by the accountable agency or research institutions that is working towards the recovery and monitoring of a given threatened species or threatened ecosystem. We highlight that these benefits of monitoring will be far more likely to be achieved if the monitoring program is well designed with clearly articulated objectives, with due attention to long term biological traits and its dynamics based on future climatic effects.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

FC did all experimental work and prepared first draft of the paper; RC participated on field sampling and prepared final version of the paper.

ACKNOWLEDGEMENTS

Special thanks to Vicerrectoria Investigación, Innovación y Postgrado of Universidad Arturo Prat, ANID NCS2022_024 Millennium Nucleus on Applied Historical Ecology for Arid Forests (Aforest) and Junta Vecinal Challajure. To Cynthia Chávez, Paula Rojas for their support in scientific graphic design and Luis Ulloa for their collaboration in field support.

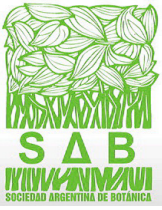
SUPPLEMENTARY DATA

Supplementary data to this article can be found at: <https://github.com/carevicunap/haphylla>.

BIBLIOGRAPHY





- ACOSTA, G., J. GUTIÉRREZ, P. L. MESERVE, D. A. KELT & M. A. PREVITALLI. 2015. El Niño Southern Oscillation drives conflict between wild carnivores and livestock farmers in a semiarid area in Chile. *J. Arid Environ.* 126:76-80.
<https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2015.08.021>
- ALVES, M. M., E. U. ALVES, L. R. DE ARAÚJO, M. DE L. DOS S. LIMA & M. M. URSULINO. 2018. Germination and vigor of *Caesalpinia pulcherrima* (L.) Sw. seeds under different light and temperature conditions. *Ciência Rural* 48: e20170741.
<https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20170741>
- ARENAS, J. 2019. *Boletín agroclimático de la localidad de Pica*. Universidad Arturo Prat, Iquique.
- CALDERÓN, G., M. GARRIDO & E. ACEVEDO. 2015. *Prosopis tamarugo* Phil.: a native tree from the Atacama Desert. Groundwater table depth thresholds for conservation. *Rev. Chil. Hist. Nat.* 88: 18. <https://doi.org/10.1186/s40693-015-0048-0>
- CAREVIC, F., J. DELATORRE & J. ARENAS. 2015. Physiological strategies during frost periods for two populations of *Prosopis burkartii*, an endangered species endemic to the Atacama Desert. *J. Arid Environ.* 114: 79-83.
<https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2014.11.008>
- CAREVIC, F. 2020. Fenómeno ENSO favorece la cobertura vegetal en la Pampa del Tamarugal, norte de Chile. En: RED DE UNIVERSIDADES DE CHILE (ed.), *El niño y cambio climático sus efectos en Chile. El niño-oscilación del sur (enso) y teleconexión*, pp 55-56. Santiago de Chile.
- CAREVIC, F., E. ALARCÓN & A. VILLACORTA. 2021. Is the visual survey method effective for measuring fruit production in *Prosopis* tree species? *Rangel. Ecol. Manag.* 74: 119-124.
<https://doi.org/10.1016/j.rama.2020.09.001>
- CHÁVEZ, R. O., J. G. P. W. CLEVERS, M. HEROLD, E. ACEVEDO & M. ORTIZ. 2013. Assessing water stress of desert tamarugo trees using *in situ* data and very high spatial resolution remote sensing. *Remote Sens.* 5: 5064-5088.
<https://doi.org/10.3390/rs5105064>
- CONTRERAS-DÍAZ, R., F. S. CAREVIC, V. PORCILE & M. ARIAS-ABURTO. 2020. Development of SSR loci in *Prosopis tamarugo* Phillipi and assessment of their transferability to species of the Strombocarpa section. *For. Syst.* 29: e012.
<https://doi.org/10.5424/fs/2020292-16706>
- COX, W. G. 1981. *Laboratory manual of general ecology*. C publishers, Brown.
- DGA. 2011. Actualización de la oferta y la demanda de recursos hídricos subterráneos del sector hidrogeológico de aprovechamiento común Pampa del Tamarugal. Dirección General de Aguas, Ministerio de Obras Públicas, Gobierno de Chile. Available at: <https://snia.mop.gob.cl/repositoriordga/handle/20.500.13000/5309> [Accessed: 10 June 2023].
- EL-KEBLAWY, A. & A. AL-RAWAI. 2005. Effects of salinity, temperature and light on germination of invasive *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. *J. Arid Environ.* 61: 555-565.
<https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2004.10.007>
- GAJARDO, G. & S. REDÓN. 2019. Andean hypersaline lakes in the Atacama Desert, northern Chile: Between lithium exploitation and unique biodiversity conservation. *Conserv. Sci. Pract.* 1: e94.
<https://doi.org/10.1111/csp2.94>
- GARREAU, R. D., J. P. BOISIER, R. RONDANELLI, A. MONTECINOS, ... & D. VELOSO-ÁGUILA. 2019. The Central Chile Mega Drought (2010-2018): A climate dynamics perspective. *Int. J. Climatol.* 1-19. <https://doi.org/10.1002/joc.6219>
- GUTIÉRREZ, J. R., G. ARANCIO & F. M. JAKSIC. 2000. Variation in vegetation and seed bank in a Chilean semi-arid community affected by ENSO 1997. *J. Veg. Sci.* 11: 641-648.
<https://doi.org/10.2307/3236571>
- HOUSTON, J. 2001. La precipitación torrencial del año 2000 en Quebrada Chacarilla y el Cálculo de recarga al acuífero Pampa Tamarugal, norte de Chile. *Rev. Geol. Chile* 28: 163-177.
<http://dx.doi.org/10.4067/S0716-02082001000200002>
- KRAUS, T. A., M. A. GROSSO, S. C. BASCONSUELO, C. A. BIANCO & R. N. MALPASSI. 2007. Morphology and anatomy of shoot, root, and propagation systems in *Hoffmannseggia glauca*. *Plant Biol.* 9: 705-712.
<https://doi.org/10.1055/s-2007-965080>
- LANINO, M. & I. POBLETE. 2022. Antecedentes climáticos históricos de la Estación Experimental Canchones, Pampa del Tamarugal: herramienta para la toma de decisiones en agricultura del desierto. *Idesia* 40: 27-38.
<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292022000200027>
- LEÓN, M. F., S. I. SILVA, A. SANDOVAL, I. ARACENA, ... & P. LEÓN-LOBOS. 2017. El manejo del suelo salino usando arena afecta el crecimiento de raíces y

- la sobrevivencia de plántulas de *Prosopis tamarugo* Phil. (Fabaceae). *Gayana Bot.* 74: 86-94.
<http://dx.doi.org/10.4067/S0717-66432017005000320>
- LEÓN, M. F., F. A. SQUEO, J. R. GUTIERREZ & M. HOLMGREN. 2011. Rapid root extension during water pulses enhances establishment of shrub seedlings in the Atacama Desert. *J. Veg. Sci.* 22:120-129.
<https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2010.01224.x>
- LEWIS, G. P. & S. SOTUYO. 2010. *Hoffmannseggia aphylla* (Leguminosae: Caesalpinieae), a new name for a Chilean endemic. *Kew Bull.* 65:221-224.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. 2023. 18° proceso de clasificación de especies. Available at: https://clasificacionespecies.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2023/01/Hoffmannseggia_aphylla_18RCE_FINAL.pdf [Accessed: 1 June 2023].
- MORENO, D., A. DUPLANCIC, A. L. NAVAS, M. HERRERA-MORATTA & A. DALMASSO. 2018. Evaluación de la germinación de *Caesalpinia gilliesii* Wall. ex Dietr. *Multequina* 27: 41-48.
- NEILSON, J. W., K. CALIFF, C. CARDONA, A. COPELAND, ... & R. MAIER. 2017. Significant impacts of increasing aridity on the arid soil microbiome. *mSystems* 2: e00195-16.
<https://doi.org/10.1128/mSystems.00195-16>
- PETERS, D. P. C., J. YAO, O. E. SALA & J. P. ANDERSON. 2012. Directional climate change and potential reversal of desertification in arid and semiarid ecosystems. *Glob. Change Biol.* 18: 151-163.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2011.02498.x>
- POL, R. G., G. I. PIRK & L. MARONE. 2010. Grass seed production in the central Monte desert during successive wet and dry years. *Plant Ecol.* 208: 65-75.
<https://doi.org/10.1007/s11258-009-9688-y>
- SOTO, G. & F. ULLOA, F. 1997. *Diagnóstico de la Desertificación en Chile*. Corporación Nacional Forestal (CONAF)-FAO-PNUMA, La Serena.
- SQUEO, F.A., N. OLIVARES, S. OLIVARES, A. POLLASTRI, ... & J. R. EHLERINGER. 1999. Grupos funcionales en arbustos desérticos definidos en base a las fuentes de agua utilizadas. *Gayana Bot.* 56: 1-15.
- SQUEO, F. A., Y. TRACOL, D. LÓPEZ, J. R. GUTIÉRREZ, ... & J. R. EHLERINGER. 2006. ENSO effects on primary productivity in Southern Atacama Desert. *Adv. Geosci.* 6: 273-277.
<https://doi.org/10.5194/adgeo-6-273-2006>
- VIGUIER, B., H. JOURDE, V. LEONARDI, L. DANIELE, ... & V. DE MONTETY. 2019. Water table variations in the hyperarid Atacama Desert: Role of the increasing groundwater extraction in the Pampa del Tamarugal (Northern Chile). *J. Arid Environ.* 168: 9-16.
<https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2019.05.007>



VERONICA CYMBALARIA (PLANTAGINACEAE): A NEW SPECIES FOR THE EXOTIC FLORA OF CHILE

VERONICA CYMBALARIA (PLANTAGINACEAE): UNA NUEVA ESPECIE PARA LA FLORA EXÓTICA DE CHILE


Mauricio A. Cisternas^{1,2,3,4*}, Arón Cádiz-Véliz⁵, Patricio Novoa¹ & Jorge Macaya-Berti⁶


1. Jardín Botánico Nacional, Viña del Mar, Chile
2. Escuela de Ciencias Agrícolas y Veterinarias, Universidad Viña del Mar, Viña del Mar, Chile
3. Centro Regional de Investigación e Innovación para la Sostenibilidad de la Agricultura y los Territorios Rurales, Ceres, Quillota, Chile
4. Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal (CONICET), Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina
5. Instituto de Biología, Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Campus Curauma, Valparaíso, Chile
6. Cedrem Consultores Ltda., Santiago, Chile

*mcisternasb@yahoo.com

Citar este artículo

CISTERNAS, M. A., A. CÁDIZ-VÉLIZ, P. NOVOA & J. MACAYA-BERTI. 2023. *Veronica cymbalaria* (Plantaginaceae): A new species for the exotic flora of Chile. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 58: 267-272.

 DOI: <https://doi.org/10.31055/1851.2372.v58.n2.37621>

Recibido: 12 May 2022
Aceptado: 14 Feb 2023
Publicado impreso: 30 Jun 2023
Editor: Franco Ezequiel Chiarini¹

ISSN versión impresa 0373-580X
ISSN versión on-line 1851-2372

SUMMARY

Background and aims: Botanic gardens play a fundamental role in conservation due to the maintenance of seed and live plant collections. However, the exchange of ornamental plant seeds between botanic gardens can facilitate the entry of seeds of alien species with invasive potential. In 2018, during a visit to the collections of the National Botanical Garden (Chile), we discovered populations of an herb of the genus *Veronica* (Plantaginaceae). The aim of this paper is to report for the first time the presence of *Veronica cymbalaria* as a new exotic feral species for the flora of Chile.

M&M: Live material was studied and compared with the original description of the species. The collected material was deposited in the herbarium of the National Botanical Garden (JBN).

Results: *Veronica cymbalaria*, which grows abundantly in and around the biological collections of the National Botanical Garden, is described. Images of the species, a map of the site of occurrence and a key to distinguish *Veronica* species growing in Chile are included.

Conclusions: *Veronica cymbalaria* is reported for the first time for the flora of Chile. The distribution range of this alien species is extended to southern America. The genus *Veronica* is represented by ten allochthonous species in Chile.

KEY WORDS

Alien plants, central Chile, flora of Chile, taxonomy, Valparaíso Region, weeds.

RESUMEN

Introducción y objetivos: Los jardines botánicos cumplen un rol fundamental en conservación debido a la mantención de colecciones de semillas y plantas vivas. Sin embargo, el intercambio de semillas de plantas ornamentales entre jardines botánicos puede facilitar el ingreso de semillas de especies foráneas con potencial invasor. En octubre de 2018, durante una visita a las colecciones del Jardín Botánico Nacional (Chile), descubrimos poblaciones de una hierba del género *Veronica* (Plantaginaceae). El objetivo de este artículo es reportar por primera vez la presencia de *Veronica cymbalaria* como nueva especie exótica posiblemente asilvestrada para la flora de Chile.

M&M: Se estudió el material vivo y se comparó con la descripción original de la especie. El material colectado fue depositado en el herbario del Jardín Botánico Nacional (JBN).

Resultados: Se describe a *Veronica cymbalaria* que crece abundantemente en las colecciones biológicas del Jardín Botánico Nacional y en sus alrededores. Se incluyen imágenes de la especie, un mapa del sitio de ocurrencia y una clave para distinguir a las especies de *Veronica* que crecen en Chile.

Conclusiones: *Veronica cymbalaria* se cita por primera vez para la flora de Chile. El área de distribución de esta especie exótica se extiende hasta el sur de América. El género *Veronica* está representado por diez especies alóctonas en Chile.

PALABRAS CLAVE

Chile central, flora de Chile, maleza, plantas exóticas, Región de Valparaíso, taxonomía.

INTRODUCTION

The role of botanic gardens in the world is diverse, including support for scientific research, involvement in education, public relations, improvement of human welfare, and plant conservation (Maunder *et al.*, 2001). However, botanic gardens have also been considered an avenue for the introduction of invasive allochthonous plants which is a major threat to global biodiversity (Dogra *et al.*, 2010; Hulme, 2015). Seed exchange through *Index Seminum* constitutes one of the main methods to increase seed and live plant collections between botanic gardens. However, this method could also allow the introduction of invasive plant species that have been initially found in the botanic garden and subsequently naturalized in wider territories (Reichard & White, 2001).

The genus *Veronica* L. (Plantaginaceae) comprises about 450 species distributed worldwide, especially in the Northern Hemisphere, with centers of diversity in western Asia and New Zealand in Southern Hemisphere (Albach & Meudt, 2010). *Veronica* species have a wide variety of life forms, ranging from herbaceous annuals or perennials to shrubs or small trees (Albach & Meudt, 2010). Some species are naturalized in Argentina, southern Brazil, Chile, Paraguay and Uruguay (Zuloaga *et al.*, 2018), and invasive in different habitats such as natural environments, roadsides, wetlands and cultivated fields (Wu *et al.*, 2010; Takakura, 2013; Polechońska *et al.*, 2020).

In Chile, the genus is represented by nine naturalized species, six perennial and three annual species, all of which are considered weeds (Romero & Klempau, 1981; Matthei, 1995; Rodríguez *et al.*, 2018). The aim of this article is to report for the first time the presence of *Veronica cymbalaria* Bodard for the flora of Chile, an allochthonous annual herb growing feral in the biological collections of the National Botanical Garden, Viña del Mar, Chile. Besides, a taxonomic key of the *Veronica* species occurring in Chile is included.

MATERIALS AND METHODS

To determine the identity of this species, literature on *Veronica* species was reviewed: Borissova, 1955; Martínez-Ortega & Rico, 2000; Rojas-Andrés & Martínez-Ortega, 2016. Fresh material was collected

and identified using the taxonomic key from Borissova (1955) and compared with nearby *Veronica* species described for Chile and Argentina (Romero & Klempau, 1981; Rodríguez *et al.*, 2018; Zuloaga *et al.*, 2018). The collected material was herborized and deposited in the herbarium of the National Botanical Garden of Chile (JBN). Additionally, photographs of live plants are included, and the collection site was georeferenced. The species occurrence map was elaborated using the QGIS 3.16 program. A morphological key was constructed based on the literature mentioned above following the taxonomic treatment from Rodríguez *et al.* (2018).

RESULTS AND DISCUSSION

Taxonomic treatment

Veronica cymbalaria Bodard. *Mém. Véronique Cymb.*: 3. 1798. TYPE: “*Veronica* Chia, *Cymbalariae* folio, verna, flore albo, umbilico virescente” in Buxbaum, *Pl. Min. Cogn. Cent.* 1: 25, t. 39, f. 2. 1728 (Lectotype, designated by Sánchez Agudo *et al.*, *Taxon* 61: 868. 2012); SPAIN. Málaga, Antequera, El Torcal, 30SUF6291, 1200 m, bajo matas de *Crataegus*, 6-IV-1999, E. Rico ER6809 (Epitype, SALA 109296! designated by Sánchez Agudo *et al.*, *Taxon* 61: 868. 2012; isoeotype, MA 855279!).

Annual herbs, stems 10-30(60) cm tall, decumbent, covered with long papillae. Leaves long-petiolate, laminas semiorbicular, subcordate or reniform, with (5)7-8(9) lobes shallow obtuse, middle lobe slightly larger than others, base truncate or cuneate. Flowers solitary in the axil of regular or reduced leaves, pedicel 12-40 mm long, exceeding leaves, patent or recurved. Calyces 2.5-6 mm long, with sepals ovate or obovate, apex obtuse, margin ciliate. Corollas rotate, tube scarcely exceeding calyx, white, limb 4-lobed, 3 lobes orbicular-ovate and 1 lobe ovate. 2-stamens 1-2 mm long, exerted, filament curved, anthers ovoid. Styles 1-2 mm long, distinctly exerted, stigma capitate. Capsules subglobose, ovoid to ellipsoid, broader than long, 4-lobed, apex slightly emarginated, pilose. Seeds 1-2 per locule, globose, 2.5-3 mm wide, weakly rugose, cyathiform.

Phenology: *Veronica cymbalaria* (Fig. 1) begins to vegetate in June, flowers in mid-September, and fruits at the end of October.

Common names in Europe and United States: “gallinita blanca”, “glandular speedwell”, “pale speedwell”.

Distribution and habitat: For the moment, this species has only been observed in and around the National Botanical Garden of Viña del Mar (Valparaíso Region, Chile; Fig. 2), where it grows abundantly in anthropized sites such as cultivated land, near watercourses, roadsides and under plantations of *Pinus*

radiata D. Don. The area of occupancy is about 7.35 ha with 15-20 individuals per m².

Material studied. CHILE. Valparaíso Region, Valparaíso Prov.: Viña del Mar, 33° 2' 51.41'' S, 71° 30' 1.11'' W, X-2018, Cisternas s.n. (JBN 3689); idem, 33° 2' 42.69'' S, 71° 30' 1.69'' W), XII-2019, Cisternas s.n. (JBN 4071).

Veronica cymbalaria is native to the Mediterranean

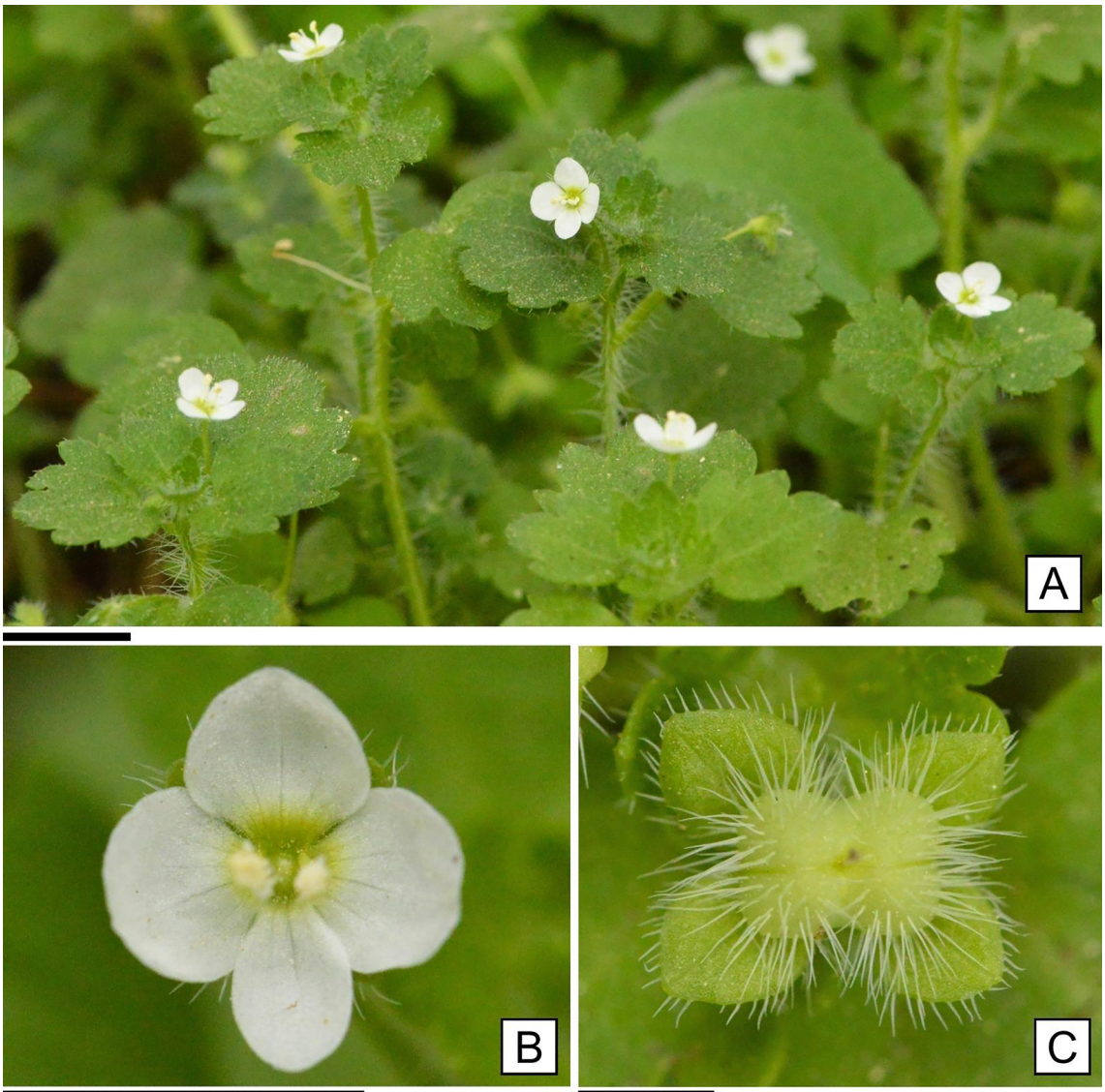


Fig. 1. *Veronica cymbalaria* Bodard. **A:** plant. **B:** flower, apical view. **C:** fruit, apical view. Escalas= A: 10 mm; B: 5 mm; C: 2 mm.

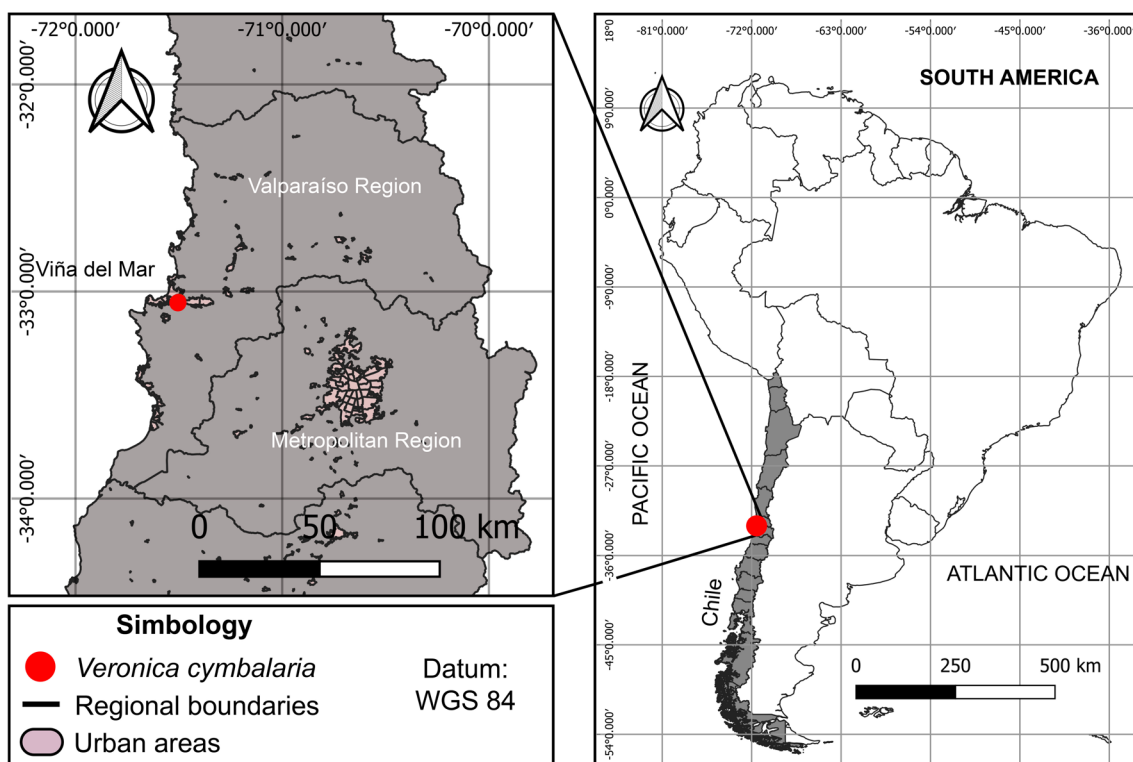


Fig. 2. Geographic location of *V. cymbalaria* in Chile.

basin (Albach, 2007), and has been considered uncommon in SW Spain (Valdés *et al.*, 2008), however it has naturalized in other areas of Europe, North Africa, North America and temperate Asia (Mito & Uesugi, 2004; GBIF, 2021). According to Juan *et al.* (1995), the germination percentage of *V. cymbalaria* is relatively low (<20%) about other species of the genus which could translate to lower invasiveness. However, this should be studied given that different species of

the genus *Veronica* in Chile are considered highly invasive such as *V. anagallis-aquatica*, *V. arvensis*, *V. serpyllifolia* (Fuentes *et al.*, 2014). On the other hand, *Veronica cymbalaria* is similar to *V. persica*, however, they can easily distinguish by *V. cymbalaria* has a white corolla, and the capsules are shallowly 4-lobed and pilose. On the contrary, *V. persica* has a blue corolla with dark stripes and white centers, and the capsules are 2-lobed, flattened, and broadly heart-shaped.

Keys to the *Veronica* species occurring in Chile

1. Annual herbs.

2

2. Seeds cyathiform or scaphoid-concave.

3

3. Capsule subglobose. Seeds 1-2 per locule, cyathiform, globose, weakly rugose.

V. cymbalaria

3'. Capsule compressed on sides. Seeds 3-12 per locule, scaphoid-concave, oblong, shallow rugose.

V. persica

- 2'. Seeds flat or biconvex. 4
4. Stem subglabrous. Basal caulinar leaves cuneate at base, margin entire or subentire. *V. peregrina*
- 4'. Stem pubescent. Basal caulinar leaves orbicular or subcordate at base, margin dentate or crenate-dentate. *V. arvensis*
- 1'. Perennials herbs, rarely annuals in wet habitats. 5
5. Flowers in terminal racemes. *V. serpyllifolia*
- 5'. Flowers solitary or in axillar racemes. 6
6. Calyx 4-partite. Capsule orbicular to oblong-ellipsoid, inflated, no laterally compressed. Seeds ellipsoid, biconvex or plano-convex. 7
7. Leaves sessile, sometimes basal leaves petiolate; semiamplexicaul, lamina often oblong or lanceolate, acute or acuminate apex. Inflorescence often glandular-pubescent. *V. anagallis-aquatica*
- 7'. Leaves short-petiolate, lamina often orbicular or elliptical, acute or rounded apex. Inflorescence glabrous. *V. beccabunga*
- 6'. Calyx 4- or 5-partite. Capsule deltoid-obcordate, ovoid, flat, laterally compressed. Seeds oval, oblong, flat, scaphoid, incurved on one side. 8
8. Plants confined to aquatic or marshy habits. Leaves glabrous, lamina linear to lanceolate. *V. scutellata*
- 8'. Terrestrial plants. Leaves conspicuously pubescent, lamina ovate, oblong-ovate or suborbicular. 9
9. Leaves petiolate, lamina ovate or oblong-ovate, margin denticulate or serrate-dentate, sometimes subentire, base attenuate to cuneate-obtuse. *V. officinalis*
- 9'. Leaves sessile or short petiolate, lamina ovate or suborbicular, margin crenate-serrate, base rounded or subcordiform. *V. chamaedrys*

CONCLUSIONS

We report a new naturalized allochthonous plant species for the flora of Chile. According to this study, the genus *Veronica* is represented by ten

allochthonous species in Chile. Early detection of introduced species allows decisions to be made to prevent the species from spreading and becoming invasive. It is important to take measures to eradicate this species with invasive potential in the JBN.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

All authors have designed and performed the analysis, wrote the manuscript, and read and approved its final version.

BIBLIOGRAPHY

- ALBACH, D. C. 2007. Amplified fragment length polymorphisms and sequence data in the phylogenetic analysis of polyploids: multiple origins of *Veronica cymbalaria* (Plantaginaceae). *New Phytologist* 176: 481-498. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2007.02172.x>
- ALBACH, D. C. & H. M. MEUDT. 2010. Phylogeny of *Veronica* in the Southern and Northern Hemispheres based on plastid, nuclear ribosomal and nuclear low-copy DNA. *Mol. Phylogenet. Evol.* 54: 457-471. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2009.09.030>
- BORISSOVA, A. G. 1955. *Veronica* L. In: SHISHKIN, B. K. & E. G. BOBROV (eds.), *Flora of the U.S.S.R.*, vol. 22, pp. 372-745. Akademii Nauk SSSR, Moscow-Leningrad.
- DOGRA, K. S., S. K. SOOD, P. K. DOBHAL & S. SHARMA. 2010. Alien plant invasion and their impact on indigenous species diversity at global scale: A review. *J. Ecol. Nat. Environ.* 2: 175-186. <https://doi.org/10.5897/JENE.9000012>
- FUENTES, N., P. SÁNCHEZ, A. PAUCHARD, J. URRUTIA, ... & A. MARTICORENA. 2014. *Plantas Invasoras del Centro-Sur de Chile: Una Guía de Campo*. Laboratorio de Invasiones biológicas (LIB), Concepción.
- GBIF. 2021. *Veronica cymbalaria* Bodard. GBIF Backbone Taxonomy. Checklist dataset <https://www.gbif.org/species/3172068> via GBIF.org [Accessed: 22 July 2021].
- HULME, P. 2015. Resolving whether botanic gardens are on the road to conservation or a pathway for plant invasions. *Biol. Conserv.* 29: 816-824. <https://doi.org/10.1111/cobi.12426>
- JUAN, R., I. FERNÁNDEZ & J. E. PASTOR. 1995. Ecología de la germinación en especies del género *Veronica* (Scrophulariaceae) del SO de España. *Acta Bot. Malac.* 20: 43-50.
- MARTÍNEZ-ORTEGA, M. M. & E. RICO. 2000. Algunas tipificaciones y combinaciones nuevas en las *Veronica* L. (Scrophulariaceae) perennes. *Anales Jard. Bot. Madrid* 57: 477-479.
- MATTHEI, O. 1995. *Manual de las malezas que crecen en Chile*. Alfabetá Impresores, Santiago.
- MAUNDER, M., S. HIGGENS & A. CULHAM. 2001. The effectiveness of botanic garden collections in supporting plant conservation: a European case study. *Biodivers. Conserv.* 10: 383-401. <https://doi.org/10.1023/A:1016666526878>
- MITO, T. & T. UESUGI. 2004. Invasive alien species in Japan: the status quo and the new regulation for prevention of their adverse effects. *Glob. Environ. Res.* 8: 171-193.
- POLECHOŃSKA, L., M. GLEŃSK, A. KLINK, M. DAMBIEC & Z. DAJDOK. 2020. Allelopathic potential of invasive wetland plant *Veronica peregrina*. *Plant Biosyst.* 154: 481-487. <https://doi.org/10.1080/11263504.2019.1635225>
- REICHARD, S. H. & P. WHITE 2001. Horticulture as a pathway of invasive plant introductions in the United States: most invasive plants have been introduced for horticultural use by nurseries, botanical gardens, and individuals. *BioScience* 51: 103-113. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2001\)051\[0103:HA APOI\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2001)051[0103:HA APOI]2.0.CO;2)
- RODRÍGUEZ, R., C. MARTICORENA, D. ALARCÓN, C. BAEZA, ... & A. MARTICORENA. 2018. Catálogo de las plantas vasculares de Chile. *Gayana Bot.* 75: 1-430. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-66432018000100001>
- ROJAS-ANDRÉS, B. & M. MARTÍNEZ-ORTEGA. 2016. Taxonomic revision of *Veronica* subsection *Pentasepalae* (*Veronica*, Plantaginaceae sensu APG III). *Phytotaxa* 285: 1-100. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.285.1.1>
- ROMERO, M. & H. KLEMPAU. 1981. El género *Veronica* L. (Scrophulariaceae) en Chile. *Anales Mus. Hist. Nat. Valparaiso* 14: 85-98.
- TAKAKURA, K. 2013. Two-Way but asymmetrical reproductive interference between and invasive *Veronica* species and a native congener. *Am. J. Plant Sci.* 4: 535-542. <https://doi.org/10.4236/ajps.2013.43069>
- VALDÉS, B., C. SANTA-BÁRBARA, C. VICENT & A. MUÑOZ. 2008. Catálogo florístico del Andévalo y Sierra de Huelva (plantas vasculares). *Lagascalia* 28: 117-409.
- WU, H., S. QIANG & G. PENG. 2010. Genetic diversity in *Veronica hederifolia* (Plantaginaceae), an invasive weed in China, assessed using AFLP markers. *Ann. Bot. Fenn.* 47:190-198. <https://doi.org/10.5735/085.047.0303>
- ZULOAGA, F., O. MORRONE & M. BELGRANO (eds.). 2018. Catálogo de las plantas vasculares del cono sur (Argentina, Sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay). <http://www2.darwin.edu.ar/Proyectos/FloraArgentina/fa.htm> [Accessed: 10 May 2022].



DETERMINANTES NUTRICIONALES, SOCIALES E IMPACTO POTENCIAL DEL USO ALIMENTICIO DE LAS ALGARROBAS (*Neltuma* spp. ex *Prosopis*) EN POBLACIONES URBANAS Y NEORRURALES DE CÓRDOBA

NUTRITIONAL EVALUATION, SOCIAL DETERMINANTS AND POTENTIAL IMPACT OF THE FOOD USE OF ALGARROBA (*Neltuma* spp. ex *Prosopis*) IN URBAN AND NEORURAL POPULATIONS OF CÓRDOBA


Barbara Arias Toledo^{1*} , M. Cecilia Cittadini² , M. Julia Garelo³,
Flavia R. Santoro⁴  & Luisina Battistón⁵ 


1. Cátedra Antropología, Dto. Fisiología, Fac. Cs. Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba-Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal (IMBIV-CONICET)
2. Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal (IMBIV - CONICET)
3. Cátedra Técnica Dietética, Esc. Nutrición, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina
4. Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal (IMBIV - CONICET)
5. Área Agroforestal, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Córdoba, Argentina

*barbara.arias@unc.edu.ar

Citar este artículo

ARIAS TOLEDO, B., M. C. CITTADINI, M. J. GARELLO, F. R. SANTORO & L. BATTISTÓN. 2023. Determinantes nutricionales, sociales e impacto potencial del uso alimenticio de las algarrobas (*Neltuma* spp. ex *Prosopis*) en poblaciones urbanas y neorrurales de Córdoba. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 58: 273-284.

 DOI: <https://doi.org/10.31055/1851.2372.v58.n2.39431>

Recibido: 18 Nov 2022
Aceptado: 10 May 2023
Publicado impreso: 30 Jun 2023
Editora: Norma Hilgert 

ISSN versión impresa 0373-580X
ISSN versión on-line 1851-2372

SUMMARY

Background and aims: The use of wild fruits is part of a dynamic local ecological knowledge, sensitive to social and ecological changes.

M&M: To evaluate the nutritional potentialities and effective use of products made with algarroba (fruits of *Neltuma* spp.), progress was made in their nutritional determination in the laboratory. Furthermore the supply of products at fairs and dietetics was studied by means of surveys, and online surveys were carried out to study the use and perceptions associated with the use of these products. The data obtained were analyzed both qualitatively and by frequency analysis and applying General Linear Model.

Results: The nutritional results indicate the nutritional and also medicinal potential, as anti-inflammatory, of the algarrobas, positioning it as a "folk functional food". The consumption of products made with algarrobas would be increasing in frequency, not depending on traditional guidelines but as a new cultural element, associated with a positive perception for health. The main limitation for its use being the lack of information in this regard.

Conclusions: The fruits of *Neltuma* spp. can be considered as NUS (neglected and underutilized species) in process of being revalued, with a great potential impact on the conservation of native forests and regional economies.

KEY WORDS

Food-medicine continuum, folk functional food, neglected and underutilized species, NUS, wild food.

RESUMEN

Introducción y objetivos: La utilización de frutos silvestres forma parte de un conocimiento ecológico local dinámico, sensible a cambios sociales y ecológicos.

M&M: Para evaluar las potencialidades alimenticias poco aprovechadas de las semillas y el uso efectivo de productos elaborados con algarroba (frutos de *Neltuma* spp.), se realizó, por un lado, el análisis nutricional de sus semillas -perfil de ácidos grasos, proteínas totales y compuestos antioxidantes (polifenoles totales) y, por el otro, el estudio de la oferta de productos en ferias y dietéticas a través de entrevistas personales, así como del relevamiento del uso y percepciones asociadas al uso de estos productos mediante entrevistas virtuales. Los datos obtenidos fueron analizados de modo cualitativo, con análisis de frecuencias y aplicando Modelo Lineal General.

Resultados: Los resultados nutricionales señalan el potencial alimenticio de las semillas de la algarroba que lo posiciona como un "alimento funcional folklórico". Por otra parte se ha observado que, el consumo de productos elaborados con algarrobas está paulatinamente más frecuente como parte de un elemento cultural nuevo, asociado a una percepción positiva para la salud. Se observa que la principal limitación para su uso es la falta de información sobre sus propiedades y ventajas para el bienestar.

Conclusiones: Los frutos de *Neltuma* spp. se posicionan como NUS (especies olvidadas y subutilizadas) en proceso de ser revalorizado, cuya promoción podría tener un impacto positivo en la conservación de bosques nativos y de las economías regionales.

PALABRAS CLAVE

Alimentos silvestres, alimento funcional folklórico, continuum alimento-medicina, especies NUS, especies olvidadas y subutilizadas.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, con el auge de la alimentación consciente, se ha revalorizado el aporte nutricional de alimentos silvestres y/o tradicionales, favoreciendo su producción, distribución y consumo, particularmente en áreas urbanas o neorurales. Si bien estudios previos muestran situaciones que podrían enmarcarse dentro de la tendencia global de pérdida de conocimientos sobre el entorno, relacionadas con la pérdida del bosque y la “descampesinización” (Arias Toledo *et al.*, 2010), también es posible que exista un proceso de resignificación de los usos, producido cuando diferentes especies pasan del contexto tradicional a uno no tradicional, en el que muchos usos originales se transponen sufriendo modificaciones (Torrico Chalabe & Trillo, 2019).

En este proceso de revalorización cobra importancia el concepto de especies olvidadas y subutilizadas, conocido por la sigla en inglés NUS (neglected and underutilized species) también llamadas “cultivos huérfanos” (orphan crops). Según Padulosi *et al.* (2013), el concepto de NUS se aplica a especies de plantas útiles que son marginadas por investigadores, mejoradores y tomadores de decisiones. Son cultivos no comerciales y pertenecen a un grupo grande y biodiverso de miles de especies domesticadas, semi-domesticadas o silvestres. Algunos ejemplos de especies NUS de Argentina son *Acantholippia salsoloides* Griseb., *Amaranthus caudatus* L., *Berberis microphylla* G. Forst., *Capsicum annum* L., *Eugenia uniflora* L., de acuerdo a Hernández Bermejo *et al.* (2019), donde puede consultarse un repertorio global de especies NUS.

Los algarrobos (ex *Prosopis alba*, *P. nigra*, *P. chilensis* y *P. flexuosa*, recientemente *Neltuma alba* (Griseb.) C.E. Hughes & G.P. Lewis, *N. nigra* (Griseb.) C.E. Hughes & G.P. Lewis, *N. chilensis* (Molina) C.E. Hughes & G.P. Lewis y *N. flexuosa* (DC.) C.E. Hughes & G.P. Lewis) y sus frutos -las algarrobas-, pueden ser considerados NUS, dado que son especies silvestres, principalmente subutilizadas. Sin embargo, si bien no forman parte de cadenas de producción y comercialización a gran escala, en la actualidad hay un creciente consumo de estas especies. En este sentido, su consumo, como el de todas las plantas alimenticias silvestres, contribuye a enriquecer la dieta diaria

tanto en la calidad como cantidad de alimentos disponibles. Torres & Santoni (1997) expresan que los sistemas alimentarios y de nutrición pueden dejar al descubierto la organización social y la concepción de la sociedad respecto del medio ambiente. Entonces, surge también como interés conocer las formas de percepción y apropiación de las algarrobas como recurso, en el marco del Conocimiento Ecológico Local (CEL) de las poblaciones.

El CEL consiste en saberes, creencias y tradiciones culturales desarrolladas y sostenidas en el tiempo por las comunidades locales, de carácter adaptativo (Vandebroek *et al.*, 2011). El CEL es dinámico, se ajusta al grupo humano y las circunstancias cambiantes de su entorno biocultural (Hurrell, 2014). Estos CEL contienen elementos tradicionales que provienen de comunidades ancestrales de distinto origen y tiempo de permanencia, se transmiten de generación en generación, de forma oral y en las prácticas compartidas (Balick & Cox, 1996). También incluyen elementos no tradicionales, propios de contextos pluriculturales, provienen de saberes enseñados y aprendidos y difundidos mayormente en los circuitos comerciales y por los medios de comunicación (Hurrell, 2014).

En ese contexto, el objetivo del presente trabajo es identificar determinantes nutricionales en el consumo de algarrobas provenientes de *Neltuma alba* y *N. chilensis*, analizar los aspectos sociales que promueven su uso como alimento y el impacto potencial en la salud de los consumidores. Para esto, se ha estudiado la oferta de productos alimenticios elaborados con algarrobas en dietéticas y ferias de zonas urbanas y neorurales de barrios de la ciudad de Córdoba y del Valle de Paravachasca, proponiéndolas como espacios de resignificación. Asimismo, se indagó en el consumo efectivo de tales alimentos, las percepciones sobre su utilización y la dinámica a ella asociada, proponiendo a los algarrobos como NUS que se encuentran en proceso de revalorización. La selección de las presentes especies alimenticias responde a que fueron las más mencionadas en estudios previos de especies vegetales silvestres de uso alimenticio en la provincia de Córdoba (Arias Toledo *et al.*, 2007ab, 2009; Saur Palmieri *et al.*, 2018), con mayor representación en productos manufacturados (Zamar & Trillo, 2022) y cuyo uso

muestra gran profundidad histórica, de acuerdo al registro arqueológico (Trillo & López, en prensa). También se analizó el perfil nutricional de las semillas de algarrobo: *Neltuma alba* (Griseb.) C.E. Hughes & G.P. Lewis y *Neltuma chilensis* (Molina) C.E. Hughes & G.P. Lewis como se especificara previamente, recursos que han sido poco estudiados y sub-aprovechados, con el fin de potenciar su consumo. Con el estudio de la composición química de las semillas se intenta ampliar el conocimiento acerca de la cantidad de nutrientes que aportan a la dieta y se enfatiza en su uso exclusivo para optimizar el aporte proteico de la legumbre, ya sea utilizado directamente en preparaciones culinarias o incorporándolo al diseño de alimentos funcionales y/o enriquecidos. A partir de este enfoque se intenta contribuir al desarrollo regional, a través del estudio de nuevos ingredientes funcionales y productos alimenticios saludables, tanto para el consumo como para la comercialización en el mercado interno, utilizando estos conocimientos como insumo para la transferencia al sector productivo y su posible aplicación en la industria alimentaria. Así, si bien actualmente se comercializa y consume el fruto completo (harina de algarroba), potenciar el uso de la semilla podría favorecer a la población que recolecta, comercializa y elabora alimentos con este fruto, agregando etapas productivas (obtención de semillas como fuente de trabajo) y ampliando las posibilidades de comercialización (otras harinas, concentrados proteicos, etc.). Asimismo, ampliando el conocimiento de la composición química de las semillas de algarrobo, se responde a lineamientos internacionales sobre propiedades nutricionales de plantas alimenticias regionales y sus productos – fomento de la conservación de las especies (Biodiversity International - FAO) a través de la diversificación de la dieta, basada principalmente en alimentos de origen vegetal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio de estudio

La ciudad de Córdoba, capital de la provincia homónima, cuyo ejido ocupa un cuadrado de 24 km de lado, ubicado en una llanura ondulada, al pie de las Sierras Chicas, en el centro de la provincia.

El Valle de Paravachasca, ubicado al sur-oeste de la ciudad capital, pertenece al Distrito Chaqueño

Serrano, que ocupa el área de sierras. Este distrito presenta precipitaciones entre 600 y 800 mm/año, y las temperaturas medias son 17 °C en verano y 8 °C en invierno (Cabido & Zak, 1999). La vegetación conforma un bosque entre abierto y semicerrado, con árboles bajos (entre 7 y 9 m), y estrato arbustivo y herbáceo. Las especies arbóreas dominantes son *Lithraea molleoides* (molle), *Schinopsis lorentzii* (orco quebracho), *Zanthoxylum coco* (coco) y *Ruprechtia apetala* (manzano del campo) (Cabrera 1976). La vegetación original ha resultado muy reducida por deforestación e incendios, y ha sido reemplazada por terrenos para agricultura y bosque secundarios que combinan especies nativas e introducidas, con gran capacidad para el rebrote después de los incendios (Cabido & Zak, 1999; Gavier & Bucher, 2004).

Determinaciones nutricionales

A través de un muestreo aleatorio simple se recolectaron vainas de dos especies de algarrobas (*N. alba* y *N. chilensis*) presentes en el Valle de Paravachasca de la provincia de Córdoba, Argentina. La identificación de las especies fue realizada por investigadores del Museo Botánico (IMBIV-CONICET-UNC), con Saur Palmieri, V. 32 (CORD) y Saur Palmieri, V. 16 (CORD) como ejemplares testigo de *N. alba* y *N. chilensis*, respectivamente. Los frutos cosechados se secaron en la oscuridad y se obtuvieron 60 gramos de sus semillas, las cuales se conservaron a -20 °C hasta su uso. Para las determinaciones químicas, se utilizaron 30 gramos de semillas de cada especie estudiada. Se molieron hasta obtener un polvo fino utilizando un molinillo de cuchillas (Tecno Dalvo, Argentina). Para un debate extenso acerca de las formas posibles de pelado de la semilla y las consecuencias que la aplicación de cada técnica tiene sobre la composición nutricional de ellas, puede consultarse el trabajo de Sáez Teuber (2006). Para el análisis de la fracción lipídica, se determinó el contenido de aceite (extracción en equipo Soxhlet, n-hexano) y el aceite obtenido se analizó por cromatografía gaseosa para conocer la composición de ácidos grasos de acuerdo a protocolos ya utilizados (Maestri *et al.*, 2015). A partir del material sólido desengrasado (de textura similar a harina) se analizaron las proteínas totales por el método de Kjeldahl (AOCS, 2009). La extracción de las proteínas se realizó a partir

de material desengrasado siguiendo protocolos convencionales: homogeneización con buffer Tris-HCL, centrifugación, recuperación del sobrenadante y precipitación con sulfato o acetato de amonio. Por último, para conocer la fracción de compuestos fenólicos, se partió de las muestras desengrasadas y se obtuvieron extractos concentrados en compuestos fenólicos empleando etanol/agua como disolventes (Bodoira *et al.*, 2017). Mediante la reacción de Folin-Ciocalteu (Bodoira *et al.*, 2017) se determinó el contenido de compuestos fenólicos totales.

Recolección y análisis de datos culturales

Para la recolección de información acerca de los productos elaborados con algarrobas disponibles en centros de venta, se realizaron entrevistas semiestructuradas (Aldridge & Lavine, 2003) -luego de obtener el consentimiento informado y siguiendo los lineamientos éticos formulados por SOLAE (2015)- a los expendedores en dietéticas y ferias. En las mismas, se consultó sobre alimentos disponibles que incluyen algarroba, cantidad, tipo de elaboración, rotulado nutricional, perfil de consumidor, origen del producto y motivaciones para su ofrecimiento a la venta. Mediante observación participante (Guber, 2001) se complementó la información obtenida en las entrevistas. Las entrevistas fueron realizadas en dietéticas de la ciudad de Córdoba, y en las dietéticas y ferias existentes en la zona rural del Valle de Paravachasca.

Para la recolección de información acerca del consumo de productos derivados de algarrobas se diseñó una encuesta en google forms, combinando preguntas cerradas y abiertas (Aldridge & Lavine, 2003), y se distribuyó en los grupos vecinales de WhatsApp de localidades del Valle de Paravachasca y de la ciudad de Córdoba, totalizando 345 encuestas respondidas. La elección de la metodología de recolección de datos responde a que esta parte fue realizada durante el período de aislamiento obligatorio motivado por la pandemia de SARS-Covid21. La selección de los grupos de WhatsApp se relaciona con la búsqueda de dirigir las preguntas al público potencial de las dietéticas y ferias en las que se realizaron entrevistas. Sin embargo, la naturaleza misma de su difusión hizo que la encuesta sea respondida, también, por vecinos de otras localidades diferentes a aquellas que fueron

foco de nuestro estudio. De esta forma, el 53,4% de quienes respondieron son habitantes de grandes conglomerados urbanos (más de 1.000.000 hab.), un 32,1% son habitantes de comunas del área serrana (menos de 10.000 en general y, en el caso de nuestro trabajo en particular, con apenas algunos centenares de habitantes) y un 14,6% viven en ciudades del interior provincial (a partir de 10.000 hab.).

Los datos obtenidos mediante entrevistas, tanto presenciales cuanto virtuales, fueron en primera instancia, analizados cualitativamente. Posteriormente se les aplicaron análisis de frecuencias para describir las principales formas de consumo y actitudes acerca del uso de productos derivados del algarrobo. Asimismo se aplicó un GLM (modelo lineal general) para detectar asociaciones entre la frecuencia de uso del algarrobo y el lugar de residencia (semirural: SR; ciudades hasta 100.000 hab.: C; grandes conglomerados urbanos: GCR), lugar de nacimiento (*idem anterior*), motivos que limitan su consumo (baja disponibilidad: 1, falta información: 2, razones culturales: 3, costo económico: 4, combinación de dos o más de las razones previas: 5 otras) y cambios temporales en la frecuencia de uso de estos productos (si aumentó, disminuyó o se mantuvo igual).

RESULTADOS

En cuanto al potencial nutricional de las semillas, los análisis arrojan que la cantidad de aceite presente fue de $9,33 \pm 0,37$ y $10,94 \pm 0,16$ g/100 g (*N. alba* y *N. chilensis*, respectivamente).

El perfil de ácidos grasos por familia (ácidos grasos saturados: AGS, ácidos grasos monoinsaturados: AGM y ácidos grasos poliinsaturados: AGP) puede observarse en la Fig. 1. Se puede mencionar que el aporte de AGP está representado, principalmente, por ácido linoleico (C18:2) siendo $41,12 \pm 0,19\%$ en *N. alba* y $39,35 \pm 1,60\%$ en *N. chilensis*. Por otro lado, el aporte de AGM, representado por el ácido oleico (C18:1), omega 9 ($\omega 9$), es $36,25 \pm 0,26\%$ y $35,56 \pm 2,53\%$ en *N. alba* y *N. chilensis* respectivamente.

En cuanto a la cantidad de proteínas presente en las semillas de *Neltuma*, los valores obtenidos fueron $23,20 \pm 1,29$ y $24,9 \pm 0,79$ g de proteínas/100 g de semillas de *N. alba* y *N. chilensis* respectivamente.

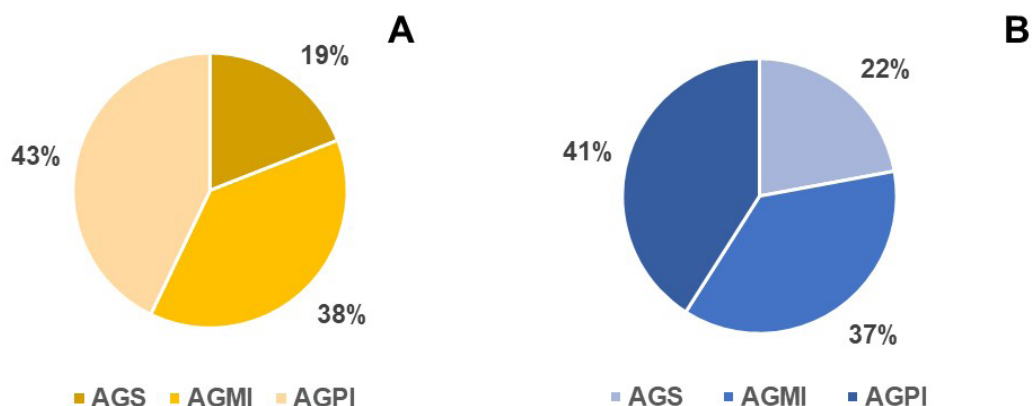


Fig. 1. Ácidos grasos clasificados en familias determinados en algarrobas, expresados en porcentaje (%). **A:** en *Neltuma alba*; **B:** en *N. chilensis*. Abreviaturas= AGS: ácidos grasos saturados; AGM: ácidos grasos monosaturados; AGP: ácidos grasos polisaturados.

Por último, las concentraciones de polifenoles totales determinados en semillas de *N. alba* y *N. chilensis* fueron $6,7 \pm 0,00$ y $3,5 \pm 0,27$ mg de ácido gálico/100 g de semilla respectivamente.

En lo que hace al perfil cultural asociado a su consumo, el relevamiento realizado en dietéticas y ferias permitió visualizar que los productos habitualmente ofrecidos son harina (frutos secos molidos), torrado de algarroba (“café de algarroba”), el patay -alimento de origen nativo que consiste en una especie de pan elaborado con frutos secos molidos hasta adquirir consistencia de harina, que se humedece y cocina, favoreciendo su conservación por largo tiempo- y productos de panificación como galletitas, alfajores y conitos rellenos con dulce de leche, brownies, e incluso “humo líquido” a base de algarroba (Fig. 2).

En cuanto al rotulado nutricional, solo el 10% de los alimentos registrados indican composición porcentual de macronutrientes (hidratos de carbono, proteínas y grasas), y todos presentan fecha de elaboración y vencimiento. A su vez, los productos son elaborados en las Sierras de Córdoba y, en menor proporción, en la ciudad homónima. Mientras que la harina, el patay y una parte de las galletitas pueden tener origen en localidades alejadas, incluso en provincias vecinas como Catamarca o La Rioja; el resto de los productos de panificación a la venta, son de procedencia local, habitualmente elaborados en hogares particulares.

De acuerdo a la percepción de los vendedores, los consumidores eligen estos productos por su

valor nutricional, y su consumo se concentra en dos grupos socioculturales bien diferenciados: por un lado, personas mayores que asocian el sabor a su infancia y tradiciones y, por otro, a personas con prácticas de consumo asociadas al naturismo, vegetarianismo y veganismo.

Respecto al origen de quienes se mostraron interesados en responder nuestras preguntas, aunque la proporción de personas que respondieron y actualmente residen en localidades rurales y semirurales es del 32,5%, encontramos que aproximadamente el 70% de estas tienen como lugar de origen un gran conglomerado urbano y solo un 3,5% es nativo de un pueblo, mostrando claramente que son las grandes ciudades el origen principal de los pobladores rurales actuales que se presentan como potenciales consumidores de productos derivados de algarroba.

Por su parte, las formas de consumo se concentran en los productos de panificación elaborados (galletitas, alfajores, etc.), la harina y el torrado de algarroba.

De acuerdo a la frecuencia de consumo registrada, las razones principales para consumir los productos derivados de algarroba son la percepción de que tienen un impacto positivo para la salud y por su particular sabor. En tal sentido, la totalidad de los participantes consideran que aportan variedad y nutrientes valiosos a sus dietas, que eligen productos con una menor industrialización y que se produzcan regionalmente, que deciden consumir productos

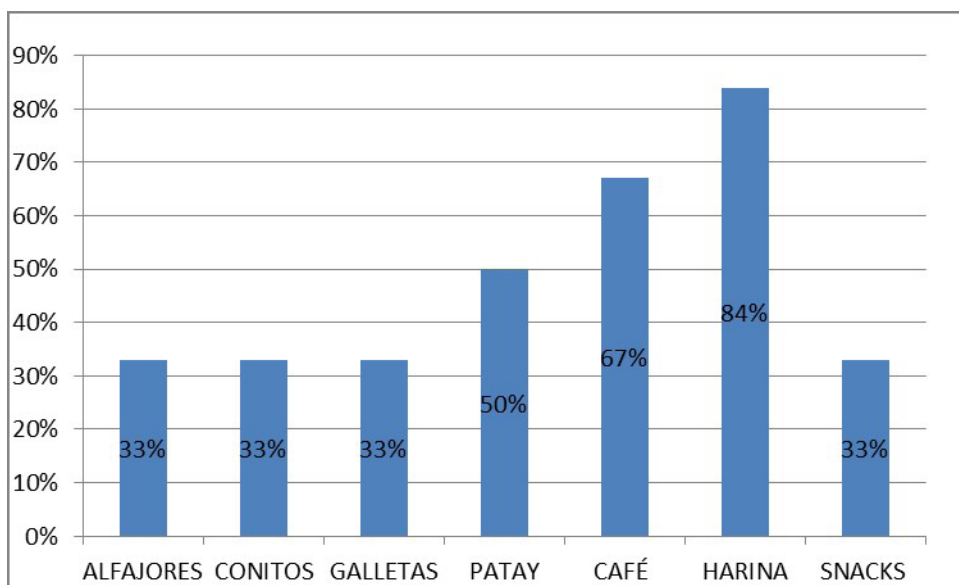


Fig. 2. Productos elaborados a partir de algarobas y su porcentaje de presencia en dietéticas y ferias.

provenientes de especies nativas, porque disfrutaban su sabor y les recuerda a su infancia. Un 20% de las respuestas expresan más de una de estas categorías.

Finalmente, en los resultados obtenidos mediante el GLM (Tabla 1) se verifica que no hay relación significativa entre el lugar de nacimiento o de residencia actual y el consumo de algarroba. Así, las personas que nacieron y viven en zonas semirurales consumen la misma proporción de productos derivados de algarroba que personas de regiones urbanas, sea de pequeñas ciudades o grandes conglomerados. Los resultados del GLM apuntaron también que el desconocimiento de sus propiedades, es el principal limitante al uso de los productos derivados de la algarroba. A la vez, la falta de información (motivo 2, en la Tabla 1) mostró una relación negativa significativa ($p < 0.05$) con la frecuencia de consumo. No hay ninguna relación entre el consumo y la disponibilidad, el costo económico o razones culturales. Un dato importante obtenido mediante el GLM es que utilizar algarroba se relaciona positivamente con un aumento reciente del consumo, de acuerdo con la información brindada por los/las participantes ($p < 0.001$), o sea, quienes consumen actualmente algarroba lo hacen como parte de cambios de hábitos recientes.

Tabla 1: Modelo Lineal Generalizado entre la frecuencia de consumo de algarroba y variables socio-culturales. Intercep: coeficiente de regresión. Lugar de residencia: grandes conglomerados urbanos (residGCU), semirural (residSR). Lugar de nacimiento: grandes conglomerados urbanos (nacGCU), semirural (nacSR4). Motivo que limita su consumo: Motivo2= falta de información (sólo se muestra el motivo con asociaciones significativas). Consumo, cambios en los últimos tiempos: valor cercano a 0= ningún cambio; valor cercano a 1= aumento de consumo; valor cercano a -1= disminución de consumo. * indica asociaciones estadísticamente significativas.

	Estimación	Error estándar	valor t	Pr(> t)
Intercep	2.171.605	0.190046	11.427	< 2e-16 *
residGCU	-0.368555	0.257417	-1.432	0.1532
residSR	0.247793	0.188775	1.313	0.1902
nacGCU	0.371063	0.195341	1.900	0.0584
nacSR	-0.008765	0.458203	-0.019	0.9847
Motivo2	-0.599139	0.234831	-2.551	0.0112 *
Consumo	1.062.066	0.137776	7.709	1.57e-13 *

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos a partir de los análisis nutricionales muestran que los aportes de aceite de las semillas son bajos en relación a otras semillas como chíá (31,34%; Parker *et al.*, 2018), lino (33,6%; Bozan & Temelli, 2008) o girasol (58%; Gonçalves de Oliveira Filho & Buranelo Egea, 2021). Lo observado en el presente acerca del aporte de ácidos grasos poliinsaturados, representados principalmente por ácido linoleico, concuerda con lo hallado por Zhong *et al.* (2022). Esto es relevante, ya que el ácido linoleico es un ácido graso esencial de la familia omega 6 ($\omega 6$) que el organismo humano no puede sintetizar, por lo que se incorpora exclusivamente a través de la dieta. A su vez, este ácido graso es precursor de otros ácidos grasos con funciones protectoras en el organismo (Choque *et al.*, 2014; Parker *et al.*, 2018, Zhong *et al.*, 2022). Respecto al aporte de ácidos grasos monoinsaturados, numerosos estudios sugieren un efecto anti-inflamatorio de este ácido graso $\omega 9$ en la salud humana, ejerciendo un rol relevante sobre el cáncer y otras enfermedades crónicas como diabetes y obesidad (Carrillo *et al.*, 2012; Sales-Campos *et al.*, 2013; Palomer *et al.*, 2018; Pastor *et al.*, 2021).

En lo referente al aporte proteico, Cattaneo *et al.* (2014) mostraron concentraciones de proteína bruta de $62,1 \pm 6,2\%$ de la harina de cotiledón de *N. alba.*, y Zhong *et al.* (2022) informan que las vainas de la familia de *Neltuma*, contienen un rango de 7 a 22% de proteínas. De estos valores, es importante destacar el aporte proteico de las semillas y la harina de cotiledón, ya que son partes de los frutos de *Neltuma* sub-aprovechados. A su vez, las proteínas determinadas en estas semillas (de *N. alba* y *N. chilensis*) alcanzan valores similares a las habas (23,7%) y las lentejas (25,4%) y concentraciones superiores a las reportadas en garbanzos (18,5%) (Cattaneo *et al.*, 2014). Estos alimentos son reconocidos por su aporte proteico, principalmente en dietas vegetarianas, por lo que el consumo de *Neltuma* representaría un posible reemplazo a estas proteínas vegetales.

Por último, las concentraciones de polifenoles totales determinados en semillas de *N. alba* y *N. chilensis* son inferiores a los reportados en harina de frutos de *Neltuma* spp. (1150 ± 20 mg AG/100 g de harina) y en harina del mesocarpio de *Neltuma*

spp. (180 a 410 mg GAE/100 g de harina) (Zhong *et al.*, 2022). Si bien el aporte de polifenoles de las semillas es bajo en la dieta, se ha reportado que la bioactividad y las propiedades farmacológicas asociadas con *Neltuma*, mostrando efectos anti-inflamatorios, se relacionan a la disponibilidad de estos fitoquímicos y a las interacciones proteína-compuesto fenólico presentes en su composición (Cattaneo *et al.*, 2014; Zhong *et al.*, 2022). Respecto al aporte nutricional, Padulosi *et al.* (2013) coinciden justamente en que las NUS pueden aportar grandes beneficios al sumar micronutrientes esenciales a la dieta.

Un aspecto a considerar es que la semilla de algarrobo como fuente alimentaria debe procesarse teniendo en cuenta los distintos tipos de pelado (para separar la semilla del fruto) y tipos de molienda, para obtener un producto de alta concentración proteica, evitando que se altere su composición nutricional. En el trabajo de Sáez Teuber (2006) pueden consultarse en detalle tres métodos de pelado para la extracción de cotiledón de algarrobo y la caracterización consiguiente de la harina obtenida, en tanto la cantidad de proteínas sufre alguna modificación, dependiendo de los procesos físicos o mecánicos de separación aplicados.

Respecto a los aspectos culturales de su uso, sabemos que los frutos de los algarrobo poseen valoración social y simbolismo, en tanto estudios previos de nuestro equipo (Arias Toledo *et al.*, 2007a) reflejan que son considerados por pobladores rurales como “la mejor vitamina”, un alimento que permite realizar todo un día de tareas sin consumir otra cosa, apropiado en la infancia y la madurez. Es así, también, que los algarrobo de mayor porte suelen ser conservados cuando se elimina el resto del monte y son la especie sobre la que se pudo relevar leyendas que alertarían sobre riesgos indefinidos si se la daña (“al algarrobo hay que respetarlo” “te puede pasar algo si lo cortás”). A pesar de que esto se observa con más frecuencia en el área oeste o chaqueña árida de Córdoba, que es donde se encuentra con mayor abundancia, y por parte de pobladores tradicionales, expresiones similares se registran también en otras áreas (Fernández & Martínez, 2019; Trillo & López, en prensa). Aunque en este trabajo en particular, quienes respondieron no son mayoritariamente pobladores rurales tradicionales, se observa una alta valoración del algarrobo sostenida. Las personas que, con

origen urbano que habitan áreas semirurales -el Valle de Paravachasca en este caso- conformado por personas que viven en mayor contacto con la naturaleza por elección, no por tradición, y cuyo conocimiento al respecto es proviene de libros, talleres, medios de comunicación, etc., se ajustan al fenómeno de la nueva ruralidad descrito previamente (Arias Toledo *et al.*, 2007b; Luján & Martínez, 2017; Zamar, 2022).

Con base a que nuestros resultados no muestran diferencias entre las preferencias de consumo de los habitantes de zonas rurales y urbanas, podemos inferir que el uso alimenticio de la algarroba en poblaciones neorurales aparece como un emergente, no cómo una tradición, y responde a los mismos procesos de uso de poblaciones urbanas. A la vez, es posible que el tipo de muestreo a distancia, haya producido una sub-representación de pobladores nativos en áreas rurales que, potencialmente, pudieran utilizar los productos en función de tradiciones familiares.

En tanto la falta de información aparece como principal limitante, promocionar los valores nutricionales antes descritos impactaría positivamente en la salud integral de las poblaciones, al aportar un alimento valioso que, como se dijera anteriormente, es elaborado en gran medida a nivel local, beneficiando su consumo entonces a las microeconomías.

A pesar de ser el desconocimiento el principal limitante, verificamos una tendencia creciente a su incorporación a la dieta, por lo que vemos un contrapunto entre parte de la población que dice no poseer información, pero se siente interesada en el consumo de alimentos silvestres y otra parte que ya posee mayor información y los consume activamente.

En tal sentido, que la percepción de que impacta positivamente en la salud sea una de las principales razones para su consumo, por parte de quienes los utilizan efectivamente, permite proponer que el uso alimenticio de la algarroba se ajusta al concepto de “food-medicine continuum” (continuo de alimento-medicina) (Ferreira Júnior *et al.*, 2015), que propone que, en algunas situaciones, es complejo diferenciar con claridad entre el uso alimenticio y el uso medicinal de algunas plantas, sugiriendo la existencia de un continuum entre ambas categorías. Esta percepción de la algarroba como alimento y medicina a la vez es compartida también con

pobladores tradicionales del oeste de Córdoba, que afirman consumirla “porque es la mejor vitamina” (Arias Toledo *et al.*, 2007a).

Entonces, de acuerdo a las diferentes situaciones existentes de “food-medicine continuum” planteadas por Pieroni & Quave (2006), el consumo de algarroba se ajustaría a los casos en que una planta es consumida como alimento, pero que es reconocida por las personas como capaz de producir un impacto positivo en la salud, sin especificar una enfermedad o malestar en particular a tratar, constituyendo entonces un “alimento funcional folklórico” para estas poblaciones. De acuerdo al ILSI Europa (International Life Science Institute) “un alimento puede considerarse funcional si se demuestra satisfactoriamente que ejerce un efecto beneficioso sobre una o más funciones selectivas del organismo, además de sus efectos nutritivos intrínsecos, de modo tal que resulte apropiado para mejorar el estado de salud y bienestar, reducir el riesgo de enfermedad, o ambas cosas” (Olagnero *et al.*, 2017).

Entonces, las algarrobas configurarían NUS que se encuentran en proceso de resignificación social, que comienzan a ser valoradas como alimentos funcionales folklóricos y que poseen un impacto positivo en la salud y microeconomías locales. Por otra parte, Padulosi *et al.* (2013) postulan que, aunque tienen rendimientos inferiores que los de los cultivos básicos, las NUS a menudo compensan esto con adaptaciones bióticas a las condiciones regionales, lo que los convierte en productos fiables y predecibles. Al respecto, los algarrobos que se distribuyen en la Región Chaqueña de la provincia de Córdoba tienen adaptaciones al régimen hídrico deficiente propio de la zona, garantizando fructificación abundante incluso en épocas de marcada sequía. Esta fructificación es esperada ansiosamente por pobladores y pequeños productores cabriteros del oeste provincial (Arias Toledo *et al.*, 2007a), que recolectan los frutos de árboles silvestres que se encuentran en parches de vegetación remanentes.

Sin embargo, actualmente se registran aceleradas tasas de pérdida de ambientes nativos en la provincia de Córdoba, relacionadas principalmente al avance de la frontera agropecuaria, a la urbanización y a los incendios forestales (Cabido & Zak, 1999; Gavier & Bucher, 2004; Barchuk *et al.*, 2010; Agost, 2015), quedando un remanente de, aproximadamente,

el 5% de la cobertura original (Comisión de Ordenamiento Territorial del Bosque Nativo, 2010; Agost, 2015). Esto evidentemente impacta de forma negativa en la disponibilidad de algarrobas, en sus productos derivados y, potencialmente, en la salud comunitaria y en las economías regionales. Entonces, entendiendo que los nuevos modos de habitar áreas rurales periféricas a las grandes ciudades, e incluso la ciudadanía de las grandes urbes, son permeables a incorporar prácticas de uso de origen tradicional, brindar información sólida sobre alimentos silvestres, basada en evidencia nutricional, permitiría potenciar su producción y distribución, incentivar su consumo y favorecer la economía local de la población que los comercializa, fortaleciendo, indirectamente, la soberanía alimentaria. Asimismo, en tanto la materia prima proviene de árboles silvestres y no de cultivos, su utilización implica la preservación de hábitat y revalorización de los servicios ecosistémicos de los bosques nativos. Esto redundaría, entonces, en impactos positivos para la salud de los pobladores locales, a la vez de ofrecer alternativas de producción menos lesivas a nivel ambiental que la agricultura industrial. En tal sentido, los trabajos realizados en la Estación Experimental Fernández de la Universidad Católica de Santiago del Estero, a cargo del Ing. Ewans (com. pers.; <https://youtu.be/dzW-JWOxkIE>), posicionan e impulsan fuertemente este tipo de valoración, presentando a los algarrobas como especies multipropósito por su potencial silvopastoril, maderero, forrajero, alimenticio, entre otros.

CONCLUSIONES

Surge como punto de interés sumar al uso exclusivo de las semillas en la formulación de alimentos elaborados con algarroba, por su aporte en cuanto a proteínas, a la vez que sería interesante ampliar el estudio de su composición.

Resalta que las poblaciones actuales, aún alejadas de parámetros tradicionales, son sensibles a la incorporación de alimentos derivados de la algarroba a su dieta, motivados principalmente por la percepción de que poseen un impacto positivo en la salud, configurando entonces un modelo “food-medicine continuum”, y apareciendo la falta de conocimiento como principal limitante.

En estos contextos cambiantes, la evolución del conocimiento y, en consecuencia, de las formas de relacionarse con el ambiente, están fuertemente asociados a reconversiones y resignificaciones de pautas culturales tradicionales. Entonces, en tanto especie NUS de gran potencial, brindar información consistente puede promover la conservación y sustentabilidad del cultivo de plantas silvestres alimenticias y redundar, de esa forma, en revitalizar el patrimonio alimentario local y contribuir a la salud comunitaria. Asimismo, fortalece las economías regionales e, indirectamente, la soberanía alimentaria fomentando el uso sustentable de la biodiversidad para la alimentación, a la vez de surgir como alternativa productiva de mucho menor impacto ambiental que los cultivos industrializados.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

BAT diseñó el trabajo, participó de la realización de entrevistas presenciales y virtuales, realizó análisis estadísticos y encabezó la redacción del artículo; MCC participó del diseño del trabajo, realizó encuestas virtuales, tuvo a su cargo la realización de los análisis nutricionales y participó de la redacción del artículo; MJG participó del diseño del trabajo, realizó encuestas presenciales y virtuales y participó de la redacción del artículo; FRS realizó el GLM, participó de la interpretación de resultados y de la redacción del manuscrito; LB realizó encuestas virtuales, organizó los datos originales, realizó análisis descriptivos y participó de la redacción del artículo.

AGRADECIMIENTOS

A las personas que, voluntaria y desinteresadamente, respondieron nuestras preguntas y nos permitieron llevar adelante esta investigación. A SECyT-UNC por financiar este trabajo. A quienes revisaron el manuscrito, haciendo aportes valiosos y significativos.

BIBLIOGRAFÍA

AGOST, L. 2015. Cambio de la cobertura arbórea de la provincia de Córdoba: análisis a nivel departamental

- y de localidad (periodo 2000-2012). *Rev. FCEFYN* 2: 111-123. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/FCEFYN/article/view/11502>
- ALDRIGE, A. & K. LAVINE. 2003. *Topografía del mundo social. Teoría y práctica de la investigación mediante encuestas*. Gedisa Editorial, Barcelona.
- AOCS. 2009. *Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society (5th edn.)*. AOCS Press, Champaign.
- ARIAS TOLEDO, B., S. COLANTONIO & L. GALETTO. 2007a. Knowledge and use of food and medicinal plants in two populations from the Chaco, Córdoba province, Argentine. *J. Ethnobiology* 27: 218-232.
- ARIAS TOLEDO, B., L. GALETTO & S. COLANTONIO. 2007b. Uso de plantas medicinales y consumo de alimentos silvestres según características socio-culturales en la Comuna de Los Aromos (Córdoba). *Kurtziana* 33: 79-88.
- ARIAS TOLEDO, B., L. GALETTO & S. COLANTONIO. 2009. Ethnobotanical knowledge in rural communities of Córdoba (Argentina): the significance of cultural and biogeographical factors. *J. ethnobiol. Ethnomedicine* 5: 40-48. <https://ethnobiomed.biomedcentral.com/articles/10.1186/1746-4269-5-40>
- ARIAS TOLEDO, B., C. TRILLO & M. GRILLI. 2010. Uso de plantas medicinales en relación al estado de conservación del bosque en Córdoba, Argentina. *Ecología Austral* 20: 235-246.
- BALICK, M. J. & P. A. COX. 1996. *Plants, people and culture. The science of Ethnobotany*. Scientific American Library, New York.
- BARCHUK, A. H., F. BARRI, A. H. BRITOS, M. CABIDO, J. FERNÁNDEZ, & D. TAMBURINI. 2010. Diagnóstico y Perspectivas de los Bosques en Córdoba. *Rev. HOY la Universidad* 4: 52-73.
- BODOIRA, R., Y. ROSSI, M. MONTENEGRO, D. MAESTRI & A. VÉLEZ. 2017. Extraction of antioxidant polyphenolic compounds from peanut skin using water-ethanol at high pressure and temperature conditions. *J. Superc. Fluids*. 128: 57-65. <https://doi.org/10.1016/j.supflu.2017.05.011>
- BOZAN B. & F. TEMELLI. 2008. Chemical composition and oxidative stability of flax, safflower and poppy seed and seed oils. *Bioresour Technol.* 99: 6354-6359. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2007.12.009>.
- CABIDO, M. & M. ZAK. 1999. *La vegetación del Norte de la provincia de Córdoba*. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Recursos Renovables de Córdoba, Córdoba.
- CARRILLO, C., M. M. CAVIA & S. ALONSO-TORRE. 2012. Role of oleic acid in immune system; mechanism of action; a review. *Nutr. Hosp.* 27: 978-990. <https://doi.org/10.3305/nh.2012.27.4.5783>.
- CATTANEO F., J. E. SAYAGO, M. R. ALBERTO, I. C. ZAMPINI, R. M. ORDOÑEZ, V. CHAMORRO, A. PAZOS & M. I. ISLA. 2014. Anti-inflammatory and antioxidant activities, functional properties and mutagenicity studies of protein and protein hydrolysate obtained from *Prosopis alba* seed flour. *Food Chem.* 161: 391-399. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.04.003>
- CHOQUE B., D. CATHELINE, V. RIOUX & P. LEGRAND. 2014. Linoleic acid: between doubts and certainties. *Biochimie.* 96: 14-21. <https://doi.org/10.1016/j.biochi.2013.07.012>
- COMISIÓN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL BOSQUE NATIVO. 2010. *Ley de Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos de la Provincia de Córdoba. Fundamentos*. Comisión de Ordenamiento Territorial del Bosque Nativo, Córdoba.
- FERNÁNDEZ, A. & G. J. MARTÍNEZ. 2019. Las plantas en la alimentación de pobladores rurales de los ambientes serranos de La Calera (Dpto. Colón, Córdoba, Argentina). Una perspectiva etnobotánica diacrónica. *Bonplandia* 28: 43-69. <http://dx.doi.org/10.30972/bon.2813573>
- FERREIRA JÚNIOR, W. S., L. Z. OLIVEIRA CAMPOS, A. PIERONI & U. P. ALBUQUERQUE. 2015. Biological and cultural bases of the use of medicinal and food plants. En: ALBUQUERQUE, U. P., P. MUNIZ DE MEDEIROS & A. CASAS (eds.), *Evolutionary Ethnobiology*. Springer International Publishing, Cham.
- GAVIER, G. I. & E. H. BUCHER. 2004. *Deforestación de las Sierras Chicas de Córdoba (Argentina) en el Periodo 1970-1997*. Miscelánea N° 101. Academia Nacional de Ciencias, Córdoba..
- GONÇALVES DE OLIVEIRA F. J. & M. BURANELO EGEA. 2021. Sunflower seed byproduct and its fractions for food application: An attempt to improve the sustainability of the oil process. *J. Food Sci.* 86: 1497-1510. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15719>
- GUBER, R. 2001. *La etnografía, método, campo y reflexividad*. Grupo Editorial, Norma, Bogotá.

- HERNÁNDEZ BERMEJO, E. J., Y. LABARCA & M. L. POCHETTINO. 2019. Elenco de especies marginadas e infrautilizadas (NUS). En: HERNÁNDEZ BERMEJO, J. E., M. L. POCHETTINO, F. HERRERA MOLINA, Y. LABARCA & F. TARIFA GARCÍA. *Newsletter Red CultIVA*. Editorial L.O.L.A., Buenos Aires.
- HURRELL, J. A. 2014. Urban Ethnobotany in Argentina: Theoretical advances and methodological strategies. *Ethnobiol. Conserv.* 3: 1-11. <https://doi.org/10.15451/ec2014-6-3.3-1-11>
- LUJÁN, M. C. & G. J. MARTÍNEZ. 2017. Dinámica del conocimiento etnobotánico en poblaciones urbanas y rurales de Córdoba (Argentina). *BLACPMA* 16: 278-302. <https://www.blacpma.ms-editions.cl/index.php/blacpma/article/view/185>
- MAESTRI, D., M. MARTÍNEZ, R. BODOIRA, Y. ROSSI, A. OVIEDO, P. PIERANTOZZI & M. TORRES. 2015. Variability in almond oil chemical traits from traditional cultivars and native genetic resources from Argentina. *Food Chem.* 170: 55-61
- OLAGNERO, G., C. GENEVOIS, V. IREI, J. MARCENADO & S. BENDERSKY. 2017. Alimentos funcionales: Conceptos, Definiciones y Marco Legal Global. *Dieta* 25: 33-41.
- PADULOSI, S., J. THOMPSON & P. RUDEBJER. 2013. *Fighting poverty, hunger and malnutrition with neglected and underutilized species (NUS): needs, challenges and the way forward*. Bioversity International, Rome.
- PALOMER, X., J. PIZARRO-DELGADO, E. BARROSO & M. VÁZQUEZ-CARRERA. 2018. Palmitic and Oleic Acid: The Yin and Yang of Fatty Acids in Type 2 Diabetes Mellitus. *Trends Endocrinol. Metab.* 29: 178-190. <https://doi.org/10.1016/j.tem.2017.11.009>.
- PARKER, J., A. N. SCHELLENBERGER, A. L. ROE, H. OKETCH-RABAH & A. I. CALDERÓN. 2018. Therapeutic Perspectives on Chia Seed and Its Oil: A Review. *Planta Med.* 84: 606-612. <https://doi.org/10.1055/a-0586-4711>.
- PASTOR, R., C. BOUZAS & J. A. TUR. 2021. Beneficial effects of dietary supplementation with olive oil, oleic acid, or hydroxytyrosol in metabolic syndrome: Systematic review and meta-analysis. *Free Radic. Biol. Med.* 172: 372-385.
- PIERONI, A. & C. L. QUAVE. 2006. Functional foods or food medicines? On the consumption of wild plant among Albanians and Southern Italians in Lucania. En: PIERONI, A. & L. PRICE (eds.), *Eating and healing: traditional food as medicine*, pp 101-129. Haworth Press, New York.
- SÁEZ TEUBER, C. 2006. *Estudio de tres métodos de pelado para la extracción de cotiledón de algarrobo (Prosopis chilensis Mol. Stuntz) y caracterización de la harina obtenida*. Tesis para la licenciatura en Ciencia de los Alimentos, Universidad Austral de Chile.
- SAUR PALMIERI, V., M. L. LÓPEZ & C. TRILLO. 2018. Aproximaciones etnobotánicas de las especies y prácticas de frutos nativos comestibles de la actualidad. Aportes para la interpretación del pasado prehispánico de Cerro Colorado (Córdoba, ARGENTINA). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 53: 115-133. <http://dx.doi.org/10.31055/1851.2372.v53.n1.19912>
- SALES-CAMPOS, H., P. REIS DE SOUZA, B. CREMA PEGHINI, J. SANTANA DA SILVA & C. RIBEIRO CARDOSO. 2013. An overview of the modulatory effects of oleic acid in health and disease. *Mini Rev. Med. Chem.* 13: 201-10.
- SOLAE. 2015. Código de Ética para la Investigación, la Investigación-Acción y la Colaboración Etnocientífica en América Latina. Versión Dos. *Etnobiología* 13: 15-25. <https://revistaetnobiologia.mx/index.php/etno/article/view/338>
- TORRES, G. & M. SANTONI. 1997. Los efectos de la conquista: modificación de los patrones alimentarios de la región del NOA, siglos XVI al XVIII. En: ÁLVAREZ, M. & L. PINOTTI (comp.), *Procesos socioculturales y alimentación*, pp. 61-98. Serie Antropológica, Ediciones del Sol, Buenos Aires.
- TORRICO CHALABE, J. K. & C. TRILLO. 2019. Diferencias de conocimientos, valoración y uso de cactáceas entre pobladores de Salinas Grandes y Sistema Serrano, Córdoba. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 54: 125-136. <http://dx.doi.org/10.31055/1851.2372.v54.n1.23590>
- TRILLO, C. & M. L. LÓPEZ. En prensa. Continuidad histórica y transformación del uso de plantas alimenticias tras el contacto español en el norte de Córdoba, Argentina. *Revista Andes*.
- VANDEBROEK, I., V. REYES-GARCÍA, U. P. DE ALBUQUERQUE, R. BUSSMANN & A. PIERONI. 2011. Local knowledge: Who cares? *J. Ethnobiol. Ethnomedicine* 7: 35-41. <https://doi.org/10.1186/1746-4269-7-35>
- ZAMAR, A., & C. TRILLO. 2022. Influencia de los actores sociales en la circulación comercial de especies vegetales en ferias y mercado de la ciudad de Córdoba (Argentina) y sus alrededores. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 57: 463-480. <https://doi.org/10.31055/1851.2372.v57.n3.37506>

ZHONG J., P. LU, H. WU, Z. LIU, J. SHARIFI-RAD,
W. N. SETZER & H. A. R. SULERIA. 2022.
Current Insights into phytochemistry, nutritional, and

pharmacological properties of *Prosopis* plants. *Evid.
Based Complement. Alternat. Med.* 2022: 2218029.
<https://doi.org/10.1155/2022/2218029>



GRAMÍNEAS SILVESTRES Y SU UTILIZACIÓN ANTRÓPICA. EL CASO DEL GÉNERO *BROMUS* EN DOS AMBIENTES HÚMEDOS DEL SUR DEL CONO SUR

WILD GRASSES AND THEIR ANTHROPIC USE. THE CASE OF THE GENUS *BROMUS*
IN TWO HUMID ENVIRONMENTS IN THE SOUTH OF THE SOUTHERN CONE


Valeria Elichiry¹  & Maria G. Musaubach² 


1. CONICET, Área de Arqueología y Antropología, Área de Museos Necochea. Buenos Aires, Argentina
2. Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales (UNJu), San Salvador de Jujuy, Argentina – Instituto de Ecorregiones Andinas (CONICET/UNJu), San Salvador de Jujuy, Argentina – Instituto de Geología y Minería (UNJu), San Salvador de Jujuy, Argentina

*valeriaelichiry@gmail.com

Citar este artículo

ELICHIRY, V. & M. G. MUSAUBACH. 2023. Gramíneas silvestres y su utilización antrópica. El caso del género *Bromus* en dos ambientes húmedos del sur del Cono Sur. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 58: 285-308.

 DOI: <https://doi.org/10.31055/1851.2372.v58.n2.39607>

Recibido: 2 Dic 2022
Aceptado: 5 Abr 2023
Publicado impreso: 30 Jun 2023
Editora: Norma Hilgert 

ISSN versión impresa 0373-580X
ISSN versión on-line 1851-2372

SUMMARY

Background and aims: *Bromus* is a paradigmatic genus among wild grasses related to people. Its knowledge contributes to the issue of use and consumption of wild grasses from the human settlement in the South of the Southern Cone to the present. We focus on humid environments in the central sector of Argentina (humid Pampean sub-region) and Chile (Central and Central-South), ranging from the Pacific to the Atlantic. Aims: To discuss the scope and limitations in the investigation on different relationships established between people and grasses in the cited regions To characterize the relevance of grasses study. Particularly, *Bromus* genus, by synthesizing the current state of their knowledge.

M&M: Through a bibliographic compilation, we reviewed the discussion on the use of grasses in the past and developed a database that systematizes information from different sources of evidence (botanical, ethnobotanical and archaeological) regarding *Bromus* spp. We also present microphotographs of redundant and characteristic phytoliths and starch grains.

Results and conclusions: In archaeological contexts, wild grasses are associated with room flooring, different technologies, stylistic features and potentially linked to alimentation. From the ethnobotanical records, more dimensions are added: toponymy, textiles, preparation and consumption practices and their material referents. Finally, *Bromus* spp. phytoliths assemblage and starch grains have distinctive characteristics.

KEY WORDS

Archaeobotany, archaeology of food, Argentinian Pampean region, *Bromus mango*, central Chilean region, ethnobotany.

RESUMEN

Introducción y objetivos: *Bromus* es un género paradigmático entre las gramíneas silvestres vinculadas a las personas. Su conocimiento aporta al tema de la utilización y consumo de gramíneas silvestres desde el poblamiento humano del sur del Cono Sur hasta la actualidad. Nos centramos en ambientes húmedos del sector central de Argentina (subregión Pampa Húmeda) y Chile (Central y Centro-sur), abarcando desde el Pacífico hasta el Atlántico. Objetivos: Discutir los alcances y limitaciones en la indagación sobre distintas relaciones establecidas entre las personas y las gramíneas en los espacios referidos. Caracterizar la relevancia del estudio de las gramíneas y, en particular, del género *Bromus* sintetizando el estado actual de su conocimiento.

M&M: Mediante una recopilación bibliográfica reseñamos la discusión sobre la utilización de gramíneas en el pasado y desarrollamos una base de datos que sistematiza información de distintas fuentes de evidencia (botánica, etnobotánica y arqueológica) con respecto a *Bromus* spp. También, realizamos una descripción de los fitolitos y granos de almidón redundantes y característicos del conjunto.

Resultados y conclusiones: En los contextos arqueológicos las gramíneas se encuentran asociadas a acondicionamientos de pisos de habitación, a diversas tecnologías, a aspectos estilísticos y potencialmente vinculadas con la alimentación. Desde los registros etnobotánicos se agregan más dimensiones: toponimia, textilera, prácticas de preparación y consumo y sus referentes materiales. Por su parte, los microindicadores del género *Bromus* poseen características particulares.

PALABRAS CLAVE

Arqueobotánica, arqueología de la alimentación, *Bromus mango*, etnobotánica, región central chilena, región Pampeana argentina.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo, con perspectiva arqueobotánica, indaga sobre diferentes aspectos en torno a *Bromus* L. (Poaceae: Pooideae: Poaeae), uno de los géneros de gramíneas nativas de Sudamérica, que incluye a la especie domesticada *Bromus mango* E. Desv. (Zuloaga, 2012). Las cebadillas criollas resultan paradigmáticas en discusiones arqueológicas enfocadas principalmente en aspectos alimenticios ya que algunas especies se destacan por sus propiedades nutricionales (Matthei, 1986; Schmeda Hirschman *et al.*, 1999; Covas *et al.*, 2005). Incluso, se vinculan con procesos de domesticación vegetal y manejo de cereales nativos (Musaubach, 2014; Musaubach & Plos, 2015).

El estudio del potencial de las gramíneas silvestres como alimento de grupos cazadores recolectores ha tomado especial relevancia durante las últimas décadas en la arqueología argentina y chilena (por ejemplo, Babot *et al.*, 2007; Tassara & Osterrieth, 2008; Zucol & Bonomo, 2008; Musaubach *et al.*, 2010; Musaubach & Plos, 2010; Musaubach, 2014; Adán *et al.*, 2016; Ciampagna & Mange, 2017; Mazzia & Elichiry, 2018; Planella *et al.*, 2018; Roa *et al.*, 2018; Musaubach & Babot, 2019). Aquí, desarrollamos una síntesis de la información proveniente de investigaciones arqueológicas, botánicas y etnobotánicas. Nos enfocamos en referencias con respecto a las gramíneas y, en particular a *Bromus*.

Dado que se han realizado estudios similares en ambientes áridos (Ciampagna, 2014; Musaubach & Plos, 2015; Babot *et al.*, 2017; Musaubach & Babot, 2019), en este aporte, anclamos la discusión en dos ambientes húmedos del Cono Sur: la subregión Pampa Húmeda de Argentina y las regiones Central y Centro-sur de Chile (Fig. 1). Asimismo, el foco se sitúa en la subregión Pampa Húmeda (sudeste de la región Pampeana, incluyendo sectores serranos e interserranos de los partidos de Tandil, Lobería, Benito Juárez y Necochea).

La inclusión de sectores de Chile se fundamenta en que a lo largo de la historia, previamente a la consolidación de los estados nacionales, la cordillera de los Andes no siempre funcionó como una barrera para las comunidades. En momentos más tempranos, las continuidades se vinculan con similitudes tecnológicas o entre los contextos arqueológicos (por ejemplo, Núñez *et al.*, 1994; García, 2000; Flegenheimer & Mazzia, 2013; Flegenheimer &

Cattaneo, 2014). En momentos tardíos, desde la arqueología y la etnohistoria se reconocen vínculos e incluso una unidad territorial y cultural de ese sector que, según la propuesta de Berón *et al.* (2017), dichos vínculos se remontan a 2000 años atrás y se intensifican entre los siglos XVII y XIX (Mazzanti, 2007; Bechis, 2010; Salazar Siciliano & Berón, 2013). Asimismo, naciones y comunidades indígenas, como la mapuche, reconocen la unidad territorial, histórica y étnica que denominan *Wall-Mapu*. Además, la mayor cantidad de evidencias con respecto a la utilización y domesticación de *Bromus* spp. se encuentra en sitios arqueológicos del actual territorio chileno.

La familia Poaceae

La familia de las gramíneas, con 10.000 especies, se distribuye prácticamente en todos los ambientes del mundo (Watson & Dallwitz, 1992). En Argentina se hallan unos 180 géneros y alrededor de 1200 especies nativas y naturalizadas y 202 especies endémicas (Zuloaga & Morrone, 1996; Zuloaga *et al.*, 1999). En Chile, en un trabajo reciente (Finot, 2022), se reconocen 118 géneros y 510 especies, la mayoría de ellas son nativas y 70 son endémicas.

A esta familia pertenecen los cereales más cultivados en el mundo: trigo, arroz, maíz, cebada, centeno y avena, entre otros. Su importancia económica y alimenticia es ampliamente reconocida en el presente. Constituyen alimentos de alto valor nutricional, son fáciles de almacenar y transportar por su bajo contenido en agua, tienen amplia tolerancia a climas diversos y bajos requerimientos hídricos (Planella *et al.*, 2005; Pochettino, 2015). Además, las gramíneas se incluyen entre los primeros taxones de plantas cultivadas, con historias de más de 10.000 años.

El género *Bromus* (cebadillas) está conformado por hierbas con granos potencialmente alimenticios, y en algunos casos con evidencia de proveer un gran aporte nutricional (Schmeda Hirschman *et al.*, 1999; Covas *et al.*, 2005). Incluso, para los sectores centro y sur de Chile existen múltiples evidencias etnográficas y documentales tempranas que refieren a la utilización y domesticación de gramíneas nativas, entre ellas *Bromus mango* (De Angelis, 1837; Gay, 1865; Medina, 1917; Baeza, 1920; De Mosbach, 1920; Parodi, 1935; Parodi & Cámara Hernández, 1964; Parodi, 1966; Cruz, 1972). Además, *broma*, palabra de la que proviene *Bromus*, en griego significa alimento (Matthei, 1986). En la fito-región pampeana argentina es uno de los géneros de gramíneas más frecuentes y

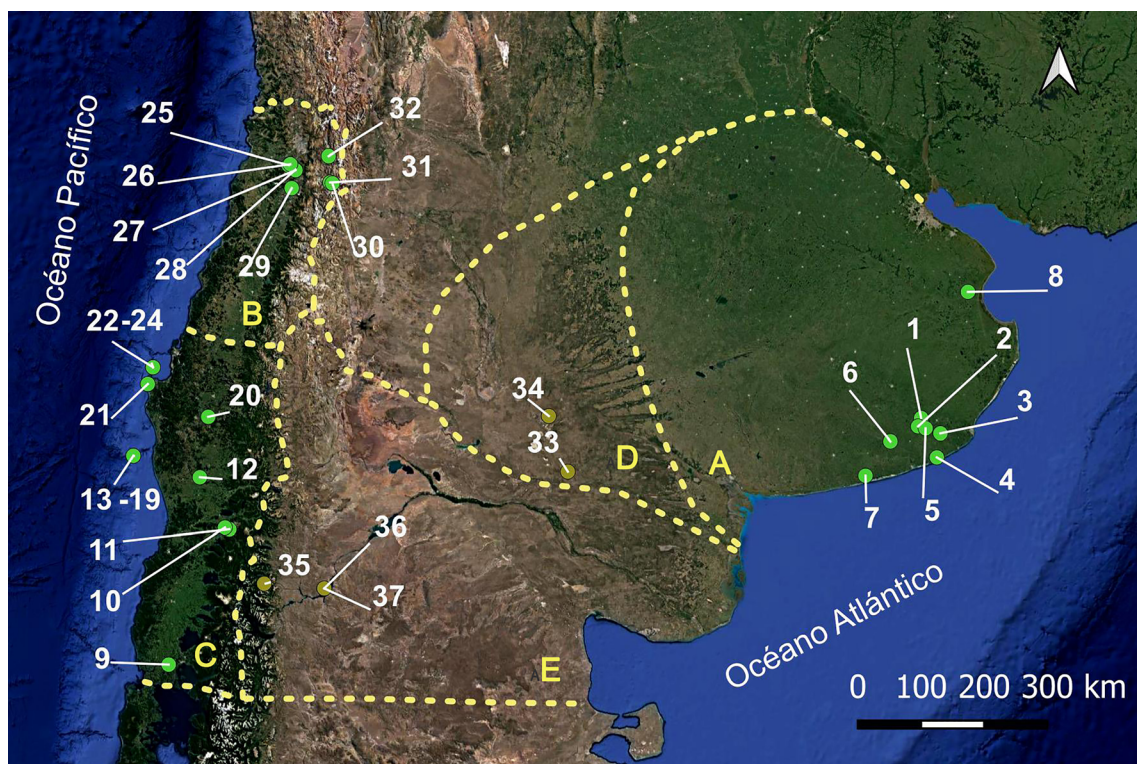


Fig. 1. Área de estudio en el sur del Cono Sur indicando subregiones y sitios arqueológicos con evidencias de gramíneas. **A:** Pampa Húmeda argentina. **B:** Chile Central. **C:** Chile Centro-sur. **D:** Pampa Occidental argentina. **E:** Norpatagonia argentina. 1: Sitio arqueológicos Cerro El Sombrero Cima; 2: La China 1; 3: La Amalia, Sitio 2; 4: Nutria Mansa; 5: Lobería 1; 6: Zanjón Seco; 7: El Guanaco 2; 8: La Guillerma, Sitio 1; 9: Monte Verde II; 10: Los Chilcos; 11: Alero Marifilo I; 12: Villa JMC 1; 13: P5-1; 14: P31-1; 15: P29-1; 16: P12-1; 17: P22-1; 18: P23-2; 19: P25-1; 20: Cueva de los Catalanes; 21: El Arenal 1; 22: SM29; 23: SM30; 24: SM44; 25: VP1; 26: VP5; 27: CK11; 28: CK10; 29: La Granja; 30: Holoceno; 31: El Plomo; 32: Las Morrenas 1; 33: Chenque 1; 34: Tapera Moreira; 35: Cueva Parque Diana; 36: Cueva Epullán Chica; 37: Cueva Epullán Grande. Referencias= en verde, sitios en sectores húmedos; en amarillo, sitios en sectores áridos-semiáridos.

uno de los principales constituyentes invernales de las pasturas (Osterrieth *et al.*, 2008), aspecto que permite pensar en su disponibilidad en momentos de escasez de otras opciones alimenticias.

Este trabajo tiene como objetivo discutir los alcances y limitaciones en la indagación sobre distintas relaciones establecidas entre las personas y las gramíneas en los espacios referidos. Caracterizamos la relevancia del estudio de las gramíneas, y en particular del género *Bromus*, sintetizando el estado actual de su conocimiento. Para ello desarrollamos una sistematización de información proveniente de la arqueología y de otras fuentes documentales

para relevar las especies y géneros vinculadas a las personas y las materialidades asociadas. A su vez, presentamos una base de datos de las especies nativas del género *Bromus* en la región Pampeana. Desarrollamos aspectos sobre su descripción botánica para pensar en la disponibilidad y la distribución natural, así como en los momentos de crecimiento y fructificación para la obtención del fruto o de sus otras partes útiles. También, relevamos las denominaciones botánicas aceptadas y sus sinonimias como aporte para unificar y organizar la información publicada. Asimismo, presentamos información sobre usos y valoraciones actuales de las gramíneas nativas.

Finalmente, aportamos nueva información vinculada a la potencialidad de la identificación taxonómica del género *Bromus* en el registro arqueológico.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la revisión arqueológica, se recopilaron y sistematizaron publicaciones de revistas científicas referidas a la subregión Pampa Húmeda (11) y a las áreas Central y Centro-sur de Chile (13) que mencionan evidencias de gramíneas, macroscópicas o microscópicas. En la selección se excluyeron trabajos que aluden a una misma evidencia, ya mencionada en publicaciones de igual/es autoría/s, aunque en algunos casos estas otras publicaciones se retoman en la discusión. La bibliografía botánica fue consultada para caracterizar la distribución de las especies del género *Bromus*, nativas de la región Pampeana, que fue reformulada a partir de bibliografía (Gutiérrez & Pensiero, 1998; Alonso *et al.*, 2009). También, para realizar la descripción botánica y la fenología de esas mismas especies. En este caso, la información fue obtenida de la Flora Argentina (Zuloaga, 2012) y de otros autores citados respectivamente. Toda la información que sistematiza la descripción botánica y fenología corresponde a Zuloaga (2012) excepto en los casos que se menciona otra. Por su parte, las fuentes documentales funcionan como punto de partida para pensar en la elección humana en torno a ciertos géneros o especies vegetales dentro de todas las opciones disponibles y, en algunos casos, permiten desarrollar expectativas con respecto a las materialidades asociadas (*sensu* Ingold, 2007: materiales y prácticas). En este caso presentamos información sobre gramíneas, en general, y el género *Bromus* y sus especies, en particular, que proviene de fuentes documentales editadas que refieren a los territorios de interés para este trabajo. Las fuentes consultadas incluyen viajeros, militares, botánicos, sacerdotes, historiadores y etnógrafos (Gay, 1865; Cavada, 1914; Medina, 1917; Parodi, 1935; Muñoz, 1944; Ragonese & Martínez Croveto, 1947; Parodi & Cámara Hernández, 1964; Wormald Cruz, 1972; Kunkel, 1984; Matthei, 1986, 1995; Erize, 1989; De Mosbach, 1992; Mansilla, 1993; Steibel, 1997; Hux, 1999) y una publicación actual que alude

a un conquistador de Chile (Pérez *et al.*, 2013). No obstante, la información de algunas de ellas ya ha sido publicada por distintas/os autoras/es por lo que, en esos casos, citamos tanto la fuente original como la bibliografía arqueológica que se ha referido a ella. Para su análisis seguimos la propuesta teórico-metodológica de Nacuzzi & Lucaioli (2011). En este sentido, los discursos de las fuentes textuales fueron analizados mediante una actitud de sospecha, buscando tanto información explícita como indicios que subyacen en torno a la utilización de las plantas.

Desde el año 2017 la primera autora ha desarrollado distintos proyectos de investigación con interés etnobotánico en un sector de la subregión Pampa Húmeda (sudeste). En ese contexto, en el 2017 realizamos entrevistas semi-estructuradas y dirigidas a 10 personas, de entre 21 y 66 años, que habitan o visitan regularmente Necochea-Quequén, elegidas por conocer que poseían proyectos o prácticas vinculadas a la recolección de plantas. En el período 2018-2023 desarrollamos entrevistas etnográficas (*sensu* Guber, 2001 y Achilli, 2005) en dos grupos sociales. Por un lado, productores/as hortícolas en transición a la agroecología en Necochea y Quequén (10 personas de entre 28 y 36 años). Por otro lado, personas, colectivos u organizaciones que se encuentran desarrollando proyectos que involucran la recolección, utilización de plantas nativas y silvestres o puesta en valor de ellas en Necochea-Quequén, Lobería y Tandil (16 personas de entre 25 y 57 años). Si bien la indagación incluye más aspectos, en este caso destacamos los conocimientos y usos relevados sobre las gramíneas nativas.

Por último, presentamos los fitolitos y granos de almidón redundantes y característicos de *Bromus* spp. Entendemos que la investigación en torno a este género requiere considerar a dichos microindicadores como un conjunto para incrementar la posibilidad de identificación taxonómica en las muestras arqueológicas. En este sentido presentamos microfotografías que ilustran a los conjuntos, obtenidas de la Tesis Doctoral inédita de la segunda autora.

La extracción de los silicofitolitos se realizó mediante la técnica de calcinación en seco, llevándolas a 600 °C por 5 hs. Los preparados de cenizas se montaron en aceite de inmersión y se

describieron en un microscopio Nikon Eclipse E200 a 400x, equipado con cámara fotográfica digital. En el caso de los granos de almidón, para el estudio detallado de las características morfológicas se usaron cariopses maduros que fueron rehidratadas en agua destilada durante dos a tres días, previo al muestreo. Los cariopses se cortaron con una hoja de afeitar y fueron raspados suavemente con una aguja histológica sobre el portaobjetos y, luego, se montaron en una solución de agua/glicerina. Los granos de almidón fueron examinados y fotografiados con luz polarizada y no polarizada a 400X. Las mediciones se llevaron a cabo en 50 granos simples por especie utilizando el software Micrometrics SE Premium (Musaubach, 2014).

Para describir los caracteres de los granos de almidón se siguieron los criterios del ICSN (2011); en el caso de las morfologías fitolíticas se presentan las denominaciones según Musaubach (2014) y las sinonimias de acuerdo a los códigos de nomenclatura regidos por el ICPN 1.0 (Madelá *et al.*, 2005) y el ICPN 2.0 (ICPT, 2019).

RESULTADOS

Las gramíneas y el género Bromus en el registro arqueológico de ambientes húmedos del centro del Cono Sur sudamericano

Del análisis de la bibliografía arqueológica obtuvimos una síntesis sobre el conocimiento existente en torno al vínculo entre los humanos y las gramíneas (Tablas 1 y 2).

En la sub-región Pampa Húmeda argentina observamos ocho sitios arqueológicos y diversos sitios superficiales en dos microrregiones (Río Salado y curso medio del Río Quequén Grande), en donde se han hallado evidencias de gramíneas. Sólo en un caso se pudo identificar a nivel de género (*Chusquea* Kunth) (Tabla 1). En el caso de Chile (Tabla 2), los sitios son veinticuatro, y hallamos una referencia a escala territorial mayor que el sitio, aludiendo a los Valles de Purén y de Lumaco; los géneros identificados son cuatro (*Bromus*, *Chusquea*, *Panicum* L. y *Polypogon* Desf.).

Las fuentes documentales

Con respecto a las gramíneas en general, recuperamos topónimos mapuche de la región

Pampeana presentados por Erize (1989) (Tabla 3). El mismo autor, indica otras palabras asociadas a gramíneas, aunque no ofrece una referencia espacial. Presentamos aquellas que pueden vincularse con gramíneas nativas de la Pampa Húmeda (Tabla 3).

En el caso del género *Bromus*, en la Tabla 4 presentamos las fuentes que referencian a cada especie en la bibliografía relevada. Sólo hallamos información sobre algunas especies: menciones genéricas a *cebadillas*, a ambas variedades de *Bromus catharticus* Vahl y múltiples referencias sobre *B. mango*. En la tabla indicamos la sinonimia (tanto científica como vernácula e indígena) de cada una de ellas, según la bibliografía relevada. Con ello buscamos lograr una correcta vinculación entre la información publicada y la aquí presentada. A partir de lo presentado, destacamos algunos aspectos que consideramos relevantes. Con respecto a *Bromus catharticus* var. *catharticus*, se observan usos alimenticios y medicinales. En el caso de *Bromus catharticus* var. *rupestris* (Speg.) Planchuelo & P.M. Peterson, las referencias también indican usos medicinales y alimenticios, incluyendo prácticas culinarias: en pan, como harina en comidas con agua fría o caliente, o cruda. En los cultivares de ambas especies, hoy presentes en la región Pampeana, se menciona que una producción promedio de 1300 kg de semilla/ha (Covas *et al.*, 2005). Además, con respecto a la información nutricional, Musaubach (2014) retoma a Covas *et al.* (2005), quienes indican muy buenas propiedades para *Bromus catharticus*. Schmeda-Hirschmann *et al.* (1999) reportan valores de proteína (14%) y carbohidratos (79%) cada 100g de peso seco, similares a los de trigo e identifican ácido aconítico y ácido oleico y linoleico -ambos beneficiosos para el sistema circulatorio- y linolenico en un 67% del total.

En el caso de las referencias genéricas a cebadillas es interesante profundizar en la descripción que desarrolla Erize (1989) para la práctica de tostado y fabricación de harina. Indica que los granos se tuestan, en vasijas con mitad de arena y mitad de granos expuestas al fuego. Cuando la arena se torna ardiente sacan la vasija del fuego para evitar quemar los granos y revuelven para emparejar el calor. Luego se sacude el recipiente (movimiento rotatorio y oscilatorio) y como la arena es más pesada cae y se separa. Luego, los granos se ponen en la piedra de moler sobre cuero y se toma una

Tabla 1. Evidencias de gramíneas en sitios arqueológicos, materialidades asociadas e interpretación, presentes en bibliografía arqueológica de región Pampa Húmeda argentina.

Temporalidad	Microrregión o sector	Sitio arqueológico	Evidencia	Materialidad asociada	Interpretación	Bibliografía
Pleistoceno y Holoceno temprano	Centro-este de Tandilia	Cerro El Sombrero Cima	Fragmentos de epidermis	Piedra discoidal	Probablemente refiera al ambiente	Fliegenheimer <i>et al.</i> (2013)
	Este de Tandilia	La Amalia Sitio 2	Fitolitos gramínoideos (Subf. Panicoidae)	Horizonte quemado	Acondicionamiento del suelo	Mazzanti (2002); Zucol <i>et al.</i> (2002)
Holoceno medio	Llanura interserrana	El Guanaco 2	Silicofitolitos de células largas de epidermis de gramíneas y almidones afines a <i>Bromus brevis</i>	Una mano y un molino líticos	Procesamiento de tejidos vegetales almacenadores de almidones como raíces o semillas. Probablemente alimenticio	Babot <i>et al.</i> (2007)
	Microrregión del Salado	La Guillerma Sitio 1	Fragmentos de caña quemada (<i>Chusquea</i> sp.) y fragmentos de rizoma reservante con granos de almidón	Nivel artificial del sitio	<i>Chusquea</i> sp. como evidencia extrarregional que indica intercambios o movimientos hacia el oeste	González (1991, 2005)
	Centro-este de Tandilia	La China 1	Almidones afines a poaceas	Molino de mano lítico	Procesamiento de tejidos vegetales almacenadores de almidones como raíces o semillas	Babot <i>et al.</i> (2007)
	Este de Tandilia	Lobería I	Fitolitos arundinoide-danthonoide entre cuyas especies se encuentran hierbas y cañas de mediano porte	Niveles de suelo	Acondicionamiento del suelo	Mazzanti <i>et al.</i> (2010)
Holoceno tardío	Curso medio del Río Quequén Grande	Distintos sitios superficiales y Zanjón Seco	Fitolitos aislados, articulados y conformando agregados, algunos asociados a gramíneas C ₄ (estrobilolita y doliolita) y a C ₃ (halteriolita). En bases y manos, morfotribus: Prismatolita, Estrobilolita, Halteriolita, Doliolita, Acuelolita, Braquiolita y Flabeliolita, en orden de abundancia, para la parte activa. En la pasiva, escasos Prismatolita y muy escasos Acuelolita y Estrobilolita	Artefactos de molienda	Resultados preliminares	Osterrieth & Tassara (2005); Tassara & Osterrieth (2008)
	Microrregión del Salado	Distintos Sitios	Fitolitos asociados a gramíneas, Panicoides y Chloridoideas	En sedimentos de sitios	Vinculados a aprovechamientos diversos de vegetales por parte de los grupos humanos. Observan usos etnográficos actuales de Carrizo.	González & Frère (2019)

Tabla 2. Evidencias de gramíneas en sitios arqueológicos, materialidades asociadas e interpretación, presentes en bibliografía arqueológica de Chile (Central y Centro-sur).

Temporali- dad	Región y sector	Sitio arqueológico	Evidencia	Materialidad asociada	Interpretación	Bibliografía
Arcáico (Pleistoceno y Holoceno temprano)	Centro-sur (septentrional, cuenca del Chinchihuapi)	Monte Verde II	<i>Chusquea coleu</i> , <i>C. tenuiflora</i> y <i>C.</i> <i>quila</i> , <i>Polypogon</i> sp., <i>Panicum</i> <i>urvilleanum</i>		Usos alimenticios y constructivos.	Dillehay (1997)
	Centro-sur (en cercanía del Lago Calafquén)	Alero Marifilo 1	9 cariopses carbonizados de distintos tipos de Poaceae		Alimenticio	Mera & García (2004); Solari <i>et al.</i> (2004); Lehnebach <i>et</i> <i>al.</i> (2008)
Arcáico	Centro-sur (en cercanía del Lago Calafquén)	Alero Marifilo 1	Dos cariopses carbonizados de <i>Bromus</i> cf. <i>unioloides</i> y uno de Poaceae		Alimenticio; panes por analogía etnográfica	Mera & García (2004); Solari <i>et al.</i> (2004); Lehnebach <i>et</i> <i>al.</i> (2008)
	Central (este de la ciudad de Santiago)	Holoceno, El Plomo y Las Morrenas 1	Macrorrestos de gramíneas (cariopses carbonizadas)	Cultigenos iniciales	Alimenticios, también vinculados con posible contaminación por "dung" de camélidos	Planella <i>et</i> <i>al.</i> (2011)
Alfarero temprano	Centro-sur (en cercanía del Lago Calafquén)	Alero Marifilo 1	14 cariopses carbonizadas de <i>Bromus</i> cf. <i>unioloides</i> y 11 de Poaceae (probablemente <i>Chusquea</i> sp.)		Alimenticio; panes por analogía etnográfica	Mera & García (2004); Solari <i>et al.</i> (2004); Lehnebach <i>et</i> <i>al.</i> (2008)
	Centro-sur (en cercanía del Lago Calafquén)	Los Chilcos	Gramíneas sin identificar	Vasijas funerarias	Asociadas a cultivos tempranos	Adán & Reyes (2000)
	Centro-sur	Cueva de los Catalanes	Microrestos vegetales de tallos y hojas de gramíneas	Fogones	Menor procesamiento alimenticio de cereales silvestres que en Alfarero tardío por la menor proporción de células de inflorescencias	Roa Solís & Zurro (2022)

Temporali- dad	Región y sector	Sitio arqueológico	Evidencia	Materialidad asociada	Interpretación	Bibliografía
Alfarero temprano y tardío	Central (al norte de la ciudad de Santiago)	Estero de los Valles 04	13 microfósiles de Poaceae no domesticadas	En porosidades de piedras tacitas	Piedras tacitas y su uso enmarcadas en actividades comunitarias con contenidos simbólico- sociales y propiciatorios, en grupos cazadores recolectores y horticultores	Planella <i>et al.</i> (2010)
	Central y Centro-sur	La Granja, CK10, CK11 VP1, VP5 (Central); Villa JMC1 (Centro-sur)	Poaceae a partir de evidencias de microfósiles y químicas	En artefactos asociados a prácticas fumatorias	Iniciadoras de fuego, para la limpieza y mantenimiento de las pipas o utilizadas en la manufactura de los orificios. Tampoco se descarta la posibilidad de contaminación.	Planella <i>et al.</i> (2018)
Alfarero tardío	Centro-sur	Cueva de los Catalanes	Gran presencia de células dendríticas	Fogones	Se asocian a inflorescencias y hollejos de cereales silvestres, y las vinculan con una mayor utilización de los mismos	Roa Solís & Zurro (2022)
	Centro-sur (Isla Mocha)	Sitios P5-1; P31-1; P29-1; P12-1; P22-1; P23-2; P25-1	Macrorrestos de Poaceae (en todos) y <i>Bromus</i> spp. silvestres (menos en P12-1)	Algunos asociados a estructuras de combustión	Vinculada a evidencias de cultígenos	Roa <i>et al.</i> (2018)
	Centro-sur (Isla Santa María)	Sitios SM29; SM30; SM44	Semillas carbonizadas de Poaceae		Asociadas a otras semillas de vegetales silvestres y cultivados	Massone <i>et al.</i> (2009)
	Centro-sur (Valles de Purén y de Lumaco)	Varios sitios	<i>B. mango</i> (mango), <i>B.</i> <i>stamineus</i> (lanco) y <i>B.</i> <i>berterianus</i> (teca)		Vinculados a evidencias de cultígenos y a especies silvestres	Dillehay & Saavedra Zapata (2010)
	Centro-sur	El Arenal 1	Probablemente mango y/o teca		Asociada a evidencias de cultígenos	Quiroz <i>et al.</i> (2006)

Tabla 3. Información etnobotánica sobre gramíneas presente en Erize (1989).

Referencias	Denominaciones mapuche	Plantas o partes de plantas asociadas	Usos
Topónimos	Lin Calel	Paja ratonera	Techumbre
	Claromeco	Junco/junquillo	
Otras denominaciones	Cüna	<i>Scirpus giganteus</i> y otras pajas (cortadera, totora, ratonera)	Fibras para sogas, techumbre y medicinal
	Hualümraqui	<i>Paspalum vaginatum</i>	Medicinal
	Ümi	Filamentos que envuelven a algunos granos de gramíneas	
	Viri	Especie de avena silvestre	Esteras
	Ngürücülen	<i>Stipa bicolor</i>	

mano que se agarra de las dos puntas. La harina se guarda en bolsas Yapag (alforja de cuero de animal joven) que se cuelga de la cintura.

El caso del domesticado Bromus mango

Como mencionamos, las fuentes que refieren al actual territorio chileno brindan mucha información con respecto a esta especie, aunque no hay evidencias sobre su cultivo en la región Pampeana y según Gutiérrez & Pensiero (1998) la distribución actual sigue siendo cordillerana. Tales fuentes son las que se observan en las últimas dos columnas de la Tabla 4.

De toda esa información alcanzamos la siguiente síntesis: esta especie, no exige terrenos buenos. Es bianual; inicialmente se usaba como forraje. Su rendimiento es bueno, alcanza de 1,5 a 1,9 m y produce 40 a 50 cañas, cada una con una espiga que contiene de 70 a 100 granos. Era utilizada en la alimentación cotidiana. Un celemín (equivale a 4,5 kg) bastaba para la mantención diaria de ocho personas. Hacían harina con los granos tostados al sol y molidos en piedra con mortero o con los pies, bailando. Con la harina preparaban un pan sin levadura llamado covque o cofque, que era cocinado asado o frito. También hacían preparaciones con agua fría o caliente, chicha -bebida fermentada- y "matecito para los chiquitos". Se le reconocen propiedades purgantes.

Se siembra en febrero y marzo y se cosecha en noviembre, cuando los granos están todavía verdes, poniéndolos al sol para concluir su madurez. Se reconoce como cultivado sólo desde la cordillera hacia el oeste, sobre todo, en las regiones Bío Bío, Concepción y Temuco. En la época colonial en

Chiloé se cultivaba mucho y trabajaban muchas personas en él. Para 1837, Gay sólo la encuentra en dos chacras en Chiloé. Toma muestras y las dibuja el Sr. Riocreux para su Atlas Botánico. En 1915 el naturalista alemán Johow se entera que un chileno llamado Santos Contreras cultivaba mango. Los granos los había juntado de una playa de Arauco. Incluso, se menciona que Johow propagó granos a gran escala en Temuco. La información recopilada alcanza sólo hasta esa fecha.

Actualmente, en la página oficial del Sistema de Información de Biodiversidad de Parque Nacionales (<https://sib.gob.ar/especies/Bromus-mango>), figura en sectores de Chile y en Neuquén (Argentina).

Usos actuales de gramíneas y del género Bromus

Sobre el grupo entrevistado en 2017, observamos que ninguna de las diez personas aludió a gramíneas. En el período 2018-2022, las diez personas del primer grupo tampoco lo hicieron. En el segundo, de 16, seis indicaron alguna práctica relacionada con las gramíneas.

En Necochea, un profesor y militante socioambiental en el marco de un proyecto colectivo de revalorización de nativas, iniciado en 2021, plantó *Panicum urvilleanum* Kunth y *Amelichloa brachychaeta* (Godr.) Arriaga & Barkworth, con el fin de comenzar una restauración del paisaje nativo en un barrio y así, promover la educación ambiental. La segunda persona entrevistada es un profesor de biología y miembro de la comunidad scout de Necochea. Él identifica 32 especies nativas del actual territorio argentino, presentes en la región Pampeana, y dentro de ellas, ocho son gramíneas: *Amelichloa*

Tabla 4. Referencias sobre distintas especies del género *Bromus* y sobre cebadillas en fuentes documentales.

	Cebadilla	<i>Bromus catharticus</i> var. <i>catharticus</i>	<i>Bromus catharticus</i> var. <i>rupestris</i>	<i>Bromus mango</i>
Mayormente mencionada en la bibliografía como	Cebadilla	<i>Bromus unioloides</i>	<i>Bromus brevis</i>	<i>Bromus mango</i>
Denominaciones indígenas	Lancu	Lanco, lancu	Lancu	Mango, mangu, magu, mere
Denominaciones vernáculas	Cebadilla, yerba o hierba de los perros	Cebadilla, cebadilla criolla, cebadilla australiana, Triguillo, Yerba del perro, Pasto ilanco, Rescue grass	Cebadilla	Pasto indígena; un centeno que tenían antes de los españoles; cebadilla; trigo araucano.
Referencias en fuentes documentales	Mansilla (1993), en base a escritos de Mansilla de 1870 sobre ranqueles	Presente en Río Cuarto (1947) que refiere a Maurizio (1932) y Tapia (Musaubach, 2014)	Steible (1997) refiere a Luis de la Cruz que conversa con ranqueles en 1806 (Tapia & Charlin, 2004; Musaubach, 2014)	Gay (1865) refiere al Inca Garcilazo de la Vega
	Medina (1917) cita a distintos viajeros que la nombraron para Chile: Marino de Lobera, Rosales, Pedro de Oña; Alvarez de Toledo; Lenz, Philippi. Erize (1989)	Gran virtud medicinal para heridas y purgante	de Mosbach (1992) Sacerdote que arriba a Chile en 1920 (Musaubach, 2014)	Wormald Cruz (1972) que refiere a Pedro de Valdivia (1545 y 1551), Friedrich Richard Adelbart Johow Biehler (1915) y Arturo Fontecilla Larraín (1915) Muñoz Pérez et al. (2013) que refiere a de Bibar 1558.
	Harina; describe su preparación y el acto de comer.	Granos se usan como cereal y son fáciles colectables	Hux (1999) citando el viaje de Avendaño (1834-1842) entre ranqueles (Musaubach, 2014)	Actividades de recolección en el monte
	Matthei (1986) y (1995)	Alta palatabilidad	Kunkel (1984) (Mazzia & Elichiry, 2018)	Granos se usan como cereal y son fácilmente colectables
	Matthei (1986) Erize (1989)		Elichiry, 2018)	Gay (1865) Cavada (1914) Medina (1917)

brachychaeta, *Paspalum dilatatum* Poir., *Cortaderia selloana* (Schult. & Schult. f.) Asch. & Graebn., *Paspalum notatum* Flügge, *Panicum racemosum* (P. Beauv.) Spreng., *Amelichloa ambigua* (Speg.) Arriaga & Barkworth y *Bromus catharticus*; las primeras cinco no las utiliza. Con *Amelichloa ambigua* realiza cestería y nos indicó que utiliza las fibras frescas. También fue el único que mencionó que conocía información sobre el carácter alimenticio del género *Bromus*; nos indicó que consumió *Bromus catharticus* fresco y de manera casual, para probar; que el fruto tiene sabor dulzón y que nunca lo utilizó para hacer harina.

En Lobería, dos personas que forman parte del Club de Observadores de Aves desarrollaron, junto a otras, el Jardín Educativo Tamangueyú con plantas nativas. Los objetivos principales se vinculan con la puesta en valor de redes de relaciones de interdependencia entre las plantas y las aves, conceptualizando a las plantas como refugio y alimento y resaltando la importancia de la educación ambiental para el cuidado del ambiente. Las especies de gramíneas que lo conforman son *Cortaderia selloana*, *Paspalum quadrifarium* Lam., *Paspalum haumanii* Parodi y *Poa iridifolia* Hauman.

En el caso de Tandil, entrevistamos colectivamente a ocho mujeres que forman parte de un proyecto de extensión de UNICEN, *Los usos de las plantas silvestres en Tandil*. Reúne docentes y estudiantes de las facultades de Ciencias Veterinarias, Ciencias Exactas y Ciencias Humanas, articulando con la Secretaría de Desarrollo Humano y Hábitat del Municipio. Buscan dar a conocer las bondades de las plantas silvestres en vínculo con el desarrollo de actividades en Centros Comunitarios. La directora del proyecto nos mencionó que consume las semillas de *Phalaris* sp. (alpistillo) en licuado, combinada con otras semillas, y también los granos de la cebadilla criolla (*Bromus* spp.). Nos describió su procedimiento: los seca al sol y en horno muy bajo, después separa los cariopses de los antecios con licuadora y también con el mismo fin usa un secador de pelo. Luego lo consume hervido y mencionó que es sabroso. Además, consume las hojas en licuado con agua y limón, por la mañana ya que "es súper energético".

Al indagar en el proceso de socialización de esa información, en todos los casos se vincula con intereses individuales desarrollados a temprana edad. A su vez, algunas personas son parte de

colectivos en los que desarrollan estos proyectos por lo que sí sucede una socialización actual del conocimiento.

Las especies del género Bromus en la región Pampeana argentina. Descripción botánica, fenología y distribución.

Aquí presentamos la distribución actual de sus especies nativas en el área de interés (Fig. 2). Destaca la predominancia y mayor ubicuidad de *Bromus auleticus* Trin. ex Nees y ambas variedades de *Bromus catharticus*, sobre todo en el sudeste, dentro del área que nos ocupa.

Con respecto a las características botánicas y fenología (Tabla suplementaria 5) destaca la mayor cantidad de información hallada para *B. auleticus* y ambas variedades de *B. catharticus*. Sobre el momento de obtención del fruto hallamos que, en todos los casos, es primaveral y que son especies resistentes a diversas situaciones climáticas. Además, los *Bromus* de la sección *Ceratochloa* son reconocidos por Rapoport *et al.* (2009) como con cariopses relativamente grandes.

En el presente, existen múltiples experiencias de cultivares experimentales ya que se valoran por el carácter forrajero, principalmente de *B. auleticus*, *B. catharticus* y *B. setifolius* J. Presl (Rosso, 2001; Traverso 2001; Covas *et al.*, 2005, entre muchas otras). Incluso, *B. auleticus* se reconoce como fácil de domesticar. Esto tiene un correlato directo con las actividades agrícolas y ganaderas que se practican en la región Pampeana.

Microindicadores botánicos redundantes y característicos del conjunto: fitolitos y granos de almidón

En Musaubach (2014, apéndice III) se describen los silicofitolitos en brácteas, cariopses/ inflorescencias y ejes de gramíneas silvestres nativas de *Bromus auleticus*, *Bromus bonariensis* Parodi & J. A. Cámara, *Bromus brevis* Steud. y *Bromus catharticus* var. *rupestris*, especímenes del acervo de la colección del herbario LP. Las Figs. 3, 4 y 5A-B y la Tabla 6 representan y sintetizan los morfotipos fitolíticos característicos del género, discriminados por órgano.

En la Tabla 7 se sistematizan los caracteres morfológicos que permiten identificar la presencia de granos de almidón de *Bromus* sp. y en la Fig. 5C se ejemplifican algunos de ellos.

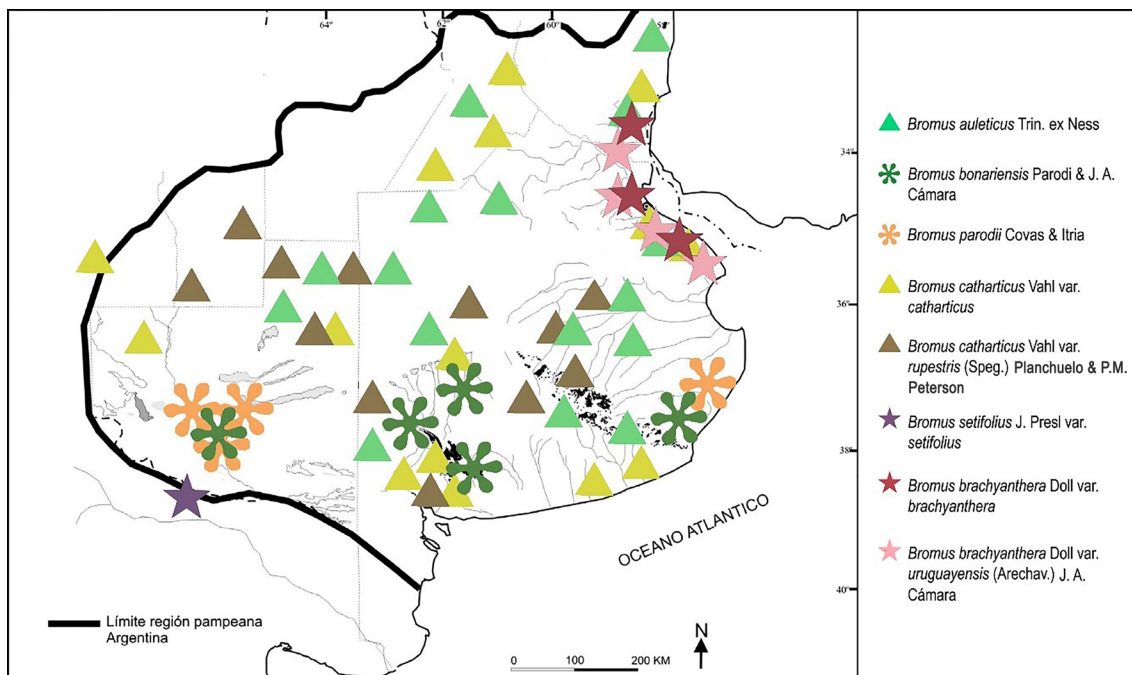


Fig. 2. Mapa con la distribución actual de especies nativas de *Bromus* en la región Pampeana. Reformulado de Gutierrez & Pensiero (1998) y Alonso *et al.* (2009).

DISCUSIÓN

Como se observa en la Tabla 1, la evidencia arqueológica con respecto a la recolección, utilización y procesamiento de gramíneas en la subregión Pampa Húmeda es aún muy escasa. Sólo poseemos una evidencia macroscópica identificada al nivel de género (*Chusquea* sp.). Las evidencias microscópicas se interpretaron como acondicionamiento de suelos, asociadas a fenómenos alimenticios, como registro de intercambios o redes de relaciones o como contaminación. En estos últimos casos, la identificación alcanza el nivel de familia o de subfamilia.

También señalamos que en algunos casos las evidencias fueron discutidas a partir de analogías etnográficas, como el caso de los almidones de El Guanaco 2, asociados a *Bromus brevis* (Babot *et al.*, 2007), o en la evidencia de la microrregión del Salado (González & Frere, 2019) en donde se mencionan prácticas de pescadores actuales que crean trampas con el Carrizo, un tipo de gramínea local.

En el caso de Chile, al organizar la información de forma cronológica, encontramos las evidencias

más tempranas en Monte Verde II (12.500 años a.p.) (Dillehay, 1997) (Tabla 2). En general, para el sitio se plantea una dieta basada en plantas. En particular, *Chusquea quila* Kunth es mencionada como con altos valores de carbohidratos y fibras, y retoños y rizomas comestibles disponibles gran parte del año. Al género *Chusquea* se lo presenta como alimenticio y para la construcción; y a *Polypogon* sp., como una planta de ambiente de pantanos con un rizoma con potencial alimenticio, accesible mayormente en verano; mientras que para *Panicum urvilleanum* no mencionan uso.

En el Alero Marifilo 1, ocupado desde 10.200 años cal. a.p. los diversos estudios identificaron una gran cantidad de semillas (579) y restos de carbón (Mera & García, 2004; Solari *et al.*, 2004; Lehnebach *et al.*, 2008). Se propone para el sitio una amplia utilización de frutos y de vegetales herbáceos y no herbáceos durante el verano y otoño, y refieren a la recolección de cereales silvestres. La familia Poaceae fue una de las más representadas en la secuencia temporal, aunque mayormente en momentos tardíos. Las gramíneas no identificadas fueron asociadas a

Chusquea. A partir de una vinculación con evidencia etnohistórica (Aldunate & Villagrán, 1992), ambas especies se relacionan con la de preparación de panes.

Más al norte, Planella *et al.* (2011), identifican una gran cantidad de cariopses carbonizadas de gramíneas y también restos de quínoa en los sitios Holoceno (4.850 a 4.440 años cal. a.p.), El Plomo (3.460 a 3.340 años cal. a.p.) y Las Morrenas 1 (3.250 a 2.980 años cal. a.p.), evidenciando conocimiento y uso de cultígenos iniciales. En particular se destaca la gran cantidad de macrorrestos de gramíneas del sitio El Plomo (n=136). Se presentan en forma de cariopses

de Poaceae carbonizados, de un tamaño y abundancia estival atractivos para ser recolectadas y también frutos de Chenopodiaceae. Ambos poseen potencial de molienda, de tostado sobre piedras calientes y son almacenables y transportables (Planella *et al.*, 2005). Advierten también que su ingreso a los depósitos arqueológicos puede ser producto de la utilización de “dung” de camélidos como leña, pero ello no es excluyente de lo planteado.

El fin del período Arcaico se vincula con la estabilización de la vegetación hacia los 3.000 años a.p., y los primeros registros de alfarería. Al igual que

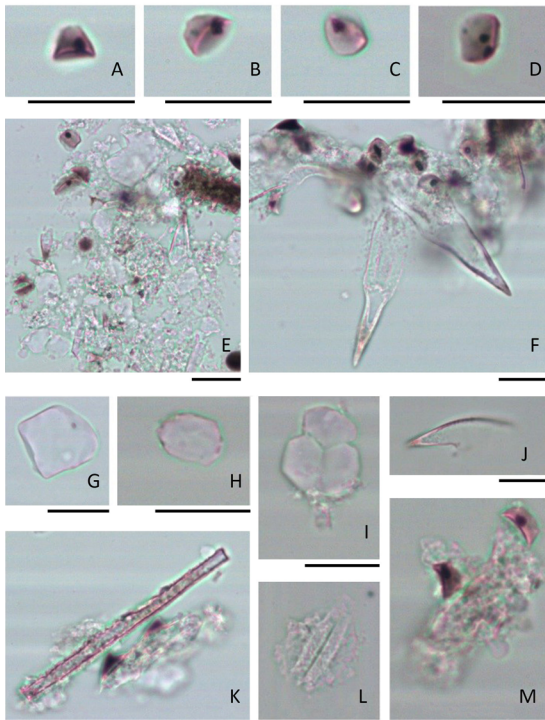


Fig. 3. Silicofitolitos por calcinado en seco de cariopses de *Bromus catharticus* var. *rupestris* (especimen Schwabe & Fabris 2104). **A-C:** Rondel equidimensional en vistas lateral, oblicua y basal. **D:** Rondel achatado en vista basal. **E-F:** Agregado de pelo bicelular tipo *Bromus*, con ápice aguzado, papilas coloreadas, elongado de borde equinado, rondel equidimensional y células indiferenciadas. **G-I:** Células buliformes poliédricas. **J:** Pelo bicelular con ápice aguzado. **K:** Elongado de borde liso y agujones coloreados de negro. **L:** Fragmento de pelo bicelular tipo *Bromus*. **M:** Rondel achatado asociado a tejido indiferenciado. Escalas= 20 µm.

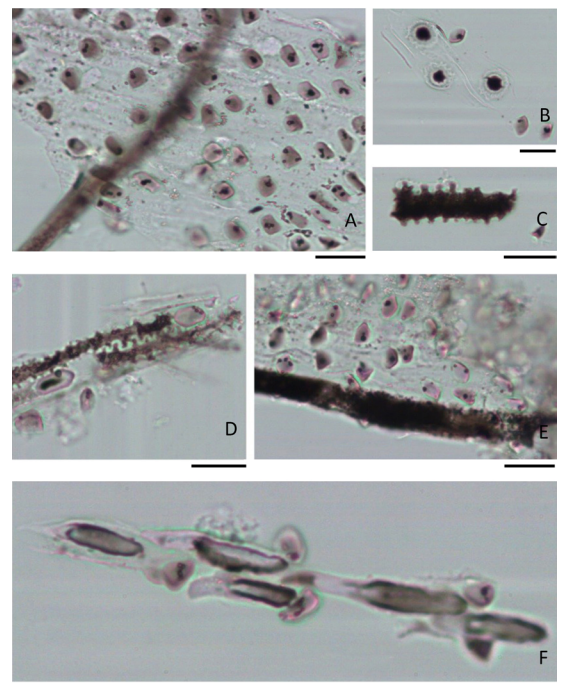


Fig. 4. Silicofitolitos por calcinado en seco de brácteas de *Bromus catharticus* var. *rupestris* (especimen Schwabe & Fabris 2104). **A:** Rondel y trapeciforme liso. **B:** Papilas coloreadas asociadas a células de bordes lisos. **C:** Elongado de borde crenado de un lado y de borde tuberculado del otro y rondel de cresta convexa asimétrica. **D:** Elongados articulados con células rondel achatadas y rondel de cresta convexa asimétrica. **E:** Elongado de borde liso con un extremo cóncavo articulado con células rondel achatadas y rondel de cresta convexa asimétrica. **F:** Pelo bicelular con base oblonga equinada articulados con células rondel achatadas y rondel de cresta convexa asimétrica. Escalas= 20 µm.

en la región Pampeana, es más abundante y ubicua la evidencia con respecto a los vegetales en general y a las gramíneas en particular.

Durante el Alfarero temprano, en el sitio Los Chilcos (Adán & Reyes, 2000) se analizan carporrestos en vasijas funerarias y se ofrecen evidencia de *Chenopodium* sp., *Galium* sp., cyperáceas y gramíneas sin identificar. Además, del estudio de las 37 piedras tacitas de sitios cercanos a la actual ciudad de Santiago, datados entre 3000 y 300 años a.C Planella *et al.* (2010) reportaron que, de un total de 171 microfósiles identificados, 13 de ellos son de Poaceae no domésticas. Por su parte, Planella *et al.* (2018) relevan Poaceae a partir de evidencias

de microfósiles y químicas en artefactos asociados a prácticas fumatorias (desde inicios del Alfarero Temprano ca. 200 a.C., hasta el 1.300 d.C), Adán *et al.* (2016) afirman que los estudios arqueobotánicos del Alfarero tardío provienen casi exclusivamente de Isla Santa María, Isla Mocha, costa de Arauco y Purén-Lumaco, y refieren a la presencia de especies cultivadas y especies silvestres, entre ellas poáceas, en sitios ubicados entre los 1.100 y 1.200 años d.C, como las mencionadas en Tabla 2, descritas entre los cultivos históricos tempranos.

En concordancia, Roa *et al.* (2018) en el estudio de Isla Mocha caracterizan el uso de cultígenos en la vertiente occidental Andina durante el Alfarero

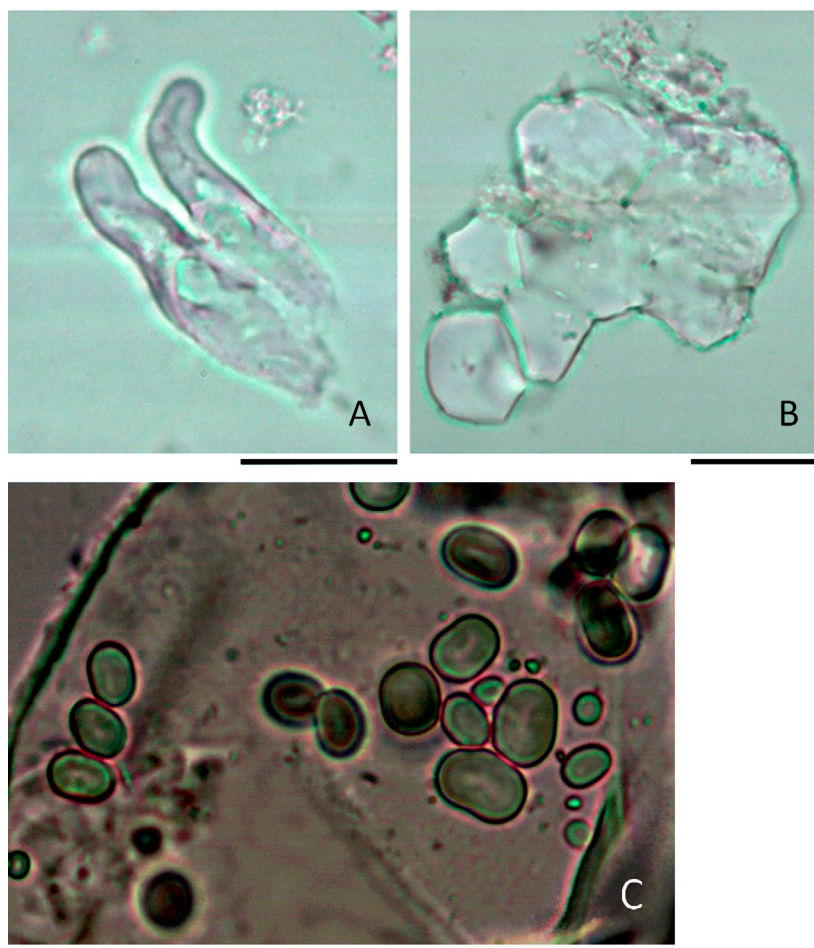


Fig. 5. *Bromus catharticus* var. *rupestris* y *Bromus auleticus*. **A-B:** Silicofitolitos por calcinado en seco de ejes de inflorescencias de *Bromus catharticus* var. *rupestris* (Schwabe & Fabris 2104). **A:** Pelos con ápice redondeado. **B:** Células buliformes poliédricas. **C:** Raspado histológico de cariopse de *Bromus auleticus*. Se observa la variabilidad de formas presentes en el conjunto de granos de almidón. Escalas= 20 μ m.

Tabla 6. Conjunto de morfotipos fitolíticos característicos de *Bromus* sp. según el órgano analizado. Se incluyen las sinonimias de los nombres según el ICPN 1.0 (Madelá *et al.*, 2005) y el ICPN 2.0. (ICPT, 2019). Referencias: X presencia.

Morfología Fitolítica (Musaubach, 2014)	Nombre según el ICPN 1.0	Nombre según el ICPN 2.0	Cariopses/ inflorescencias	Bráctea	Eje
Rondel achatado	Flat rondel short cell	Flat rondel short cell	X	X	
Rondel equidimensional	Cylindric rondel short cell	Cylindric rondel short cell	X		
Rondel de cresta convexa asimétrica	Keeled rondel short cell	IPS Rondel		X	
Trapeziforme con borde liso (< 35um)	Psilate trapeziform short cell	Psilate Trapezoid short cell		X	
Elongado liso, Elongate	Elongate psilate long cell/Scrobiculate psilate long cell	Elongate entire long cell	X	X	
Elongado equinado, rumiado o irregular, Elongate spiny	Elongate echinate/ ruminant long cell	Elongate dentate long cell	X		
Elongado crenado	Crenate/tuberculate elongate long cell	Elongate dentate long cell	X		
Papila	Papillae	Papillate	X	X	
Células buliformes poliédricas	Parallelepipedal bulliform cell	Blocky	X		X
Complejo estomático	Stomate, Stomatal complex/Interstomatal ground cells	Stomate, Stomatal complex/Interstomatal ground cells	X		
Pelo simple con ápice redondeado, Point-shaped	Clavate hair cell	Acute			X
Pelo con ápice aguzado y base amplia, Point-shaped	Acute hair cell / Ampliate base	Acute bulbosus	X		
Pelo bicelular tipo <i>Bromus</i> , con ápice aguzado, Acute hair cell	Acicular/Hair cells	Acute	X		
Pelo bicelular con base oblonga equinada, hair cell	Oblong echinate base hair cell	Oblong echinate base hair cell		X	

Tabla 7. Características de los granos de almidón simples de *Bromus* sp.

Morfología del grano de almidón	<i>Bromus</i> sp
Forma	Esférica, elipsoide, irregular, ovoide-aplanado, piriforme
Posición del hilo	Céntrico
Forma del hilo	Elongado
Facetas de presión	Leves
Fisuras	Transversa, ausente
Lamella	Visible
Brillo	Leve
Cruz de Malta	Irregular, con dos brazos cortos y dos brazos largos; ambos finos y rectos

tardío (1000-1550 años d.C.). En las secuencias estratigráficas de siete sitios del norte y del sur de la isla identifican macrorrestos de poáceas y, en seis de ellos, también evidencias de *Bromus* spp. Asimismo, en las secuencias de tres sitios de la Isla Santa María (siglos X a XVI d.C.) se identificaron una gran cantidad de semillas carbonizadas de Poaceae: en SM29, 94; en SM30, 224, y en SM44, 5 (Massone *et al.*, 2009). En ambas islas esta evidencia se asocia con macrorrestos de los cultígenos más importantes del occidente de los Andes (quínoa, maíz y poroto), junto a otras especies silvestres. En los Valles de Lumaco y Purén, para los mismos contextos temporales, Dillehay & Saavedra Zapata (2010) refieren a evidencias de *B. mango* (mango), *B. stamineus* E. Desv. (lanco) y *B. berterianus* Colla (teca) cultivados junto a otras especies domésticas y silvestres, en sitios asociados a montículos funerarios. También, en el sitio El Arenal 1 se identifica probablemente mango y/o teca, asociado al cultivo de quínoa y maíz. Según Quiroz *et al.* (2006) esto da cuenta de la importancia de la horticultura en contextos de El Vergel.

En el caso de la evidencia de los conjuntos fitolíticos recuperados en la Cueva de los Catalanes (Roa Solís & Zurro, 2022) se contrastan los conjuntos de los periodos Alfarero Temprano (350-1000 años d.C.) y Alfarero Tardío (1000-1550 años d.C.). En el primero, con respecto a la utilización de plantas en fogones, hallan mayormente evidencias de monocotiledóneas. Se interpreta un menor procesamiento alimenticio de cereales silvestres por la menor proporción de morfotipos fitolíticos de inflorescencias. En el segundo periodo, en los fogones predominan las dicotiledóneas con morfotipos que indican un mayor uso de plantas leñosas. Sin embargo, ante la presencia de más células dendríticas se interpreta que los grupos del último periodo, adaptados a un modo de vida agricultor y ante la escasez de cereales cultivados, por ejemplo, en primavera, habrían utilizado cereales silvestres, como *Bromus*. Acompañan esta interpretación con algunas referencias obtenidas de fuentes históricas.

En síntesis, en las áreas central y centro-sur de Chile la evidencia sobre gramíneas es más frecuente y abundante que en la subregión Pampa Húmeda (Fig. 1). Sin embargo, la identificación a nivel de género y especie aún resulta excepcional. A partir de macrorrestos se identificaron: *Chusquea* sp. (asociada a alimento y a construcción), *Panicum urvilleanum* (sin interpretación de uso), *Polypogon* sp. (rizoma alimenticio), *Bromus*

unioloides (vinculada a alimentación), y magu (*B. mango*), lanco (*B. stamineus*) y teca (*B. berterianus*), las tres especies domesticadas con evidencias etnohistóricas de consumo. En otros casos, se mencionaron cariopses carbonizados que no pudieron identificarse más allá del nivel de familia, y muchos de ellos, al presentarse asociados con frutos de Chenopodiaceae, son relacionados con fenómenos alimenticios. Por su parte, la información de microrrestos botánicos se vincula con prácticas fumatorias (como iniciadoras de fuego o para mantenimiento de las tecnologías); con fogones; con fenómenos alimenticios y enmarcadas en discusiones sobre domesticación vegetal temprana ya que se asocian con evidencias de otros cultivos, y también se reconoce su presencia en piedras tacitas, aunque no se les otorga interpretación.

Al comparar lo presentado con información de ambientes áridos y semi-áridos del área central del Cono Sur observamos algunas continuidades y contrastes (Fig. 1). Las investigaciones sobre la utilización de gramíneas silvestres nativas han sido desarrolladas en diferentes trabajos (Musaubach *et al.*, 2010; Musaubach & Plos, 2010, 2015; Musaubach, 2014; Musaubach & Babot, 2019; López *et al.*, 2020, entre otros). En términos generales, hallamos continuidad en los géneros identificados: *Bromus* y *Panicum*. En particular, en Norpatagonia argentina, en la cueva Epullán Grande tempranamente se identificaron camadas de gramíneas como lecho de enterratorios (Crivelli *et al.*, 1996). Más tardíamente se identificaron *Bromus catharticus* y *Bromus setifolius*, con fechados entre 5000 y 1000 años a.p. (Ciampagna, 2014). En una cueva cercana, Epullán Chica, Ciampagna & Mange (2017) identifican macrorrestos de Poaceae. Por su parte, Pérez *et al.* (2015) mencionan un dato distinto en el sitio Cueva Parque Diana de Patagonia Noroccidental; una impronta de cariopses de una gramínea (definida como del género *Bromus*) en un fragmento de alfarería anterior a 760 años a.p., dando cuenta de usos ornamentales. En Pampa Occidental (provincia de La Pampa) se propuso que la identificación de granos de almidón (del tipo simple y compuesto) y de silicofitolitos de los tipos C₃ y C₄, que estaría reflejando, siguiendo un criterio etnobotánico, diferentes etapas de las trayectorias del procesamiento y uso de estas plantas con distintos fines (Musaubach, 2014).

Dichos microrrestos fueron recuperados en los restos de tártaro dental de individuos del sitio Chenque I (Musaubach, 2012; Musaubach & Babot, 2019), así como en todos los grupos cerámicos y artefactos de molienda de la localidad arqueológica Tapera Moreira (Musaubach & Berón, 2016). Probablemente las poáceas del género *Bromus* y *Panicum* (entendidos como cereales silvestres) hayan sido utilizadas en la limpieza de los contenedores cerámicos, como materias primas (fibras vegetales) para uso en tecnofacturas y posiblemente como alimento. El registro de ejemplares de almidón modificado (*modified starch*) en los restos de tártaro, aportó información vinculada a las prácticas referidas a la preparación de los alimentos. Entre ellas, hervido, molienda y/o tostado (Musaubach, 2014).

Vinculado a las referencias de gramíneas en las fuentes nos explayamos sobre lo presentado en Tabla 4, ya que amplía las posibilidades de pensar en usos: Lin Calel: cerro donde abunda la gramínea para techar. De lin: paja ratonera, gramínea usada para techar y Calel: cerro. Claromecó: tres arroyos con junquillos. Cüla: tres, rama: junquillo, co: agua. Uncal: juncal.

Cortadera, paja brava, cüna, *Scirpus giganteus* (denominación actual *Androtrichum giganteum*), del tallo se sacaban fibras de mucha resistencia para sogas y la voz cüna era utilizada genéricamente para designar todas las pajas utilizables para el techado, entre ellas, cortadera, totora y ratonera, algunas usadas medicinalmente.

Chepica, hualümraqüi, *Paspalum vaginatum* pasto medicinal, contra la hidropesía, como diurético y contra afecciones venéreas.

Filamentos ásperos, ümi, que envuelven granos de algunas gramíneas.

Hierba teatina, viri, especie de avena silvestre (gramínea) usada para tejer esteras.

Planta Gramínea, ngürücülen, *Stipa bicolor* (denominación actual *Piptochaetium ruprechtianum*).

Así, se observan solo dos ámbitos de uso, para textilera (sogas, techumbre, esteras) y medicinal.

Por su parte, con respecto a las entrevistas observamos que, si bien la identificación de algunas gramíneas nativas es un conocimiento presente en un sector de las comunidades entrevistadas, es mucho menos usual su utilización. A su vez,

estos intereses no se vinculan con procesos de identificación culturales ni étnicos sino que responden a intereses individuales y colectivos, más o menos recientes.

El área de estudio es una zona históricamente destinada a la producción agro-ganadera y actualmente agroindustrial. Grandes extensiones del territorio se han destinado a este tipo de producciones resultando hoy lugares muy acotados los remanentes con vegetación nativa (principalmente en las sierras, sectores de las dunas costeras y pequeños relictos aledaños a los cursos de agua, alambrados, vías de tren y bordes de caminos). A ello se agrega la historia progresiva de avance estatal sobre el territorio indígena, profundizado desde 1820, y la desestructuración violenta que generó transformaciones sobre las comunidades que habitaban el sur de la región a partir de la campaña militar de 1879. Ambos procesos en simultáneo generan una complejidad territorial en la que la memoria sobre el conocimiento del entorno y los propios paisajes nativos y sus especies no forman parte de la cotidianeidad de las comunidades actuales. No obstante, observamos un reciente interés por recuperar y utilizar esos saberes.

Por último, respecto a los fitolitos presentes en el género *Bromus*, podemos mencionar el trabajo publicado por Fernández Honaine *et al.* (2006) y la tesis doctoral realizada por Fernández Honaine (2007). Allí se caracterizó la asociación fitolítica en láminas foliares de *Bromus auleticus* y *Bromus catharticus*. A partir de sus descripciones, identifica formas articuladas y no articuladas. Entre los morfotipos más frecuentes dentro de *B. auleticus*, incluyen a los oblongos de bordes crenados (<35 µm de largo) y como escasos a los agujijones (de 22,5-(42,5)-85 µm de largo basal), los elongados lisos, elongados oblongos de bordes crenados y los estróbilos equidimensionales y aplanados. Para *B. catharticus*, registra una alta frecuencia de los elongados oblongos de bordes crenados y de oblongos de bordes crenados (<35 µm de largo). De esta manera, la síntesis presentada en la Tabla suplementaria 5, nos permite conocer los morfotipos característicos de cada uno de los órganos del género, complementando la información mencionada por Fernández Honaine *et al.* (2006). En el caso de los granos de almidón de gramíneas silvestres, no se han realizado

numerosos trabajos sobre la temática. Hasta el momento, la descripción retomada en este trabajo constituye uno de los escasos antecedentes.

CONCLUSIONES

Registros en diálogo

En este trabajo buscamos realizar un aporte al conocimiento sobre la utilización de gramíneas silvestres a partir de la recopilación de información proveniente de distintas fuentes de evidencia, en distintas regiones húmedas del Cono Sur. También perseguimos el propósito de actualizar y sistematizar información disponible sobre el género *Bromus*, de relevancia para la arqueología.

La información arqueológica actual sobre los sectores húmedos refiere a cuatro géneros de gramíneas identificados -*Bromus* spp., *Chusquea* spp., *Panicum* spp. y *Polypogon* spp.-. También a diversos usos, tales como acondicionamiento de pisos habitacionales, para construcción u otros fines tecnológicos, potencialmente vinculadas al consumo y, en el caso de Chile, vinculadas a procesos de domesticación vegetal. Se suma una función decorativa identificada para un cariopse de *Bromus* sp. dispuesto sobre material cerámico.

La información etnohistórica, respecto a especies nativas de la región Pampeana, sumada a los datos provenientes de entrevistas antropológicas en un sector acotado de la subregión brindaron información relevante. Sin establecer analogías directas, esto nos permite plantear hipótesis y expectativas materiales para pensar en el pasado, a la vez que reflexionar sobre continuidades, rupturas, prácticas y memorias que enlazan a personas y plantas en el territorio. De las fuentes se desprende, en primer lugar, que las gramíneas tuvieron importancia para comunidades Mapuzungun hablantes ya que son parte de topónimos. También entendemos que el hecho de nombrar refiere a un fenómeno de importancia para esa comunidad; en ese sentido existe un nombre particular para filamentos que envuelven granos de algunas gramíneas y también a una hierba para esteras, aunque no se explicita cuál. En segundo lugar, con respecto a información concreta sobre usos, *Androtrichum giganteum* se menciona vinculada a sogas y techumbre. Con usos medicinales se nombra a *Paspalum vaginatum*.

Además, la información actual proveniente de entrevistas refiere a *Amelichoa ambigua* en prácticas textiles.

Sobre *Bromus* spp., se registraron usos alimenticios, medicinales y una descripción en torno a materialidades que se vinculan con prácticas culinarias de tostado y de molienda en relación con manos líticas, molinos líticos, bolsas de cuero, y vasijas o platos de cerámica. Las descripciones de *Bromus mango* agregan molienda con los pies y algunas preparaciones culinarias, como pan asado o frito, elaboraciones con agua fría y caliente, chicha y "matecito" dirigido al sector infantil.

En región Pampeana presentamos a *Bromus* spp. como un género ampliamente distribuido, con algunas especies que poseen buenas cualidades nutricionales, actualmente muy vinculadas al forrajeo y con pocos registros sobre su utilización como alimento humano. No obstante, las cebadillas se encuentran referidas en múltiples fuentes documentales, descritas para una diversidad de usos y mencionadas por dos personas entrevistadas.

El corpus de datos presentado nos permite desarrollar algunas expectativas arqueológicas para *Bromus* spp. en Pampa Húmeda: habilita a pensar en vegetales valiosos en momentos particulares del ciclo anual, principalmente durante su floración y fructificación. Además, en función de los importantes aportes nutricionales, y asumiendo una amplia distribución natural del género en la región a lo largo del tiempo, es posible que haya tenido significancia alimenticia para los grupos humanos. Consideramos relevante profundizar la indagación con foco en los análisis microscópicos sobre los materiales y tecnologías anteriormente descritas como asociadas. En ese sentido, entendemos que es un aporte relevante presentar los microindicadores que permiten caracterizar al conjunto del género *Bromus*, debido a que en los suelos de la subregión Pampa Húmeda no suelen recuperarse macrorrestos botánicos, y a la información fragmentaria que nos ofrecen las fuentes y los registros actuales.

En síntesis, en coincidencia con trabajos previos (Pérez Meroni *et al.*, 2010; Planella *et al.*, 2011; Musaubach, 2014; Hocsmán & Babot, 2018; Musaubach & Babot, 2019) consideramos que, en Argentina, las gramíneas han recibido poca atención en relación con el estudio de vegetales asociados a grupos

cazadores recolectores. Debido a los escasos estudios arqueobotánicos disponibles y a la pobre preservación de macrorrestos en la matriz de los suelos de Pampa Húmeda, es probable que el registro de gramíneas en general y de *Bromus* sp., en particular, esté subrepresentado. No obstante, a partir de lo indagado observamos que los usos de las gramíneas habrían sido diversos, variando entre usos alimenticios, como camada de acondicionamiento de espacios habitacionales o de descanso, relacionadas con fogones y vinculadas a tecnologías textiles. En contraste, en el caso de Chile, consideramos que la identificación de macrorrestos y los estudios tempranos en torno al *Bromus mango* y su presencia indiscutida, han destacado el rol que tuvieron las gramíneas en el pasado.

De este modo, con la información reunida buscamos desarrollar una síntesis sobre el conocimiento y uso de las gramíneas a lo largo de la historia en la subregión. Entendemos que la confluencia de información proveniente de diversas fuentes (materiales –macroscópicas y microscópicas-, fuentes documentales históricas y trabajo etnobotánico en el presente) permite construir una imagen que reúne múltiples dimensiones para indagar en torno al fenómeno estudiado. En particular, buscamos aportar a la potencialidad de identificación de *Bromus* sp. desde la práctica arqueológica, no solo sobre su presencia sino también pensar hipótesis en torno a la utilización y las materialidades asociadas

En suma, entendemos que aún resta ampliar los enfoques interdisciplinarios y multilineales en las investigaciones, a la vez que profundizar en la resolución de los estudios arqueobotánicos para comprender si la presencia de gramíneas se debe a factores tafonómicos naturales o a la actividad humana. Consideramos necesario sistematizar y ampliar la construcción de colecciones de referencia tanto de macrorrestos como de microrrestos vinculadas a las plantas silvestres nativas y, en especial, a las gramíneas.

CONTRIBUCIÓN DE LAS AUTORAS

MGM y VE diseñaron, redactaron el trabajo y desarrollaron las interpretaciones generales de forma conjunta. También recopilaron y sistematizaron

colectivamente la información proveniente de bibliografía botánica, de fuentes documentales. MGM coleccionó material de campo, consultó herbarios, analizó datos de microindicadores botánicos y desarrolló las Figuras 3, 4, 5 y 6 y Tablas 5 y 6. VE sistematizó información de bibliografía arqueológica, desarrolló entrevistas etnográficas y realizó las Figuras 1 y 2 y Tablas 1, 2, 3 y 4.

AGRADECIMIENTOS

Al ilustrador Jorge Gonzalez, a la Ing. Florencia Veccia y al Ing. Nehemias Gandoy por la colaboración en el uso del SIG, a la Dra. Natalia Mazzia por la lectura y a la Lic. Nora Flegenheimer por la revisión del inglés. Agradecemos muy especialmente al Jefe de la División Plantas Vasculares, Dr. J. V. Crisci por permitir el acceso al material óptico del Herbario del Museo de la Plata y a la Dra. Anabela Plos del Herbario del Museo de La Plata. A quienes nos evaluaron, cuyos comentarios y sugerencias mejoraron esta contribución. Esta investigación se financió con dos Becas Doctorales de CONICET (MGM, 2008-2014; VE, 2018-2024).

BIBLIOGRAFÍA

- ACHILLI, E. L. 2005. *Investigar en Antropología social. Los desafíos de transmitir un oficio*. Laborde, Rosario.
- ADÁN, L., R. MERA, X. NAVARRO, R. CAMPBELL, D. QUIROZ & M. SÁNCHEZ. 2016. Historia prehispánica en la región Centro-Sur de Chile: Cazadores-recolectores holocénicos y comunidades alfareras (ca. 10.000 años a.C. a 1.550 años d.C.). En: FALABELLA, F., M. URIBE, L. SANHUEZA, C. ALDUNATE & J. HIDALGO (eds.), *Prehistoria en Chile. Desde sus primeros habitantes hasta los Incas*, pp. 401-441. Universitaria, Santiago de Chile.
- ADÁN, L. & V. REYES. 2000. Sitio Los Chilcos. Descripción y análisis de un nuevo cementerio Pitrén en la región del Calafquén. *Boletín de la Sociedad Chilena de Arqueología* 30: 30-40.
- ALDUNATE, C. & C. VILLAGRÁN (eds.). 1992. *Botánica Indígena de Chile de Ernesto Wilhelm de Mosbach*. Andrés Bello, Santiago de Chile.
- ALONSO, S. I., M. M. ECHEVERRÍA, G. A. LEOFANTI & J. A. CASTAÑO. 2009. Producción potencial de

- semillas por planta en especies de *Bromus* (Sección *Ceratochloa*), en el sudeste de la provincia de Buenos Aires. *Fac. Agron. Univ. Nac. La Plata* 115: 135-142.
- BABOT, M. P., N. MAZZIA & C. BAYÓN. 2007. Procesamiento de recursos en la región pampeana bonaerense: aportes del instrumental de molienda de las localidades arqueológicas El Guanaco y Cerro La China. En: BAYÓN, C., N. FLEGENHEIMER, M. I. GONZÁLEZ DE BONAVERI, A. PUPPIO & M. FRÈRE (eds.), *Arqueología en las pampas*, Tomo 2, pp. 635-657. Sociedad Argentina de Antropología, Buenos Aires.
- BABOT, M. P., M. G. MUSAUBACH & A. PLOS. 2017. An archaeobotanical perspective in the study of inflorescence phytoliths of wild grasses from arid and semi-arid environments of Argentina. *Quat. Int.* 434: 129-141. <https://orcid.org/10.1016/j.quaint.2016.02.045>
- BAEZA, V. M. 1920. Los nombres vulgares de las Plantas Silvestres de Chile y su concordancia con los nombres científicos. *Anales de la Universidad de Chile: memorias científicas y literarias* 147: 319-320.
- BECHIS, M. A. 2010. *Piezas de Etnohistoria y de Antropología Histórica*. SAA, Buenos Aires.
- BERÓN, M., A. DI BIASE, M. G. MUSAUBACH & F. PÁEZ. 2017. Enclaves y espacios internodales en la dinámica de poblaciones en el wall-mapu. Aportes desde la arqueología pampeana. *Estudios Atacameños* 56: 253-272.
- BRUNEL, M. & M. BEMHAJA. 2001. Producción de semilla de *Bromus auleticus* bajo tres cargas con capones en suelos arenosos de Tacuarembó. En: PROCISUR, *De Los recursos fitogenéticos del género Bromus en el Cono Sur*, pp. 97-98. PROCISUR, Montevideo.
- CÁMARA HERNÁNDEZ, J. 1970. *Bromus*, En: CABRERA, A. L. (ed.), *Flora de la provincia de Buenos Aires*, Col. Cient. 4: 85-101. INTA.
- CAVADA, F. J. 1914. *Chiloé y los Chilotes. Estudios de folklore y lingüística de la provincia de Chiloé (República de Chile) acompañados de un vocabulario de chilotismos y precedido de una breve Reseña Histórica del Archipiélago*. Imprenta Universitaria, Santiago.
- CIAMPAGNA, M. L. & E. MANGE. 2017. Primeros estudios arqueobotánicos del sitio Cueva Epullán Chica (Depto. Collón Curá, provincia del Neuquén) En: DE HARO, M. T., A. M. ROCCHIETTI, A. RUNCIO & O. H. DE LARA (comps.), *Anti Latinoamérica una mirada desde el presente hacia el pasado*, pp. 167-183. Aspha Ediciones, Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
- CIAMPAGNA, M. L. 2014. *Estudio de la interacción entre grupos cazadores recolectores de Patagonia y las plantas silvestres: el caso de la costa norte de Santa Cruz durante el Holoceno medio y tardío*. Tesis doctoral. Universidad Nacional de La Plata, La Plata. <https://doi.org/10.35537/10915/45420>
- COVAS, G. F., M. A. RUIZ & A. M. SÁENZ. 2005. Las Cebadillas. *Boletín de divulgación técnica* 88: 42-46.
- CRIVELLI, E., U. PARDIÑAS, M. M. FERNÁNDEZ, M. BOGAZZI, A. CHAUVÍN, V. FERNÁNDEZ & M. LEZCANO. 1996. Cueva Epullán Grande (Pcia. del Neuquén). Informe de avance. *Praehistoria* 2: 185-266.
- CRUZ, A. W. 1972. El *Bromus mango*, planta desaparecida. *IDESIA* 9: 127-131.
- DE ANGELIS, P. 1837. *Colección de Viajes y Expediciones a los Campos de Buenos Aires y a las costas de Patagonia* (V). Imprenta del Estado, Buenos Aires.
- DE MOSBACH, E. W. 1992. *Botánica indígena de Chile*. Andrés Bello, Santiago de Chile.
- DILLEHAY, T. 1997. *Monte Verde. A late Pleistocene Settlement in Chile*. Vol 2. Smithsonian Institution Press, Washington D.C.
- DILLEHAY, T. D. & J. SAAVEDRA ZAPATA. 2010. *Los valles de Purén-Lumaco y Liucura. Chile: arqueología e historia cultural*. Vanderbilt University, Nashville.
- ELICHIRY, V. 2022. *El alimento oculto de la ciudad. Cuadernillo sobre plantas nativas alimenticias en espacio públicos de Necochea*. Valeria Elichiry, Necochea.
- ERIZE, E. 1989. *Mapuche*. Yepún, Buenos Aires.
- FERNÁNDEZ HONAINÉ, M. 2007. *Análisis fitolítico del pastizal de Paspalum quadrifarium y su relación con la evolución pedológica en el sudeste de la provincia de Buenos Aires*. Tesis doctoral. Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina.
- FERNÁNDEZ HONAINÉ, M., A. F. ZUCOL & M. L. OSTERRIETH. 2006. Phytolith assemblages and systematic associations in grassland species of the South-Eastern Pampean plains, Argentina. *Ann. Bot.* 98: 1155-1165. <https://orcid.org/10.1093/aob/mcl207>
- FINOT, V. (ed.). 2022. *Flora de Chile*. Vol. 6. Ediciones Universidad de Concepción, Concepción.

- FLEGENHEIMER, N. & R. CATTANEO. 2014. Análisis comparativo de desechos de talla en contextos del Pleistoceno Final/Holoceno Temprano de Chile y Argentina. *Magallania* 41: 171-192.
- FLEGENHEIMER, N. & N. MAZZIA. 2013. Cerro El Sombrero Cima, un lugar particular para los pobladores tempranos. *Revista Mus. La Plata, Sección Antropología* 13: 217-232.
- FLEGENHEIMER, N., M. MAZZIA & M. P. BABOT. 2013. Estudios de detalle sobre una piedra discoidal Pampeana. *Intersecciones en Antropología* 14: 499-505.
- GARCÍA, C. 2000. Cazadores paleoindios en Tagua-Tagua: un ejercicio teórico de organización social y territorial. *Werkén* 1: 4-16.
- GAY, C. 1865. Historia Física y Política de Chile. *Agricultura* 2: 89-91.
- GONZÁLEZ, M. I. & M. FRERE. 2019. Río Salado: espacio de interacción de cazadores-recolectores-pescadores (provincia de Buenos Aires, Argentina). *Revista Mus. La Plata* 4: 621-642. <https://orcid.org/10.24215/25456377e090>
- GONZÁLEZ, M. I. 1991. Ambientes lagunares y asentamiento arqueológicos en la Depresión del Salado. En: POLITIS, G. (coord.), *Shincal 3, Actas del X Congreso Nacional de Arqueología Argentina*, pp. 123-128. Escuela de Arqueología, Universidad Nacional de Catamarca, San Fernando del Valle de Catamarca.
- GONZÁLEZ, M. I. 2005. *Arqueología de alfareros, cazadores y pescadores pampeanos*. Sociedad Argentina de Antropología, Buenos Aires.
- GUBER, R. 2001. La entrevista etnográfica o el arte de la “no directividad”. En: *La etnografía. Método, campo y reflexividad*, pp. 75-100. Norma, Buenos Aires.
- GUTIÉRREZ, H. F. & J. F. PENSIERO. 1998. Sinopsis de las especies argentinas del género *Bromus* (Poaceae). *Darwiniana* 35: 75-114.
- HOCSMAN, S. & M. P. BABOT. 2018. La transición de cazadores-recolectores a sociedades agropastoriles en Antofagasta de la Sierra (Puna de Catamarca, Argentina): Perspectivas desde la agencia y las prácticas. *Chungara* 50: 51-70. <https://orcid.org/10.4067/S0717-73562018005000202>
- HUX, P. M. 1999. *Memorias del ex cautivo Santiago Avendaño*. Elefante Blanco, Buenos Aires.
- ICPT –NEUMANN, K., C. STROMBERG, T. BALL, R. M. ALBERT, L. VRYDAGHS & L. S. CUMMINGS- 2019. International Code for Phytolith Nomenclature (ICPN) 2.0. *Ann. Bot.* 20: 1-11. <https://orcid.org/10.1093/aob/mcz064>.
- ICSN. 2011. The International Code for Starch Nomenclature. Disponible en <http://www.fossilfarm.org/ICSN/Code.html> [Actualmente inaccesible]
- INGOLD, T. 2007. Materials against materiality. *Archaeological dialogues* 14: 1-38.
- KROPFL, A. & N. VILLASUSO. 2012. Guía para el reconocimiento de especies de los pastizales del Monte Oriental de Patagonia. Ediciones INTA, San Carlos de Bariloche.
- KUNKEL, G. 1984. *Plants for Human Consumption*. Koeltz Scientific Books, Koenigstein.
- LEHNEBACH, C. A., M. E. SOLARI, L. I. ADÁN & C. R. MERA. 2008. Plant macro-remains from a rock shelter in the temperate forests of southern Chile. *Vegetation History and Archaeobotany* 17: 403-413.
- LOPEZ, M. L., M. BERÓN, L. PRATES, M. MEDINA, G. HEIDER & S. PASTOR. 2020. Las plantas en la alimentación de pueblos originarios de la diagonal árida argentina: Sierras Centrales, Pampa Seca y Norpatagonia. *RIVAR* 7: 81-102. <https://doi.org/10.35588/rivar.v7i21.4639>
- MADELA, M., A. ALEXANDRE & T. BALL. 2005. International code for phytolith nomenclature 1.0. *Ann. Bot.* 96: 253-260.
- MANSILLA, L. V. 1993. *Una excursión a los indios ranqueles*. Espasa Calpe, Buenos Aires.
- MASSONE, M., E. GAYTÁN, M. SÁNCHEZ, L. CONTRERAS, C. SILVA & C. JÁCOME. 2009. El sitio arqueológico SM 39, un espacio de uso funerario de especial significación en la Isla Santa María entre los siglos I y XIV DC. En: HERRERA RODRÍGUEZ, S. (ed.), Fondo de Apoyo a la Investigación Patrimonial, pp. 47-82. Dibam, Santiago.
- MATTHEI, O. 1986. El género *Bromus* L. (Poaceae) en Chile. *Gayana. Bot.* 43: 47-110.
- MATTHEI, O. 1995. *Manual de las malezas que crecen en Chile*. Alfabetá Impresores, Santiago.
- MAZZANTI, D., M. COLOBIG, A. ZUCOL, G. MARTÍNEZ, J. PORTO LÓPEZ, M. BREA, E. PASSEGGI, J. L. SORIA, C. QUINTANA & V. PUENTE. 2010. Investigaciones Arqueológicas en el sitio 1 de la Localidad Lobería. En: BERÓN, M., L. LUNA, M. BONOMO, C. MONTALVO, C. ARANDA & M. CARRERA AIZPITARTE (eds.), *Mamul Mapu. Pasado y Presente. Perspectivas de la Arqueología Pampeana a Comienzos del Tercer Milenio*, tomo 2: 99-114. Libros del Espinillo, Ayacucho.

- MAZZANTI, D. 2002. Secuencia arqueológica del Sitio 2 de la Localidad Arqueológica Amalia (Provincia de Buenos Aires). En: MAZZANTI, D., M. BERÓN & F. OLIVA (eds.), *Del Mar a los salitrales. 10.000 de Historia Pampeana en el Umbral del Tercer Milenio*, pp. 327-339. Facultad de Humanidades, Universidad Nacional Mar del Plata, Mar del Plata.
- MAZZANTI, D. 2007. *Arqueología de las relaciones interétnicas posconquista en las sierras de Tandilia*. Tesis doctoral, Universidad de Buenos Aires, Argentina.
- MAZZIA, N. & V. ELICHIRY. 2018. Disponibilidad de recursos vegetales comestibles en las sierras de Tandilia. *Revista de Antropología del Museo de Entre Ríos* 4: 120-126.
- MEDINA, J. T. 1917. *La Araucana*. Imprenta Elzevirriana, Santiago de Chile.
- MERA, C. R. & C. GARCÍA. 2004. Alero Marifilo-1. Ocupación holoceno temprana en la costa del lago Calafquén-Chile. En: CIVALERO, M. T., P. M. FERNÁNDEZ & A. G. GURÁIEB (comps.), *Contra viento y marea. Arqueología de Patagonia*, pp. 249-262. Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano, Buenos Aires.
- MILLOT, J. C. 2001. *Bromus auleticus*: Una nueva especie domesticada. En: *De Los recursos fitogenéticos del género Bromus en el Cono Sur*, pp. 3-6. PROCISUR, Montevideo.
- MUÑOZ, C. 1944. Sobre la localidad tipo de *Bromus mango*. *Agr. Tec. Chile* 4: 98-101.
- MUSAUBACH, M. G. 2012. Potencialidad de estudios arqueobotánicos sobre tártaro dental de cazadores recolectores de la provincia de La Pampa, Argentina. *Revista Argentina de Antropología Biológica* 14: 105-113.
- MUSAUBACH, M. G. 2014. *Estudios arqueobotánicos en sociedades cazadoras recolectoras de ambientes semiáridos: Análisis de microrrestos vegetales en contextos arqueológicos de Pampa Occidental (Argentina)*. Tesis doctoral. Universidad de Buenos Aires, Argentina. Disponible en: <http://repositorio.filo.uba.ar/handle/filodigital/4348>
- MUSAUBACH, M. G. & M. P. BABOT. 2019. Elementos para explorar el uso de gramíneas silvestres de ambientes áridos de los Andes Centro Sur; primeras aproximaciones desde los conjuntos fitolíticos de inflorescencias e infrutescencias. *Revista del Museo de Antropología* 12: 57-72. <https://orcid.org/10.31048/1852.4826.v12.n1.20621>
- MUSAUBACH, M. G. & M. A. BERÓN. 2016. El uso de recursos vegetales entre los cazadores-recolectores de La Pampa Occidental argentina. *Latin American Antiquity* 27: 397-413. <https://orcid.org/10.7183/1045-6635.27.3.39>
- MUSAUBACH, M. G., G. ERRA & M. OSTERRIETH. 2010. estudios arqueobotánicos en la localidad Taperá Moreira (Departamento de Lihué Calel, Provincia de La Pampa): Análisis fitolíticos en artefactos de molienda. En: BERÓN, M., L. LUNA, M. BONOMO, C. MONTALVO,... & M. CARRERA AIZPITARTE (eds.), *Mamul Mapu. Pasado y Presente. Perspectivas de la Arqueología Pampeana a Comienzos del Tercer Milenio*, Tomo 1, pp. 77-86. Libros del Espinillo, Ayacucho.
- MUSAUBACH, M. G. & A. PLOS. 2010. Conociendo las plantas de los cazadores recolectores de La Pampa. Resúmenes del XVII Congreso Nacional de Arqueología Argentina, Mendoza.
- MUSAUBACH, M. G. & A. PLOS. 2015. Las plantas de los cazadores-recolectores de la Pampa Occidental Argentina. Base de datos de recursos vegetales potencialmente utilizados. *Comechingonia* 19: 257-280. <https://orcid.org/10.37603/2250.7728.v19.n2.18141>
- NACUZZI, L. & C. LUCAIOLI. 2011. El trabajo de campo en el archivo: campo de reflexión para las ciencias sociales. *Publicar* 9: 47-62.
- NARANJO, C. 1985. *Estudios citogenéticos, bioquímicos y sistemáticos en algunas especies americanas del género Bromus (gramineae)*. Tesis doctoral, Universidad de Buenos Aires, Argentina.
- NÚÑEZ, L., J. VARELA, R. CASAMIQUELA, V. SCHIAPPACASSE, H. NIEMEYER & C. VILLAGRAN. 1994. Cuenca de Taguatagua en Chile: el ambiente del Pleistoceno superior y ocupaciones humanas. *Revista Chilena Hist. Nat.* 67: 503-519.
- OSTERRIETH, M., G. MARTÍNEZ, M. A. GUTIÉRREZ & M. F. ÁLVAREZ. 2008. Biomorfos de sílice en la secuencia pedosedimentaria del sitio arqueológico Paso Otero 5, Buenos Aires, Argentina. En: KORSTANJE, M. A & M. P. BABOT (eds.), *Matices Interdisciplinarios en Estudios Fitolíticos y de Otros Microfósiles*, pp. 77-90. BAR International Series S1870. Archaeopress, Oxford.
- OSTERRIETH, M. L. & G. TASSARA. 2005. Silicophytoliths on stone tools from interserrana area archaeological sites, Buenos Aires, Argentina. *The Phytolitharien* 17: 5-6.

- PARODI, L. R. 1935. Relaciones de la agricultura prehispanica con la agricultura argentina actual. Observaciones generales sobre la domesticación de las plantas. *Anales Acad. Nac. Agron. Vet. Buenos Aires* 1: 115-167.
- PARODI, L. R. 1966. *La agricultura aborigen argentina*. EUDEBA, Buenos Aires.
- PARODI, L. R. & J. CÁMARA HERNÁNDEZ. 1964. El mango, cereal extinguido en cultivo, sobrevive en estado salvaje. *Ciencia e Investigación* 20: 543-549.
- PÉREZ MERONI, M., M. PALEO, M. POCHETTINO & V. LEMA. 2010. Procesamiento y consumo de vegetales por grupos cazadores-recolectores del Holoceno tardío. En: BERÓN, M., L. LUNA, M. BONOMO, C. MONTALVO, C. ARANDA & M. CARRERA AIZPITARTE (eds.), *Mamul Mapu. Pasado y Presente. Perspectivas de la Arqueología Pampeana a Comienzos del Tercer Milenio*, Tomo 1, pp. 87-102. Libros del Espinillo, Ayacucho.
- PÉREZ, A. E., M. G. AGUIRRE & J. E. GRAZIANO. 2015. Improntas de cariopsis de gramíneas (Poaceae) en un fragmento de alfarería de Patagonia Noroccidental Argentina. *Revista de Antropología del Museo de Entre Ríos* 1: 77-85.
- PÉREZ, A. E., V. REYES ÁLVAREZ & G. ERRA. 2013. Economías mixtas de la Patagonia Noroccidental Argentina y Centro Sur de Chile. En: NICOLETTI, M. A. & P. NÚÑEZ (eds.), *Araucanía - Norpatagonia: la territorialidad en debate. Perspectivas ambientales, culturales, sociales, políticas y económicas*, pp. 121-138. IIDyPCa, San Carlos de Bariloche.
- PLANELLA, M. T., C. A. BELMAR, L. QUIROZ, H. M. NIEMEYER, F. FALABELLA, S. ALFARO, J. ECHEVERRÍA, X. ALBORNOZ, C. CARRASCO & K. COLLAO-ALVARADO. 2018. Saberes compartidos y particularidades regionales en las prácticas fumatorias de sociedades del periodo Alfarero Temprano del norte semiárido, centro y sur de Chile, América del Sur. *Revista Chilena de Antropología* 37: 20-57.
<https://orcid.org/10.5354/0719-1472.49072>
- PLANELLA, M. T., L. CORNEJO & B. TAGLE. 2005. Alero Las Morrenas 1: evidencias de cultígenos entre cazadores recolectores de finales del período Arcaico en Chile Central. *Chungara* 37: 59-74.
- PLANELLA, M. T., G. SANTANDER & V. MCROSTIE. 2010. Estudio morfo-tecnológico y análisis de microfósiles en piedras tacitas de Chile central. En: ROJAS MORA, S. & C. BELMAR PANTELIS (eds.), *De las muchas historias entre las plantas y la gente*, pp. 1-22. British Archaeological Reports (BAR), South American Series, Oxford.
- PLANELLA, M. T., R. SCHERSON & V. MCROSTIE. 2011. Sitio El Plomo y nuevos registros de cultígenos iniciales en cazadores del Arcaico IV en Alto Maipo, Chile central. *Chungara* 43: 189-202.
- POCHETTINO, M. L. 2015. *Botánica económica. Las plantas interpretadas según tiempo, espacio y cultura*. Sociedad Argentina de Botánica, Buenos Aires.
- QUIROZ, D., M. SÁNCHEZ, M. MASSONE & L. CONTRERAS. 2006. Comunidades El Vergel en las costas septentrionales de La Araucanía. Resúmenes del XVII Congreso Nacional de Arqueología, pp. 63. Sociedad Chilena de Arqueología, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- RAGONESE, A. & R. MARTÍNEZ CROVETTO. 1947. Plantas indígenas de la Argentina con frutos o semillas comestibles. *Revista de investigación Agrícola* 1: 147-216.
- RAPOPORT, E. H., A. MARZOCCA & B. S. DRAUSAL. 2009. *Malezas comestibles del Cono Sur y otras partes del planeta*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Universidad Nacional del Comahue, Río Negro.
- ROA, C., D. BUSTOS, H. RAMÍREZ & R. CAMPBELL. 2018. Entre la Pampa y el Pacífico sur. Evaluando la dispersión más austral de cultígenos en el Cono Sur americano desde la evidencia arqueobotánica y radiométrica de Isla Mocha y Cueva de los Catalanes (sur de Chile). *Anales de Arqueología y Etnología* 73: 189-220.
- ROA SOLIS, C. & D. ZURRO. 2022. Las plantas que alimentan el fogón: primeros resultados del registro fitolítico de estructuras de combustión de Cueva de los Catalanes (Araucanía, Chile). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 57: 591-614.
- ROSSO, B. S. 2001. Colecta y caracterización de cebadilla criolla (*Bromus catharticus* Vahl) en la región central de Argentina. En: *Los recursos fitogenéticos del género Bromus en el Cono Sur*, pp. 99-102. PROCISUR, Montevideo.
- RUIZ, M. DE LOS A., R. D. ERNST, G. F. COVAS & F. J. BABINE. 1995. Variabilidad en *Bromus brevis* Nees (Cebadilla Pampeana). *Rev. Fac. Agronomía - UNLPam* 8: 11-20.
- SALAZAR SICILIANO, G. & M. BERÓN. 2013. Diacríticos identitarios en las relaciones transcordilleranas. Evidencias de interacción social y cultural entre el centro de Argentina, centro-oeste de

- Neuquén y la Araucanía chilena. En: NICOLETTI, M. A. & P. NÚÑEZ (eds.), *Araucanía - Norpatagonia: la territorialidad en debate. Perspectivas ambientales, culturales, sociales, políticas y económicas*, pp.187-205. IIDyPCa, San Carlos de Bariloche.
- SCHMEDA-HIRSCHMANN, G., I. RAZMILIC, M. I. GUTIERREZ & J. I. LOYOLA. 1999. Proximate composition and biological activity of food plants gathered by Chilean Amerindians. *Econ. Bot.* 53: 177-187.
- SOLARI, M. E., C. A. LEHNEBACH & L. I. ADÁN. 2004. Metodologías compartidas para el estudio de carbones y semillas de los períodos Arcáico y Formativo del Alero "Marifilo I" (Lago Calafquén, 39° Lat. S). *Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Santiago de Chile* 53: 125-137.
- STEIBEL, P. E. 1997. Nombres y usos de las plantas aplicados por los Indios Ranqueles de La Pampa (Argentina). *Rev. Fac. Agronomía - UNLPam* 9: 1-40.
- STEIBEL, P. E., Z. E. RÚGOLO DE AGRASAR, H. O. TROIANI & O. MARTINEZ. 1997. Sinopsis de las gramíneas (Gramineae Juss.) de la provincia de La Pampa, República Argentina. *Rev. Fac. Agronomía-UNLPam* 9: 1-122.
- TAPIA, A. & J. CHARLIN. 2004. Actividades de molienda y pulido en las tolderías ranquelinas del caldenar pampeano. En: MARTINEZ, G., M. GUTIERREZ, R. CURTONI, M. BERÓN & P. MADRID (eds.), *Aproximaciones contemporáneas a la arqueología pampeana. Perspectivas teóricas, metodológicas, analíticas y casos de estudio*, pp. 363-385. Universidad Nacional del Centro, Facultad de Ciencias Sociales, Olavarría.
- TASSARA, G. & M. OSTERRIETH. 2008. Silicofitolitos en artefactos de molienda de sitios arqueológicos del área interserrana, Buenos Aires. Un estudio preliminar. En: KORSTANJE, M. A. & M. P. BABOT (eds.), *Matices Interdisciplinarios en Estudios Fitolíticos y de Otros Microfósiles*, pp. 163-171. BAR International Series S1870. Archaeopress, Oxford.
- TRAVERSO, J. E. 2001. Colecta, conservación y utilización de recursos genéticos de interés forrajero nativo y naturalizado *Bromus auleticus* Trin. ex Nees (Cebadilla chaqueña). En: *Los Recursos fitogenéticos del género Bromus en el Cono Sur*, pp. 7-18. PROCISUR, Montevideo.
- WATSON, L. & M. J. DALLWITZ. 1992. *The Grass Genera of the World*. CAB International, Wallingford.
- WORMALD CRUZ, A. 1972. El *Bromus mango*, planta desaparecida. *IDESIA* 2: 127-131.
- ZUCOL, A. F. & M. BONOMO. 2005. Nutria Mansa 1 site ethnobotany studies (General Alvarado, Buenos Aires province): II. Comparative phytolithanalysis of mills. *The Phytolitharien* 17: 6-7.
- ZUCOL, A. & M. BONOMO. 2008. Estudios etnobotánicos del sitio arqueológico Nutria Mansa 1 (partido de General Alvarado, provincia de Buenos Aires): II. Análisis fitolíticos comparativos de artefactos de molienda. En: KORSTANJE, M. A. & M. P. BABOT (eds.), *Matices Interdisciplinarios en Estudios Fitolíticos y de Otros Microfósiles*, pp. 173-185. BAR International Series S1870. Archaeopress, Oxford.
- ZUCOL, A., M. BREA, M. OSTERRIETH & G. MARTÍNEZ. 2002. Análisis fitolítico de un horizonte sedimentario del Sitio 2 de la Localidad Arqueológica Amalia, provincia de Buenos Aires. En: MAZZANTI, D., M. BERÓN & F. OLIVA (eds.), *Del Mar a los salitres. 10.000 de Historia Pampeana en el Umbral del Tercer Milenio*, pp. 355-365. Facultad de Humanidades, Universidad Nacional Mar del Plata, Mar del Plata.
- ZULOAGA, F. O. (dir.). 2012. Monocotyledoneae Poaceae: Aristidoideae a Pharoideae. En: Antón, A. M. & F. O. Zuloaga (dir.), *Flora Argentina: Flora vascular de la República Argentina*. Disponible en: <http://www.floraargentina.edu.ar> [Acceso 5 septiembre 2022]
- ZULOAGA, F. O. & O. MORRONE (eds.). 1996. Catálogo de las Plantas Vasculares de la Argentina: Pteridophyta, Gymnospermae y Monocotyledoneae (excluyendo Poaceae). *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot Gard.* 60: 1-332.
- ZULOAGA, F., O. MORRONE & D. RODRÍGUEZ. 1999. Análisis de la biodiversidad en plantas vasculares de la Argentina. *Kurtziana* 27: 17-167.



LAS ETNOESPECIES COMERCIALIZADAS EN LA FERIA DE AGRICULTORES DE BARILOCHE (RIO NEGRO, ARGENTINA) Y SU VERSATILIDAD EN ALIMENTOS LOCALES: CONTRIBUCIONES HACIA LA SOBERANÍA ALIMENTARIA LOCAL

THE ETHNOSPECIES TRADED IN THE BARILOCHE FARMERS' FAIR (RIO NEGRO, ARGENTINA) AND THEIR VERSATILITY IN LOCAL FOODS: CONTRIBUTIONS TOWARDS LOCAL FOOD SOVEREIGNTY

Melisa S. Longo Blasón^{1*}, Soledad Molares² & Ana H. Ladio³

1. Grupo de Etnobiología, INIBIOMA (CONICET-UNCo), S.C. de Bariloche, Río Negro, Argentina.


2. CIEMEP. CONICET - Universidad Nacional de la Patagonia SJB, Esquel, Chubut, Argentina.

3. Grupo de Etnobiología, INIBIOMA (CONICET-UNCo), S.C. de Bariloche, Río Negro, Argentina.

*melisalongo@gmail.com

Citar este artículo

LONGO BLASÓN, M. S., S. MOLARES & A. H. LADIO. 2022. Las etnoespecies comercializadas en la feria de agricultores de Bariloche (Río Negro, Argentina) y su versatilidad en alimentos locales: Contribuciones hacia la soberanía alimentaria local. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 58: 309.

 DOI: <https://doi.org/10.31055/1851.2372.v58.n2.41101>

FE DE ERRATA

Bol. Soc. Argent. Bot. 57: 335-356.


<https://doi.org/10.31055/1851.2372.v57.n3.37329>

En la página 339, figura 2, las fotos C y D fueron tomadas por Lic. Luciana Laborda.

Recibido: 4 May 2023

Aceptado: 6 May 2023

Publicado impreso: 30 Jun 2023

Editora: Ana Maria Gonzalez 

ISSN versión impresa 0373-580X

ISSN versión on-line 1851-2372

SOCIEDAD ARGENTINA DE BOTÁNICA

Comisión Directiva

Presidenta: Mariana Andrea GROSSI
Vice-Presidenta: Carmen Adriana BARTOLI
Secretaria: Agustina YAÑEZ
Secretario de Actas: Pedro Cayetano BERRUETA
Tesorera: Josefina BODNAR
Protesorera: Carmen Cecilia MACLUF

Vocales titulares

Alicia LÓPEZ, Vanina Gabriela SALGADO, Marisa Gabriela BONASORA, Diego Germán GUTIÉRREZ, Juan Facundo RODRÍGUEZ-CRAVERO, Federico Omar ROBBIATI.

Vocales suplente

Renato Andrés GARCÍA, Jessica Noelia VIERA BARRETO, María Belén DOUMECQ, Natalia Evelyn DELBÓN

Revisores de cuentas

Agostina Belén SASSONE, Elián Leandro GUERRERO

Para asociarse, puede contactarse con la sede central de la sociedad, o bien consultar en www.botanicaargentina.org.ar las direcciones de los representantes locales distribuidos en todo el país.

Categorías de asociados:

Protectores: aquellos que abonan una cuota anual doble a la de un socio activo.

Benefactores: los que donan una suma equivalente o mayor a cien cuotas anuales de socio activo, o bien que pagan una cuota anual equivalente a diez veces la de socio activo.

Vitalicios: los que pagan de una sola vez el equivalente a 30 cuotas de socio activo.

Activos: los que pagan la cuota societaria que se establece cada año.

Institucionales: personas jurídicas que pagan una cuota anual no menor a la de socio activo.

Adherentes: estudiantes de nivel terciario que pagan una cuota societaria equivalente al 50% de la cuota anual de socio activo.

El diseño del isotipo de la S.A.B. pertenece a Nidia Flury.

La composición y el armado del presente volumen fueron hechos por María Cecilia Puigbó (IBONE).

La Sociedad Argentina de Botánica es una asociación civil sin fines de lucro, cuyos propósitos son:

- a) agrupar a los profesionales y aficionados a la Botánica
- b) fomentar el progreso de todas las ramas de esta ciencia
- c) editar trabajos de investigación botánica
- d) propender al mejoramiento de la enseñanza de la Botánica, en todos los niveles
- e) estimular la protección de la vegetación natural
- f) organizar y auspiciar reuniones científicas
- g) llevar a cabo excursiones botánicas
- h) contribuir a una mayor precisión de la terminología botánica.



Sede Central

SOCIEDAD ARGENTINA DE BOTÁNICA

Museo de Ciencias Naturales de La Plata

Paseo del Bosque s/n, B1900 La Plata,

Provincia de Buenos Aires, Argentina

E-mail: sabotanica@gmail.com

Domicilio legal: Av. Angel Gallardo 470. CP (C1405DJR)

Ciudad Autónoma de Buenos Aires - Argentina

Página WEB: www.botanicaargentina.org.ar

En venta en la Argentina y en el exterior:

LIBRERÍA L.G.C

Pasaje Gallego 3570

CP (C1240ACD)

Ciudad Autónoma de Buenos Aires - Argentina

Teléfono: (011) 49241140.