

DICIEMBRE 2023

VOLUMEN 58 (4)

Boletín de la
Sociedad Argentina de
BOTÁNICA



S Δ B

SOCIEDAD ARGENTINA DE BOTÁNICA

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 Núcleo 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. OLGAG. 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: 22 de Diciembre de 2023.

ÍNDICE

MICOLOGÍA - MYCOLOGY

- SÁNCHEZ, R. M. & M. V. BIANCHINOTTI
New records of mitosporic ascomycetes on Nothofagaceae from Patagonia, Argentina. 491-503
Nuevos registros de ascomycetes mitospóricos en Nothofagaceae de la Patagonia, Argentina
- SARLEJ, M. I., M. P. RODRÍGUEZ & A. MICHLIG
Los géneros *Dirinaria* (Caliciaceae), *Hyperphyscia*, *Phaeophyscia* y *Physcia* (Physciaceae) en la Reserva de Biosfera Yaboty (Misiones, Argentina). 505-519
The genera *Dirinaria* (Caliciaceae), *Hyperphyscia*, *Phaeophyscia*, and *Physcia* (Physciaceae) in the Yaboty Biosphere Reserve (Misiones, Argentina)

BRIOLOGÍA - BRYOLOGY

- JIMENEZ, S., R. H. ZANDER & D. IRIART
Rediscovery of *Timmiella acaulon* (Timmiellaceae) in the Chaco Province, northeastern Argentina. 521-527
Redescubrimiento de *Timmiella acaulon* (Timmiellaceae) en la Provincia de Chaco, noreste de Argentina
- SUÁREZ, G. M., E. ROGER & D. J. ALVAREZ
Venturiella acrifolia (Erpodiaceae, Bryophyta), new to the dry forest from Argentina. 529-532
Venturiella acrifolia (Erpodiaceae, Bryophyta), nueva para el bosque seco de Argentina

ANATOMÍA Y MORFOLOGÍA VEGETAL - ANATOMY AND PLANT MORPHOLOGY

- MANDÓN, E. & M. N. CAMPAGNA
Estudio de los frutos de *Butia yatay* y *Syagrus romanzoffiana* (Arecaceae) cultivadas con fines ornamentales como fuente de nutrientes y compuestos bioactivos. 533-546
Fruits from ornamental palms trees *Butia yatay* and *Syagrus romanzoffiana* (Arecaceae) as a source of nutrients and bioactive compounds

GENÉTICA Y EVOLUCIÓN - GENETICS AND EVOLUTION

- VEGA, M. V., B. O. SAIDMAN & J. C. VILARDI
Spatial structure of phenotypic traits in seven provenances of *Neltuma alba* (Fabaceae). 547-560
Estructura espacial de caracteres fenotípicos en siete procedencias de *Neltuma alba* (Fabaceae)

ECOLOGÍA Y CONSERVACIÓN - ECOLOGY AND CONSERVATION

GALFRASCOLI, G. M., G. BERNARDELLO & A. CALVIÑO

How well do trees fit the city? lessons from an urban tree survey in Córdoba, Argentina.

561-572

¿Qué tan bien se ajustan los árboles a la ciudad? Respuestas a partir de un relevamiento de arbolado urbano en Córdoba, Argentina

ETNOBOTÁNICA - ETHNOBOTANY

MOGLIA, M. M., A. C. ISAGUIRRE & M. A. CANGIANO

El acervo etnobotánico medicinal del pueblo Nación Huarpe de San Luis (La Represita, San Luis, Argentina).

573-592

The medicinal ethnobotanical heritage of the Huarpe Nation people (La Represita, San Luis, Argentina)

OBITUARIOS - OBITUARIES

593



REVISORES - REVIEWERS

597



NEW RECORDS OF MITOSPORIC ASCOMYCETES ON NOTHOFAGACEAE FROM PATAGONIA, ARGENTINA

NUEVOS REGISTROS DE ASCOMYCETES MITOSPÓRICOS EN NOTHOFAGACEAE DE LA PATAGONIA, ARGENTINA


Romina M. Sánchez^{1*}  & M. Virginia Bianchinotti¹ 

1. Departamento de Biología, Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional de Sur (UNS) y Centro de Recursos Naturales Renovables de la Zona Semiárida (CERZOS-UNS-CONICET), Bahía Blanca, Argentina

*rsanchez@uns.edu.ar

Citar este artículo

SÁNCHEZ, R. M. & M. V. BIANCHINOTTI. 2023. New records of mitosporic ascomycetes on Nothofagaceae from Patagonia, Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 58: 491-503.

 DOI: <https://doi.org/10.31055/1851.2372.v58.n4.42019>

SUMMARY

Background and aims: The Funga of the Patagonian *Nothofagus* forests is being studied since the late 19th century, but despite many efforts is still far from being completely known. The aim of this paper is to present detailed descriptions and data on geographical distribution of some genera and species of mitosporic ascomycetes that constitute new records for Argentina and for the Neotropical Region.

M&M: Bark and woody debris from native Nothofagaceae were collected and studied. Reproductive structures were hand-sectioned and examined following traditional mycological techniques.

Results: Six species of mitosporic ascomycetes were identified: *Avetiaea salvadorae*, *Bactrodesmium atrum*, *Dwiroopa ramya*, *Gilmaniella multiporosa*, *Monodictys paradoxa* and *Pycnopeziza quisquiliaris*. Full descriptions, comments on identification and data on distribution and habitat of each species are provided, along with photographs illustrating diagnostic features.

Conclusions: Two genera, *Dwiroopa* and *Pycnopeziza*, and one species, *M. paradoxa*, are registered for the first time in the Neotropical Region, two other species are first recorded in South America (*B. atrum* and *G. multiporosa*). This constitutes the second record of *A. salvadorae* in the continent, thus expanding its area of distribution.

KEY WORDS

Anamorphs, Andean forests, Ascomycota, Fungi, *Lophozonia*, *Nothofagus*.

RESUMEN

Introducción y objetivos: La Funga de los bosques patagónicos de "*Nothofagus*" viene siendo estudiada desde finales del siglo XIX, pero a pesar de los muchos esfuerzos realizados aún está lejos de ser completamente conocida. El objetivo de este trabajo es presentar descripciones detalladas y datos sobre la distribución geográfica de algunos géneros y especies de ascomicetes mitosporicos, que constituyen nuevos registros para Argentina y para la Región Neotropical.

M&M: Se recolectaron y estudiaron restos de corteza y madera de Nothofagaceae nativas. Las estructuras reproductivas se seccionaron a mano y se examinaron siguiendo las técnicas micológicas tradicionales.

Resultados: Se identificaron seis especies de ascomicetes mitosporicos: *Avetiaea salvadorae*, *Bactrodesmium atrum*, *Dwiroopa ramya*, *Gilmaniella multiporosa*, *Monodictys paradoxa* and *Pycnopeziza quisquiliaris*. Se presentan descripciones completas, comentarios sobre la identificación y datos sobre la distribución y el hábitat de cada especie, junto con fotografías que ilustran sus características diagnósticas.

Conclusiones: Se registran dos géneros, *Dwiroopa* y *Pycnopeziza*, y una especie, *M. paradoxa*, por primera vez en la Región Neotropical, otras dos especies se registran por primera vez para Sudamérica (*B. atrum* y *G. multiporosa*). Este constituye el segundo registro de *A. salvadorae* en el continente, ampliando así su área de distribución.

PALABRAS CLAVE

Anamorfos, Ascomycota, Bosques andinos, Fungi, *Lophozonia*, *Nothofagus*.

Recibido: 31 Jul 2023

Aceptado: 20 Oct 2023

Publicado impreso: 22 Dic 2023

Editora: María Victoria Vignale 

ISSN versión impresa 0373-580X

ISSN versión on-line 1851-2372

INTRODUCTION

The temperate Andean Patagonian forests of Argentina and Chile constitute the southernmost forests on Earth and one of the most particular bio-geographical formations of South America (Hueck, 1978; Cabrera & Willink, 1980; Donoso Zegers, 1993). Its biota is historically related with that of Australia and New Zealand, and is characterized by great biodiversity and high rates of endemism (Bertonatti & Corcuera, 2000). The dominant plant family is Nothofagaceae (Crisci *et al.*, 1991), which was considered monogeneric until Heenan and Smissen (2013) reassessed its classification and rearranged the species in four genera: *Fuscospora* (R. S. Hill & J. Read) Heenan & Smissen, *Lophozonia* Turcz., *Nothofagus* Blume, and *Trisyngyne* Baill. In Argentina, two species of *Lophozonia* (*L. alpina* (Poepp. & Endl.) Heenan & Smissen and *L. obliqua* (Mirb.) Heenan & Smissen) and four of *Nothofagus* (*N. antarctica* (G. Forst.) Oerst., *N. betuloides* (Mirb.) Oerst., *N. dombeyi* (Mirb.) Oerst., and *N. pumilio* (Poepp. & Endl.) Krasser) are present. All of them are also present in Chile along with four more species, endemic from that country.

The fungal biodiversity of Patagonian *Nothofagus* forests have been intensively studied, but despite many efforts, its Funga is still far from being as well-known as the Flora and the Fauna are, in this region. Pioneers like Dusén, Müller, Nylander and Spegazzini, were followed in the middle of the 20th century by Gamundí, Horak, Singer and Wright and, more closely, we could mention the contributions of Rajchenberg, collaborators and disciples. Some groups, like several among the macromycetes, are much better known than others, such as most of the ascomycetes, particularly those with tiny reproductive structures.

With the aim of expanding the knowledge on these fungi, a survey of micromycetes on native plants of the Andean Patagonian forest was initiated in the early 2000s. Since then, several new species and new records of Ascomycota have been published (Bianchinotti *et al.*, 2002; Bianchinotti & Rajchenberg, 2004; Sánchez & Bianchinotti, 2007, 2010, 2015; Sánchez *et al.*, 2012, 2018, 2019).

Here, new records of some genera and species of mitosporic ascomycetes are presented for Argentina

and for the Neotropical Region, along with detailed descriptions, and data on geographical distribution of each one.

MATERIALS AND METHODS

Small pieces of bark were taken off from living plants of *Lophozonia obliqua*, *L. alpina*, *N. antarctica*, *N. dombeyi* and *N. pumilio*; and also from logs of *N. pumilio* deposited in the sawmill “Aserradero Pelech S.A.” Survey was done in protected areas from the Andean Patagonian forests of Argentina: Parque Nacional Lanín, Parque Nacional Los Alerces, Parque Nacional Nahuel Huapi and Parque Provincial Lago Baggilt. A total of 148 samples were examined. Sections of fungal materials were freehand made under a Leica EZ4 stereomicroscope and mounted in water or 5% KOH with phloxine. Microscopic observations and photographs were made with a Leica DM2000 microscope with a Samsung NV10 digital camera. To measure diagnostic structures, material was mounted in tap water and, at least, 10 measurements were taken; M represents the average values. For scanning electron microscopy, reproductive structures were dehydrated (15 minutes in each step) in a graded acetone series (10%-90%, 95%), followed by three changes in absolute acetone. After critical point-drying, the specimens were mounted on aluminum stubs, sputter coated with gold-palladium, and viewed with a LEO EVO 40 Scanning Electron Microscope (SEM). Vouchers were air dried and deposited in BBB Herbarium of the Universidad Nacional del Sur. Isolates were tried in traditional culture media as MA, OA, PDA (Waller *et al.*, 2001) or in *Nothofagus* Agar (NA) or *Nothofagus* Glucose Agar (NGA), which were prepared from a decoction of *Nothofagus dombeyi* bark, by boiling 7 g of bark in small pieces, in 200 ml of distilled water for 15 minutes. Then both media were made as follows: -NA: 170 ml of filtered *N. dombeyi* decoction, 10 g agar and distilled water to reach 500 ml in volume; pH 5 and 20 minutes of sterilization at 1 atmosphere, -NGA: 170 ml of filtered *N. dombeyi* decoction, glucose 5 g, agar 10 g and distilled water to reach 500 ml in volume; pH 6 and 20 minutes of sterilization at 1 atmosphere. The authors of the species are listed following Index Fungorum (www.indexfungorum.org).

RESULTS

Six species of mitosporic ascomycetes were identified: *Avetiaea salvadorae* (Petr.) Abbas & B. Sutton, *Bactrodesmium atrum* M.B. Ellis, *Dwiroopa ramya* Subram. & Muthumary, *Gilmaniella multiporosa* Moustafa & Ezz-Eldin, *Monodictys paradoxa* (Corda) S. Hughes and *Pycnopeziza quisquiliaris* (Ellis & Everh.) W.L. White & Whetzel.

1. *Avetiaea salvadorae* (Petr.) Abbas & B. Sutton, *Trans. Br. Mycol. Soc.* 90: 491. 1988. Fig. 1A-F.

Conidiomata pycnidial, spheroidal, subperidermic, dark brown to black, ca. 158 μm diam., 132-138 μm high ($M = 134.9$); peridium of *textura epidermoidea*, ca. 20 μm thick. Conidiophores absent or represented by a cylindrical to quadrangular subhyaline cell, ca. 5 μm high. Conidiogenous cells ampulliform, enteroblastic, annelidic, with a small collarete, discrete or integrated, percurrent, smooth, hyaline, 9-15 \times 2-5 μm ($M = 10.9 \times 2.9$). Conidia slightly obovoid, enclosed by mucilaginous sheath (0.5-2 μm wide), aseptate, smooth, hyaline, 9-16 \times 7-12 μm ($M = 12.6 \times 9.8$; $n = 20$).

Distribution and habitat. Growing on twigs of *Geoffroea decorticans* (Gillies ex Hook. & Arn.) Burkart (Bianchinotti, 1993) and on bark of *Nothofagus pumilio* in Argentina. On *Salvadora oleoides* Decne. and *S. persica* L. in India and Pakistan (Abbas & Sutton, 1988).

Comments. The specimen described here is assigned to *A. salvadorae* because of the presence of enteroblastic conidiogenous cells and the size of conidia, which are the biggest in the genus (8-21.5 \times 9-17.5 μm). The species is easily distinguishable from the other two in the genus, *A. alcornii* Sivan. & B. Sutton and *A. philippinensis* Petr. & Syd., because the first has holoblastic conidiogenous cells (4.5-7 μm high) and smaller (9-11 μm diam.), spherical, verrucose conidia, with a very thin, persistent mucilaginous sheath (less than 1 μm). The second, which is the type species, differs because conidia, of less size, are ellipsoidal to ovoid (6-10 \times 4.5-5.5 μm) and are devoid of conidial sheath when mature.

Material examined. ARGENTINA. Prov. Chubut: *Parque Nacional Los Alerces*, ca. 12 km on the way to Lago Baggilt (43° 15' 59.76" S, 71° 39' 2.52" W), 1079 m alt., on bark of *N. pumilio*, 15-V-2007, Bianchinotti & Sánchez 545 (BBB).

2. *Bactrodesmium atrum* M. B. Ellis, *Mycol. Pap.* 72: 9. 1959. Fig. 1G-J.

Conidiomata sporodochial, scattered, punctiform or irregular, bright black, superficial, sometimes effuse colonies. Mycelium immersed, branched, hyaline to pale brown, formed by cylindrical cells, thin-walled, smooth, 6-21 \times 4-5 μm ($M = 13.9 \times 4.8$). Conidiophores cylindrical, unbranched, pale brown, ca. 7-10 \times 2 μm . Conidiogenous cells cylindrical, widening towards the apex, monoblastic, integrated, determinate, terminal, smooth, pale brown, ca. 3-7 \times 6 μm . Conidial secession rhexolytic. Conidia solitary, obovoid, 2-6 septate, mostly smooth, sometimes punctate, apical cells black, basally pale brown to subhyaline, 32-68 \times 20-38 μm ($M = 49 \times 28.4$; $n = 52$).

Distribution and habitat. Growing on bark of *Lophozonia obliqua* in Nothofagaceae forest in Argentina; on rotten branches of unidentified tree from China (Zhao *et al.*, 2009), on bark of deciduous trees of England including *Betula* sp. and *Fagus sylvatica* L. (Ellis, 1959); on *F. crenata* Blume in Japan (Matsushima, 1975); on stems of *Phragmites australis* (Cav.) Steud., in a brackish tidal marsh of the river Scheldt in the Netherlands (Van Ryckegem & Verbeke, 2005); on *Agathis australis* (D. Don) Lindl., *Beilschmiedia tarairi* Kirk, *Corynocarpus laevigatus* J.R. Forst. & G. Forst., *Elaeocarpus dentatus* (J.R. Forst. & G. Forst.) Vahl, *Laurelia novae-zelandiae* A. Cunn., *Leptospermum scoparium* J.R. Forst. & G. Forst., *Rhopalostylis sapida* H. Wendl. & Drude and *Rhopalostylis* sp. from New Zealand (Hughes, 1978); on unidentified dead wood from Spain (Silvera-Simón *et al.*, 2009); on *Elaeis guineensis* Jacq. in Tanzania (Pirozynski, 1972).

Comments. The material is fully consistent in all its features with the originally described growing on *Fagus sylvatica* and *Betula* sp. in England (Ellis, 1959). It only differs in having thicker hyphae than that (1.5-4 μm wide). Three species have been

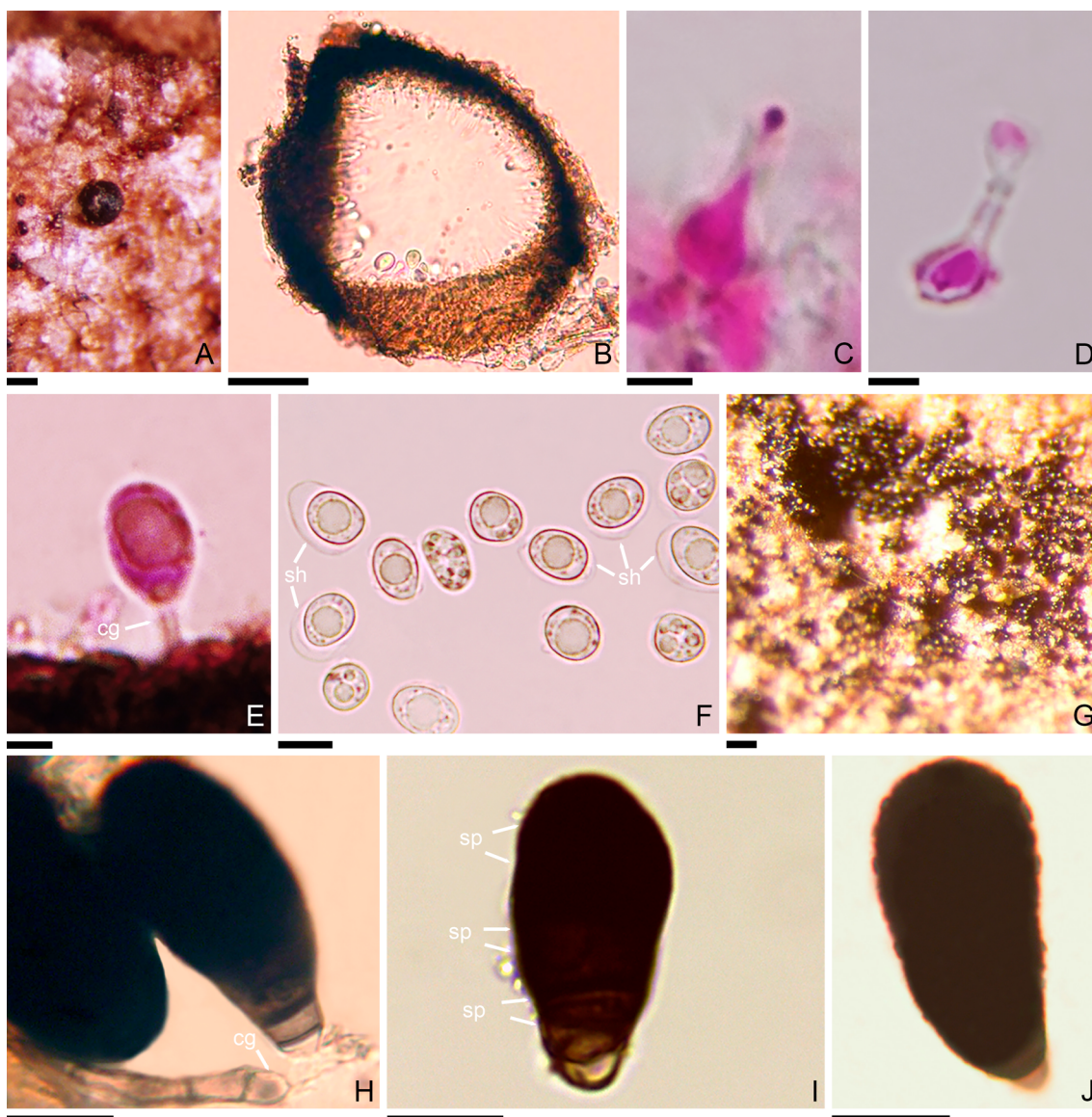


Fig. 1. *Avettaea salvadorae*. **A:** Pycnidial conidioma on substrate. **B:** Vertical section of a pycnidial conidioma. **C:** Conidiogenous cell. **D:** Conidiogenous cell with two annelidic percurrences. **E:** Conidium before liberation from conidiogenous cell. **F:** Conidia. *Bactrodesmium atrum*. **G:** Sporodochial conidioma on substrate. **H:** Conidium detached from conidiogenous cell and view of the conidiophore. **I:** Conidium 6 septate, septa visible by constrictions. **J:** Conidium with ornamented wall. Abbreviations: cg: conidiogenous cell; sh: sheath; sp: septa. Scale bars= A, G: 100 µm; B: 40 µm; C-D: 2 µm; E: 5 µm; F: 10 µm; H-J: 20 µm.

earlier found growing on Nothofagaceae hosts. One of them, *B. biformatum* (Höhn.) S. Hughes found on corticated branches of *Nothofagus* sp. in New Zealand, differs from *B. atrum* in the paler and smaller (18-40 × 7-9.4 µm), ellipsoidal to

clavate, 3 to 9 septate conidia (Hughes, 1983). The second one is *B. traversoanum* (Peyronel) M.B. Ellis which differs from *B. atrum* in the length of the conidiophores (up to 35 µm) and in the shape (clavate to ellipsoidal) of the smaller conidia

(20-37 × 8-12 µm) (Ellis, 1959). The third one, *B. nothofagi* J.A. Cooper, has paler and smaller conidia (47-55 × 18-25 µm) with more septa (5-8) (Cooper, 2005).

Material examined. ARGENTINA. Neuquén: Parque Nacional Lanín, ascent path to the Cascada Chachín waterfall (40° 8' 25.29" S, 71° 40' 3.84" W), 757 m alt., 15-V-2007, on bark of *Lophozonia obliqua*, Bianchinotti & Sánchez 591 (BBB).

3. *Dwiroopa ramya* Subram. & Muthumary, *Proc. Indian Acad. Sci., Pl. Sci.* 96: 196. 1986. Fig. 2A-D.

Conidiomata stromatic immersed, erumpent through the bark, gelatinous and dark brown when wet, carbonaceous and black when dry, 3-9 × 3-7 mm (M = 6.1 × 4.3); plurilocular, locules oval to pyriform, separated by cells in *textura porrecta*, cylindrical, smooth, hyaline, 5-18 × 2-8 µm (M = 11.2 × 5.6). Conidiogenous cells of two types: a) holoblastic, discrete, cylindrical, smooth, hyaline; those producing macroconidia measure 5-17 × 2-7 µm (M = 10.3 × 3.6), while mesoconidia producing cells are 12-26 × 2-4 µm (M = 16.7 × 2.4); b) enteroblastic phialidic, cylindrical, smooth, hyaline, 4-15 × 1-3 µm (M = 9.7 × 2), these cells are integrated on cylindrical, branched, smooth, hyaline conidiophores, ca. 27-39 × 2 µm. Macroconidia unicellular, ellipsoidal, dark brown, 1-2 longitudinal germ slits, smooth with SEM, 11-29 × 8-12 µm (M = 19.6 × 9.7; n = 51). Macroconidia germinates through the slits to produce a septate, hyaline mycelium. Mesoconidia unicellular, ellipsoidal, smooth, hyaline to pale brown, 6-15 × 2-8 µm (M = 11.2 × 5.1; n = 28). Microconidia unicellular, ellipsoidal, apical end rounded, base truncate, smooth, hyaline, 2-10 × 1-3 µm (M = 6.4 × 2.5; n = 31).

Distribution and habitat. Growing on bark of fallen branches and logs of *N. pumilio* in Argentina and on an indeterminate host in India (Subramanian & Muthumary, 1986).

Comments. The material on *Nothofagus* fully agrees with the original description of the species. Besides the species reported here, the genus contains two other ones: *D. lythri* (D.F. Farr & Rossman) D.F. Farr & Rossman on leaves of

Lythrum salicaria L. from the USA and *D. punica* K.V. Xavier, A.N. Kc, J.Z. Groenew., Vallad & Crous which is pathogenic to *Punica granatum* L. in the USA. The macroconidia of *D. ramya* are the longest in the genus (up to 30 µm), in *D. lythri* they are subglobose to ellipsoidal (up to 19 µm) and in *D. punica* broadly ellipsoid (up to 20 µm) (Subramanian & Muthumary, 1986).

Material examined: ARGENTINA. Chubut: Parque Nacional Los Alerces, Huemules forest (42° 47' 27.7" S, 71° 28' 15.5" W), 1137 m alt., on fallen branches of *N. pumilio*, 20-XI-2003, Rajchenberg 12131 (BBB); *Esquel*, Aserradero Pelech Hnos., 8-V-2006; on logs of *N. pumilio* (from Parque Nacional Los Alerces, Huemules forest), Bianchinotti 67, 68 (BBB).

4. *Gilmaniella multiporosa* Moustafa & Ezz-Eldin., *Mycol. Res.* 92: 502. 1989. Fig. 2E-I.

Colonies sporodochial, punctiform, irregular, gregarious, sometimes confluent, dark brown, bright. Mycelium immerse, ramified, pale brown, individual cells cylindrical to reniform, smooth, 4-10 × 3-4 µm (M = 6.9 × 3.3). Conidiophores macronematous, cylindrical, septate, pale brown, 33-93 × 2-3 µm (M = 60.4 × 2.9). Conidiogenous cells mono or polyblastic, clavate, discrete, terminal or intercalary, smooth, pale brown, 6-18 × 3-7 µm (M = 9.9 × 4.7). Conidia holoblastic, in chains of up to 8 conidia, subspherical, smooth, pale brown, 6-9 × 4-7 µm (M = 7.7 × 6.3; n = 23), surface with many scars or pores, from which new lateral chains may be produced; terminal conidia globose, smooth, dark brown, 9-17 × 9-14 (M = 13.8 × 12; n = 31).

Distribution and habitat. Growing on bark of *N. antarctica* in Argentina and in saline soil in Egypt (Moustafa & Ezz-Eldin, 1989).

Comments. The specimen found in Patagonia could not be isolated, however diagnostic morphological features such as shape and size of conidiogenous cells and conidia fit well with those materials isolated from the soil of a salt marsh at north of Sinai (Egypt). The patagonian collection differs only in possessing conidiophores and having longer conidial chains (up to 8 conidia) than in Egyptian specimens (2-3 conidia) (Moustafa & Ezz-Eldin, 1989).

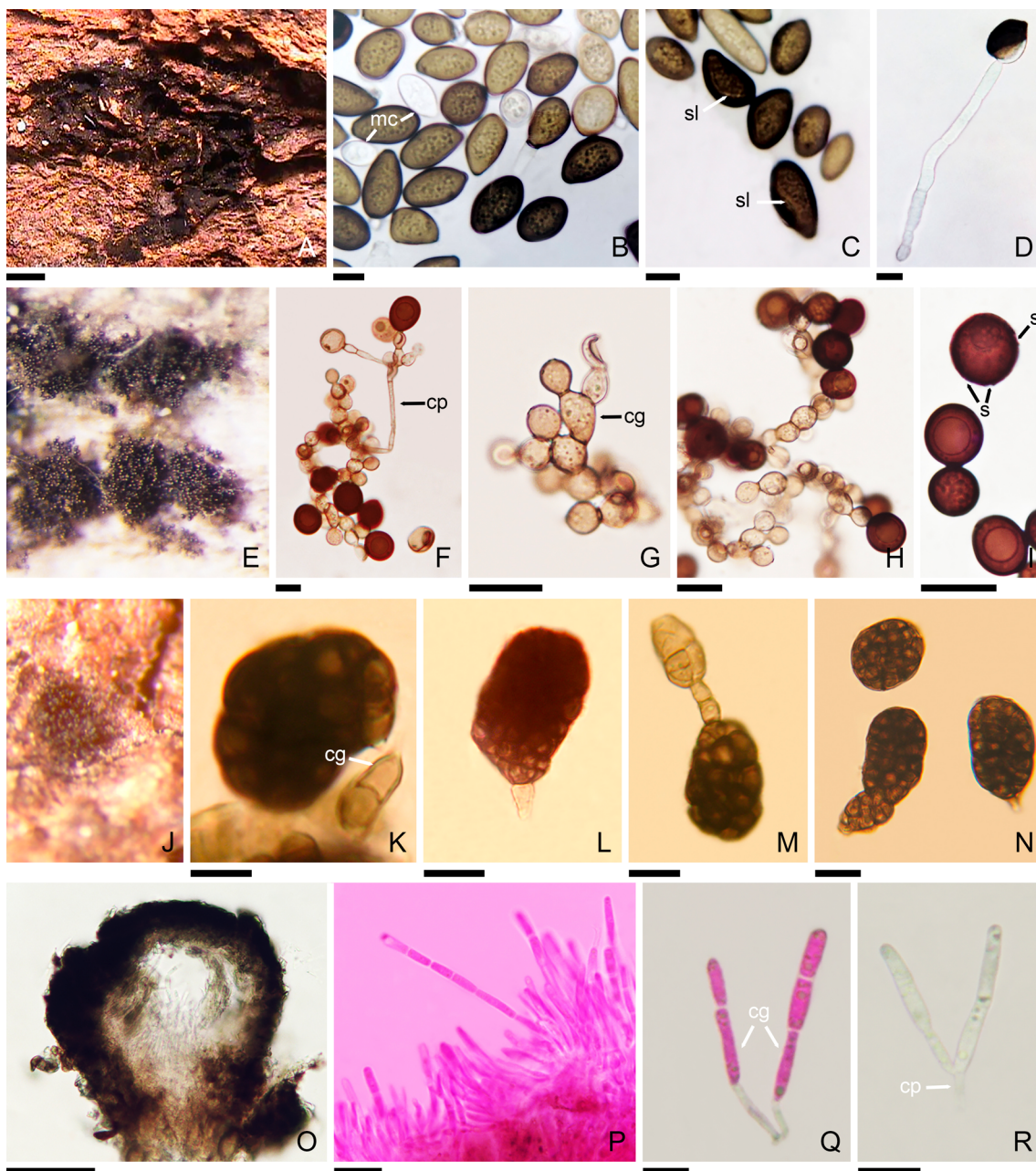


Fig. 2. *Dwiroopa ramya*. **A:** Stromatic conidioma on decorticated wood. **B:** Two microconidia surrounded by macroconidia. **C:** View of the longitudinal germ slits of macroconidia. **D:** Conidium germinating through the longitudinal slit. *Gilmaniella multiporosa*. **E:** Sporodochial conidioma on substrate. **F:** Conidiophore. **G:** Conidiogenous cell. **H:** Conidia in chains. **I:** Terminal conidia showing multiple scars. *Monodictys paradoxa*. **J:** Conidioma on substrate. **K:** Conidium detached from the conidiogenous cell which narrows towards the apex. **L:** Conidium showing the lighter basal cells and a rest of the conidiogenous cell. **M:** Germinating conidium and formation of a new one. **N:** Different shapes and sizes of conidia. *Pycnopeziza quisquiliaris*. **O:** Vertical section of a conidioma. **P:** Chain of two conidia (phloxine stain). **Q:** Conidia attached to conidiogenous cells (phloxine stain). **R:** Conidiophore. Abbreviations= cg: conidiogenous cell; cp: conidiophore; mc: microconidia; s: scars; sl: germ slits. Scale bars= A: 1 mm; B–I, L–N, P: 15 µm; K, Q–R: 10 µm; O: 50 µm.

Material examined. ARGENTINA. Neuquén Prov.: *Parque Nacional Nahuel Huapi*, National Route 40, going from Villa La Angostura to Villa Traful, 1 km before to the provincial access Route 65 (40° 37' 1.358" S, 71° 38' 48.098" W), 16-V-2007, on bark of *N. Antarctica*, Bianchinotti and Sánchez 564 (BBB).

5. *Monodictys paradoxa* (Corda) S. Hughes, *Canad. J. Bot.* 36: 786. 1958. Fig. 2J-N.

Colonies superficial, discrete, punctate, irregular, dark brown, bright. Mycelium scarce, immerse, hyphae cylindrical, short, flexuous, thick walled, smooth, brown. Conidiophores semi-macronematous, cylindrical, long, smooth, hyaline, ca. 3 µm diam. Conidiogenous cells monoblastic, integrated, terminal, cylindrical, short, sometimes narrowing to the apex, smooth, brown, 5-19 × 4-8 (M = 11.4 × 5.6). Conidia irregular, globose, clavate or pyriform, smooth, dark reddish brown, constricted at the thick septa, 21-49 × 14-36 µm (M = 33.2 × 22.2; n = 47), individual cells globose, guttulate, often 2-4 basal cells lighter. Monosporic isolates were done on NA, NGA and PDA following Goh (1999) and placing groups of conidia over small pieces of sterilized *Nothofagus* wood. Sporulation was observed at 7 days and formation of yellow crystals appeared in some 4 months old cultures.

Distribution and habitat. Growing on the bark of stems of *Lophozonia alpina* and *L. obliqua* in Argentina; on bark of a dead branch of fallen *Sorbus aucuparia* L. tree in Belarus (Yurchenko, 2001); on *Betula papyrifera* Marshall and *Betula* sp. from Canada (Hughes, 1960, 1987); on standing senescent culms of *Bambusa* sp. and *Miscanthus floridulus* (Labill.) Warb. ex K. Schum. & Lauterb. in China (Wong & Hyde, 2001); on *Betula* sp. in Czech Republic (Corda, 1938); on *Nectandra* sp. in Cuba (Mercado Sierra, 1981); on bark of *Eucalyptus tereticornis* Sm. and *Eucalyptus* sp. in India (Prasher & Verma, 2016); *Prunus yedoensis* Matsum. in Japan (Matsushima, 1975); on indeterminate bark, twig and decayed wood from Mexico (Heredia-Abarca, 1998); on dead wood of *Betula pendula* Roth and *Quercus robur* L. in Lithuania (Treigienė & Markovskaja, 2003; Markovskaja & Treigienė 2005); on unidentified

wood and bark from Malawi (Sutton, 1993); on different parts of *Rubus gracilis* J. Presl & C. Presl and *Rubus* sp. and bark of *Sizyngium cumini* (L.) Skeels in Pakistan (Abbas & Sobia, 2008); on *B. pendula* and *Quercus* sp. in Poland (Kieruczenko, 1976); on stems of *Chrysanthemum coreanum* (H. Lév. & Vaniot) Nakai ex T. Mori. and cuttings of *Rhododendron* sp. and branches of *R. dauricum* L. and *R. sichotense* Pojark. from Russia (Melnik & Papushoi, 1992; Melnik 2000; Pavlyuk, 2009); on unidentified twigs in Taiwan (Matsushima, 1980); on *B. pendula* in Scotland, Ukraine and United Kingdom (Hughes, 1951; Hayova, 2011); on wood of *Acer saccharum* Marshall and *Lonicera canadensis* Bartram & W. Bartram ex Marshall in the USA (Barr, 1978; Mack, 2022), and on *Glycyrrhiza glabra* L. in Uzbekistan (Gafforov, 2017).

Comments. The specimen found in Patagonia agrees well with the original, just for a slight difference in the size of conidiogenous cells. Species of *Monodictys* are widely spread around the world. When compared with the only three species previously recorded in South America, *M. paradoxa* is distinct from *M. castaneae* (Wallr.) S. Hughes, found on leaves of *Eucalyptus* spp. in Brazil, because this latter has conidia formed by a few cells, with verrucose walls and truncate base (Wellbaum *et al.*, 1999). It differs from *M. glauca* (Cooke & Harkn.) S. Hughes, recorded on bark of *Nothofagus betuloides* in Tierra del Fuego (Argentina), due to its smaller conidia (7-14 × 5-10 µm) (Godeas & Arambarri, 2007). Lastly it could be distinguished from *M. pelagica* (T. Johnson) E.B.G. Jones, recorded on bark of an indeterminate plant in Chile, for having undifferentiated conidiophores and conidiogenous cells, and slightly smaller conidia that when mature they turn completely black so septa are not visible (34-44 × 17-31 µm) (Hughes & Chamut, 1971).

Material examined. ARGENTINA. Neuquén: *Parque Nacional Lanín*, on the way to Lago Hui Hui; 17-V-2007, on bark of *L. alpina*, Bianchinotti and Sánchez 574 (BBB); *ibid.*, in the path of ascent to Cascada Chachín (40° 8' 25.29" S, 71° 40' 3.84" W), 757 m alt., 17-V-2007, on bark of *L. obliqua*, Bianchinotti and Sánchez 592 (BBB).

6. *Pycnopeziza quisquiliaris* (Ellis & Everh.) W.L. White & Whetzel, *Mycologia* 30: 192. 1938. Fig. 2O-R.

Conidiomata pycnidial, subperidermic, globose to obpyriform, dark brown when wet, black when dried, 180-225 × 100-188 μm (M = 193 × 138); ostiolum star-shaped. Conidiophores cylindrical, subhyaline to pale brown, ca. 5-10 × 3 μm. Conidiogenous hyphae cylindrical, holothallic, discrete, determinate, smooth-walled, subhyaline to pale brown, ca. 10-26 × 3 μm (M = 14.4 × 3). Conidia cylindrical with rounded ends, sometimes curved, centrally 1-septate, constricted, guttulate, hyaline, 11-17 × 2-4 μm (M = 14 × 3; n = 34), forming chains of up to 3 conidia.

Distribution and habitat. Growing on decorticated branches of *Nothofagus antarctica* in Argentina, on buds of *Acer rubrum* L. and on buds, leaves and petioles of an undetermined herbaceous species, both from the USA (White & Whetzel, 1938).

Comments. *Pycnopeziza quisquiliaris* is the only species in the genus with conidia deprived of appendages. The patagonian material agrees well with the originally described, which differs for its bigger conidiomata (400-1000 μm diameter) and longer chains of up to 16-20 conidia (White & Whetzel, 1938).

Material examined. ARGENTINA. Chubut: *Parque Nacional Los Alerces*, on the way to Huemules forest, (42° 47' 27.769" S, 71° 28' 15.466" W), 1137 m alt., 28-X-2006, on decorticated branches of *N. antarctica*, Bianchinotti and Sánchez 335 (BBB).

DISCUSSION

From the species of ascomycetes presented here, five are recorded for the first time in the country, while three of them are also cited in South America for the first time. All of them are first cited associated to a nothofagaceous host, adding to the ca. 200 species mentioned by Farr *et al.* (2023) in relation to this plant family in South America. From these, 123 species have been recorded in Argentina and 76 in Chile, but just a few number of species (11) are shared by both countries. Number of species are

usually considered a good expression of diversity in a particular ecosystem (Bermudez & Lindemann-Matthies, 2020). When the diversity of ascomycetes related to *Nothofagus* forests is compared between our continent and Oceania, the greater specific richness is registered in South America, both regions share a few number of genera (less than 20) (Grandi & Silva, 2006; Iturriaga & Minter, 2006; Minter & Peredo López, 2006; Minter & Silva, 2007; Biota of New Zealand, 2023; Farr *et al.*, 2023).

The mitosporic fungi reported here are rare species, mostly of them belong to genera poorly known. The species of the coelomycete genus *Avetia* Petr. & Syd. are infrequently collected, and no sequence data are available, thus their taxonomic placement remains uncertain (Wijayawardene *et al.*, 2016). This genus was first referred to South America by Bianchinotti (1993) who recorded the same species, *A. salvadorae*, on bark of a native leguminosae shrub, and so far, there has been no other record of any species in the continent (Farr, 1973; Iturriaga & Minter, 2006; Minter & Peredo López, 2006; Minter & Silva, 2007). In the material described here, conidia are hyaline, probably because they are immature. Although the typical paraphyses of *A. salvadorae* were not observed here, these could be absent in some collections (Bianchinotti, 1993). This last feature, along with others such as the much smaller conidiomata, raises the question of whether it is a new species. Unlikely the scarce quantity of conidiomata found and the frustrated cultivation attempts have prevented the possibility to obtain molecular sequences. Additional material needs to be examined to perform a definite assignment. The record of this uncommon species is important because the original host species are endangered because of habitat loss.

Bactrodesmium atrum is first recorded in Argentina, and on a nothofagaceous host. *Bactrodesmium* Cooke constitutes a well-resolved lineage in the Sordariomycetes (Sordariomycetes) (Réblová *et al.*, 2020). Four species have been previously registered in South America considering the old circumscription of the genus: *B. aspidospermatis* Bat., Peres & R. Garnier in Brazil on *Aspidosperma* sp. (Batista *et al.*, 1965), *B. microleucurum* (Speg.) M.E. Ellis in Chile on *Chusquea cumingii* (Spegazzini, 1921; Ellis, 1965), *B. peruvianum* B. Sutton in Perú on dead fallen leaves of *Eucalyptus* spp. (Sutton, 1977) and *B. traversoanum* in Argentina on litter of *N.*

dombeyi (Gamundí *et al.*, 1979). However, only two of them were included and accepted in the updated circumscription proposed by Réblová *et al.* (2020): *B. peruvianum* and *B. traversoanum* (as *B. traversianum*). On the contrary, *B. aspidospermatis* is not mentioned and *B. microleucurum* is excluded because of its effuse colonies and different septation of conidia.

Dwiroopa Subram. & Muthumary, another coelomycete, is also considered an odd genus. Close to *Harknessia* Cooke, the major morphological differences between both genera lie in conidial features. According to phylogenetic studies (Xavier *et al.*, 2019), *Dwiroopa* stands as the only member of the family Dwiroopaceae (Diaporthales). From the three known species in the genus, two are pathogens (*D. lythri* and *D. punicae*), while that reported here, *D. ramya*, is considered a saprophyte (Farr & Rossman, 2003; Xavier *et al.*, 2019). Taking into account that as *D. lythri*, *D. ramya* had been previously found only once, this constitutes the second world record of the species. The range of distribution of the genus is thus expanded to South America on a newly recorded host.

Although considered cosmopolite, the hyphomycete *Gilmaniella* G.L. Barron seems to be rare in South America, being known only from Argentina and Brazil. Godeas *et al.* (1977) isolated *G. humicola* G.L. Barron from soil, Mendes *et al.* (1998) reported an indeterminate species of the genus on *Glycine max* L. and *Pseudobombax munguba* (Mart. & Zucc.) Dugand and now, with the finding of *G. multiporosa*, these are the unique published records for the continent (Farr, 1973; Grandi & Silva, 2006; Iturriaga & Minter, 2006; Minter & Peredo López, 2006; Minter & Silva, 2007). Initially monospecific, the genus now comprises eight species: *G. bambuseae* Umali, Goh & K. D. Hyde from bamboo, *G. indica* R.K. Dubey, A.N. Rai, S. Shrivast. & N.K. Verma on living leaves of *Anogeissus acuminata* (Roxb. ex DC.) Wall. ex Guill. & Perr., *G. multiporosa*, *G. nyukfahii* Goh, L.L. Lee & K.C. Teo from dung, *G. subornata* Morinaga, Minoura & Udagawa from soil, *G. thermophila* M. Qureshi & J.H. Mirza from dung, *G. humicola* (type species) on dung and soil and *G. punctiformis* Sivan. & B. Sutton from burned leaves (Barron, 1964; Morinaga *et al.*, 1978; Qureshi & Mizra, 1983; Sivanesan & Sutton, 1985; Umali *et al.*, 1998; Dubey *et al.*, 2011; Goh *et al.*, 2013).

This is the first record of *Monodictys paradoxa* in South America. This species was originally described by Corda (1838) as *Sporidesmium paradoxum* Corda and then transferred by Hughes (1958) to *Monodictys* as *M. paradoxa* (Corda) S. Hughes. This species has been registered many times in Asia and Europe, mainly on bark and wood of different trees, and also on submerged wood in salt water from mangroves (Ellis, 1971; Matsushima, 1975; Yurchenko, 2001; Jones & Vrijmoed, 2003; Abbas & Sobia, 2008). Other species of the genus have been previously recorded in the continent in Argentina (Godeas & Arambarri, 2007), in Brazil (Wellbaum *et al.*, 1999) and in Chile (Minter & Peredo López, 2006).

Finally, the finding of a mitosporic *Pycnopeziza* species constitutes another infrequent record, as these have been described and, up to now, just known from the northern hemisphere. No species had been previously recorded in the southern hemisphere nor from a woody substratum (Farr, 1973; Iturriaga & Minter, 2006; Minter & Peredo López, 2006; Minter & Silva, 2007), so far this is the first record of the genus for the Neotropical region and on wood. Most of *Pycnopeziza* species grow on herbaceous substrata (buds, petioles and decaying leaves), just one species was described as parasitic on lichens from Canada (Ihlen, 1998). However, without giving an explanation, Johnston *et al.* (2014) doubt the belonging of this species in the genus. When the principle “one fungus one name” was accepted and sanctioned in the Code of Nomenclature (Turland *et al.*, 2018), the separate naming of mitosporic and sexual states ended. Several changes were necessarily introduced and several fungal names changed. The specimen here described represents a good example for this subject. It is a mitosporic state, which in the past was named *Acarosporium* Bubák & Vleugel. That genus comprised four species, all considered to represent the anamorphic state of *Pycnopeziza*. Although the name of the anamorph had priority since it was introduced earlier, Johnston *et al.* (2014) proposed *Pycnopeziza* to be protected against *Acarosporium*, and synonymized *Acarosporium* under *Pycnopeziza* because this last has available sequence data and the name was widely used (Holst-Jensen *et al.*, 1997, 2004; Pärtel *et al.*, 2017; Wijayawardene *et al.*, 2017).

However, lacking molecular sequences for the asexual morph, the relationship of these two genera still remains uncertain. Currently the genus comprises five species: *P. americana* (Nag Raj) W.J. Li & K.D. Hyde, *P. pachyderma* (Rehm) W.L. White & Whetzel, *P. quisquilaris*, *P. sejournei* (Boud.) Whetzel & W.L. White and *P. sympodialis* (Bubák & Vleugel ex Bubák) W.L. White & Whetzel (White & Whetzel, 1938; Whetzel & White, 1940; Li *et al.*, 2020).

Numbers of species of the Kingdom Fungi are under constant revision, and figures could vary among authors but there is a general consensus that published species represent just a small fraction of total fungal diversity (Phukhamsakda *et al.*, 2022). Even in the most explored regions, the addition of new records goes hand in hand with making new collections. Argentina does not escape this reality, and despite having a long tradition in mycological studies, the immensity of its territory in addition to the small number of specialists in some groups conspires so knowledge of its fungal diversity is far from being complete. It is hoped that all data provided here, besides being useful to help future collectors in the identification of newly collected specimens, will stimulate to continue performing exploratory studies in a vast, rich and still understudied area.

ACKNOWLEDGEMENTS

To Mario Rajchenberg, Alina Greslebin and María Belén Pildain for sharing their knowledge about the sampling areas and their time in every collection trip. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas and Universidad Nacional del Sur for financial support, and the National Parks Administration of Argentina (Administración de Parques Nacionales) for allowing us to collect the samples in protected nature reserves of the Andean Patagonian forests.

AUTHORS' CONTRIBUTIONS

The two authors were involved in the collection, conditioning and examination of the samples, both in the field and in the laboratory, and finally in the writing of the manuscript.

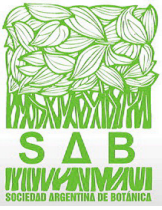
BIBLIOGRAPHY

- ABBAS, S. & M. SOBIA. 2008. Addition to mycoflora of *Syzygium cumini* from Pakistan. *Mycopathology* 6: 57-61.
- ABBAS, S. & B. SUTTON. 1988. An addition to *Avetiaea* (Coelomycetes) from Pakistan. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 90: 491-494.
- BARR, M. 1978. Herbarium-The New York Botanical Garden. Available in: <https://sweetgum.nybg.org/science/vh/specimen-details/?irn=4013590> [Accessed on: June 2023]
- BARRON, G. 1964. A new genus of the Hyphomycetes from soil. *Mycologia* 56: 514-518.
- BATISTA, A., J. BEZERRA & G. PERES. 1965. *Vonarxella* e outros novos ascomycetos. *Riv. Patol. Veg. Pavia Ser.* 4: 61-69.
- BERMUDEZ, G. & P. LINDEMANN-MATTHIES. 2020. "What matters is species richness"-high school students' understanding of the components of biodiversity. *Res. Sci. Educ.* 50: 2159-2187.
- BERTONATTI, C. & J. CORCUERA. 2000. *Situación ambiental argentina 2000*. 2ª ed. Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires.
- BIANCHINOTTI, M. 1993. Contribución al conocimiento de los micromicetes de la Argentina. Deuteromycotina en *Geoffroea decorticans* (Leguminosae). II. Coelomycetes. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 29: 3-6.
- BIANCHINOTTI, M., P. CROUS & M. RAJCHENBERG. 2002. *Cryptosporiopsis lomati* sp. nov. on *Lomatia hirsuta* in Southern Argentina. *Sydowia* 54: 1-8.
- BIANCHINOTTI, M. & M. RAJCHENBERG. 2004. *Coleophoma gevuina* comb. nov., a foliar pathogen on *Gevuina avellana* (Proteaceae). *Sydowia* 56: 217-221.
- BIOTA OF NEW ZEALAND. 2023. Manaaki Whenua. Landcare Research. Available in: <https://biotanz.landcareresearch.co.nz/> [Accessed on: June 2023]
- CABRERA, A. & A. WILLINK. 1980. *Biogeografía de América Latina*, 2ª Ed. Monografías Científicas, Serie Biológica N°13, Secretaría General de la OEA, Washington.
- CORDA, A. 1838. *Icones fungorum hucusque cognitorum*. II. J. G. Calve, Praga.
- CRISCI, J., M. CIGLIANO, J. MORRONE & S. ROIG-JUÑENT. 1991. Historical biogeography of Southern South America. *Syst. Zool.* 40: 152-171.
- DONOSO ZEGERS, C. 1993. *Bosques templados de Chile y Argentina. Variación, estructura y dinámica*.

- Editorial Universitaria, Universidad Austral de Chile, Santiago de Chile.
- DUBEY, R., A. RAI, S. SHRIVASTAVA & N. VERMA. 2011. Two new records of hyphomycetes from India. *Indian Phytopathol.* 64: 390-391.
- ELLIS, M. 1959. *Clasterosporium* and some allied dematiaceae-phragmosporae. II. *Mycol. Pap.* 72: 1-75.
- ELLIS, M. 1965. Dematiaceous hyphomycetes VI. *Mycol. Papers* 103: 1-46.
- ELLIS, M. 1971. *Dematiaceous hyphomycetes*. Commonwealth Mycological Institute, Kew.
- FARR, M. 1973. An annotated list of Spegazzini's fungus taxa. *Bibliotheca Mycologica* 35: 1-1661.
- FARR, D. & A. ROSSMAN. 2003. *Dwiroopa*, a coelomycetous genus with two species. *Mycoscience* 44: 443-446.
- FARR, D., A. ROSSMAN & L. CASTLEBURY. 2023. Fungal Databases, U.S. National Fungus Collections, ARS, USDA. Agricultural Research Service. Available in: <https://nt.ars-grin.gov/fungalDATABASES/> [Accessed on: June 2023].
- GAFFOROV, Y. 2017. A preliminary checklist of Ascomycetous microfungi from Southern Uzbekistan. *Mycosphere* 8: 660-696.
- GAMUNDÍ, I., A. ARAMBARRI & M. BUCSINSZKY. 1979. Micoflora de *Nothofagus dombeyi*, II. *Darwiniana* 22: 189-216.
- GODEAS, A. & A. ARAMBARRI. 2007. Hifomicetes lignícolas de Tierra del Fuego (*Fungi, Fungi Imperfecti, Hyphomycetales*). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 42: 59-69.
- GODEAS, A., S. MARCHAND & M. BERTONI. 1977. Micoflora del suelo de la Argentina VI. Algunos hongos imperfectos hallados frecuentemente en el suelo de la Pcia. de Bs. As. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 18: 33-35.
- GOH, T. 1999. Single-spore isolation using a hand-made glass needle. *Fungal Div.* 2: 47-63.
- GOH, T., L. LEE & K. TEO. 2013. A new coprophilous *Gilmaniella* species from Malaysia. *Mycotaxon* 125: 235-241. <http://dx.doi.org/10.5248/125.235>
- GRANDI, R. & T. SILVA. 2006. Fungos anamorfos decompositores do folheto de *Caesalpinia echinata* Lam. *Rev. Bras. Botanica* 29: 275-287.
- HAYOVA, V. 2011. New for Ukraine records of fungi (Ascomycota) from the Gorgany Nature Reserve. *Ukr. Bot. J.* 68: 865-873.
- HEANNAN, P. & R. SMISSEN. 2013. Revised circumscription of *Nothofagus* and recognition of the segregate genera *Fuscospora*, *Lophozonia*, and *Trisyngyne* (Nothofagaceae). *Phytotaxa* 146: 1-31.
- HEREDIA-ABARCA, G. 1998. Hongos hyphomycetes de los municipios centrales del estado de Veracruz. Instituto de Ecología. Bases de datos SNIB-CONOABIO, proyecto B139. Mexico.
- HOLST-JENSEN, A., L. KOHN & T. SCHUMACHER. 1997. Nuclear rDNA phylogeny of the Sclerotiniaceae. *Mycologia* 89: 885-899.
- HOLST-JENSEN, A., T. VRALSTAD & T. SCHUMACHER. 2004. *Kohninia linnaeicola*, a new genus and species of the Sclerotiniaceae pathogenic to *Linnaea borealis*. *Mycologia* 96: 135-142.
- HUECK, K. 1978. *Los bosques de Sudamérica: Ecología, composición e importancia económica*. Sociedad Alemana de Cooperación Técnica, Eschborn.
- HUGHES, S. 1951. Studies on Microfungi. IV. Two fungi of *Betula* periderm. *Mycolog. Pap.* 37: 1-17.
- HUGHES, S. 1958. Revisiones Hyphomycetum aliquot cum appendice de nominibus rejiciendis. *Canad. J. Bot.* 36: 727-836.
- HUGHES, S. 1960. Canadian National Mycological Herbarium [online]. Available in: <https://www.mycportal.org/portal/collections/index.php> [accessed: July 2023]
- HUGHES, S. 1978. New Zealand fungi 25. Miscellaneous species. *New Zealand J. Bot.* 16: 311-370
- HUGHES, S. 1987. Canadian National Mycological Herbarium [online]. Available in: <https://www.mycportal.org/portal/collections/index.php> [accessed: July 2023]
- HUGHES, S. 1983. *Bactrodesmium biformatum*. *Fungi Canadenses* 258: 1-2.
- HUGHES, S. & P. CHAMUT. 1971. Lignicolous marine fungi from southern Chile, including a review of distributions in the southern hemisphere. *Can. J. Bot.* 41: 1-11.
- IHLEN, P. 1998. The lichenicolous fungi on species of the genera *Baeomyces*, *Dibaeis*, and *Icmadophila* in Norway. *Lichenologist* 30: 27-57.
- ITURRIAGA, T. & D. MINTER. 2006. Hongos de Venezuela [online]. Available in: <http://www.cybertruffle.org.uk/venefung/index.htm>.
- JOHNSTON, P., K. SEIFERT, J. STONE, A. ROSSMAN & L. MARVANOVÁ. 2014. Recommendations on generic names competing for use in Leotiomycetes (Ascomycota). *IMA Fungus* 5: 91-120. <https://doi.org/10.5598/imafungus.2014.05.01.11>

- JONES, E. & L. VRIJMOED. 2003. Biodiversity of marine fungi in Hong Kong coastal waters. In: MORTON, B. (ed.), *Perspectives on marine environment change in Hong Kong and Southern China 1977-2001*, pp. 75-92. Hong Kong.
- KIERUCZENKO, K. 1976. Herbarium Universitatis Varsaviensis. In Canadian National Mycological Herbarium [online]. Available in: <https://www.mycportal.org/portal/collections/index.php> [accessed: July 2023]
- LI, W., E. MCKENZIE, J-K. LIU, D. BHAT, ... & K. HYDE. 2020. Taxonomy and phylogeny of hyaline-spored coelomycetes. *Fungal Div.* 100: 279-801.
- MACK, J. 2022. The biodiversity of microfungi isolated from the bark of the Sugar Maple (*Acer saccharum*). Master Thesis. Carleton University, Canada.
- MARKOVSKAJA, S. & A. TREIGIENĖ. 2005. Microscopic Fungi of Viesvilė Strict Nature Reserve. Preliminary studies. *Bot. Lithuan.* 11: 167-178.
- MATSUSHIMA, T. 1975. *Icones microfungorum a Matsushima lectorum*. Matsushima, Kobe.
- MATSUSHIMA, T. 1980. Saprophytic microfungi from Taiwan Part 1. *Matsushima Mycol. Mem.* 1: 1-82.
- MENDES, M., V. DA SILVA, J. DIANESE, M. FERREIRA, ... & C. CASTRO. 1998. *Fungos em Plantas no Brasil*. Embrapa-SPI/Embrapa-Cenargen, Brasilia.
- MELNIK, V. 2000. Fam. Dematiaceae (Definitorium fungorum Rossiae. Classis Hyphomycetes. Fasc. 1). Nauka, St. Petersburg.
- MELNIK, V., I. PAPUSHOI. 1992. *Imperfect fungi on trees and shrubs: An illustrated handbook*. Shtiintsa, Kishinev.
- MERCADO SIERRA, A. 1981. Lista preliminar de hifomicetes dematiaceos de la Estación Ecológica de Sierra del Rosario y Zonas adyacentes. *Acta Bot. Cub.* 6: 1-6.
- MINTER, D. & H. PEREDO LÓPEZ. 2006. Hongos de Chile. [online]. Available in: www.cybertruffle.org.uk/chilfung
- MINTER, D. & M. SILVA. 2007. Fungi of Brazil. [online]. Available in: www.cybertruffle.org.uk/brazfung
- MORINAGA, T., K. MINOURA & S. UDAGAWA. 1978. New species of microfungi, from South East Asian soil. *Trans. Mycol. Soc. Japan* 19: 135-148.
- MOUSTAFA, A. & E. EZZ-ELDIN. 1989. *Gilmaniella multiporosa*, a new dematiaceous hyphomycete from Egyptian soils. *Mycol. Res.* 92: 502-505.
- PÄRTEL, K., O. BARAL, H. TAMM & K. PÖLDMAA. 2017. Evidence for the polyphyly of *Encoelia* and *Encoelioideae* with reconsideration of respective families in Leotiomycetes. *Fungal Div.* 82: 183-219.
- PAVLYUK, N. 2009. Mycobiota of ornamental plants of the Botanical Garden-Institute FEB RAS. Doctoral Thesis. Russian Academy of Science, Vladivostok.
- PHUKHAMSAKDA, C., R. NILSSON, C. BHUNJUN, A. DE FARIAS, ... & K. HYDE. 2022. The numbers of fungi: Contributions from traditional taxonomic studies and challenges of metabarcoding. *Fungal Divers.* 114: 327-386.
- PIROZYNSKI, K. 1972. Microfungi of Tanzania. I. Miscellaneous fungi on oil palm. II. New hyphomycetes. *Mycol. Pap.* 129: 1-64.
- PRASHER, I. & R. VERMA. 2016. The genus *Monodictys* from Himachal Pradesh. *Kavaka* 47: 138-142.
- QURESHI, M. & J. MIRZA. 1983. *Gilmaniella thermophila* Qureshi & Mirza, sp. nov. a new thermophilic fungus from Pakistan. *Biologia* 29: 341-342.
- RÉBLOVÁ, M., M. HERNÁNDEZ-RESTREPO, J. FOURNIER & J. NEKVINDOVÁ. 2020. New insights into the systematics of *Bactrodesmium* and its allies and introducing new genera, species and morphological patterns in the Pleurotheciales and Savoryellales (Sordariomycetes). *Stud. Mycol.* 95: 415-466.
<https://doi.org/10.1016/j.simyco.2020.02.002>
- SÁNCHEZ, R. & M. BIANCHINOTTI. 2007. Dothiorina: taxonomic concepts and comments on its conidiogenesis. *Mycotaxon* 102: 395-402.
- SÁNCHEZ, R. & M. BIANCHINOTTI. 2010. New records in the Tubeufiaceae from Andean Patagonian forests of Argentina. *Mycotaxon* 111: 131-141.
- SÁNCHEZ, R. & M. BIANCHINOTTI. 2015. Nuevos registros de Dothideomycetes (Ascomycota) no liquenizantes de los bosques andino patagónicos de Argentina. *Darwiniana* 3: 216-226.
- SÁNCHEZ, R., C. CARMARÁN & M. BIANCHINOTTI. 2018. *Ostreichnion* (Dothideomycetes, Ascomycota) en los bosques andino patagónicos (Argentina). *Darwiniana* 6: 47-57.
<https://doi.org/10.14522/darwiniana.2018.61.774>
- SÁNCHEZ, R., A. MILLER & M. BIANCHINOTTI. 2012. A new species of *Acanthostigma* (Tubeufiaceae, Dothideomycetes) from the Southern Hemisphere. *Mycologia* 104: 223-231.
<https://doi.org/10.3852/11-105>

- SÁNCHEZ, R., A. MILLER & M. BIANCHINOTTI. 2019. New species of *Capronia* (Herpotrichiellaceae, Ascomycota) species from Patagonian forest, Argentina. *Plant Fungal Syst.* 64: 81-90.
- SILVERA-SIMÓN, C., J. MENA-PORTALES, J. GENÉ, J. CANO & J. GUARRO. 2009. *Repetophragma calongeei* sp. nov. and other interesting dematiaceous hyphomycetes from the North of Spain. *Anales Jard. Bot. Madrid* 66S1: 33-39.
- SIVANESAN, A. & B. SUTTON. 1985. Microfungi on *Xanthorrhoea*. *Trans. British Mycol. Soc.* 85: 239-255.
- SPEGAZZINI, C. 1921. Mycetes Chilensis. *Bol. Acad. Nac. Ci. Córdoba* 25: 1-124.
- SUBRAMANIAN, C. & J. MUTHUMARY. 1986. *Dwiroopa*, a new genus of the Coelomycetes. *Proc. Indian Acad. Science (Plant Science)* 96: 191-197.
- SUTTON, B. 1977. Some dematiaceous Hyphomycetes from *Eucalyptus* leaf litter. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 18: 154-161.
- SUTTON, B. 1993. Mitosporic fungi from Malawi. *Mycol. Pap.* 167: 1-93.
- TREIGIENÉ, A. & S. MARKOVSKAJA. 2003. New data on anamorphic fungi on oak (*Quercus*) in Lithuania. *Bot. Lithuan.* 9: 285-296.
- TURLAND, N., J. WIERSEMA *et al.* (eds.). 2018. International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (Shenzhen Code), adopted by the Nineteenth International Botanical Congress Shenzhen, China, July 2017. *Regnum Vegetabile* 159. Koeltz Scientific Books, Glashütten. <https://doi.org/10.12705/Code.2018>
- UMALI, T., T. GOH & K. HYDE. 1998. A new species of *Gilmaniella* from Hong Kong. *Mycol. Res.* 102: 435-438.
- VAN RYCKEGEM, G. & A. VERBEKEN. 2005. Fungal ecology and succession on *Phragmites australis* in a brackish tidal marsh. II. Stems. *Fung. Div.* 20: 209-233.
- WALLER, J., J. LENNÉ & S. WALLER. 2001. *Plant Pathologist's Pocketbook*. 3rd edition. CABI Publishing, Wallingford.
- WELLBAUM, C., I-H. SCHOENLEIN-CRUSIUS & V. BARRO DOS SANTOS. 1999. Fungos filamentosos em folhas do ambiente terrestre e aquático da Ilha dos Eucaliptos, Represa do Guarapiranga, São Paulo, SP. *Rev. Bras. Bot.* 22: 69-74.
- WHETZEL, H., W. WHITE. 1940. *Mollisia tetrica*, *Peziza sojournei*, and the genera *Phaeociboria* and *Pycnopeziza*. *Mycologia* 32: 609-620.
- WHITE, W. & H. WHETZEL. 1938. Pleomorphic life cycles in a new genus of the Helotiaceae. *Mycologia* 30: 187-203.
- WIJAYAWARDENE, N., K. HYDE, D. WANASINGHE, M. PAPIZADEH & Y. WANG. 2016. Taxonomy and phylogeny of dematiaceous coelomycetes. *Fungal Divers.* 77: 1-316. <https://doi.org/10.1007/s13225-016-0360-2>
- WIJAYAWARDENE, N., K. HYDE, S. TIBPROMMA, D. WANASINGHE, ... & L. FU. 2017. Towards incorporating asexual fungi in a natural classification: checklist and notes 2012-2016. *Mycosphere* 8: 1457-1555.
- WONG, M. & K. HYDE. 2001. Diversity of fungi on six species of Gramineae and one species of Cyperaceae in Hong Kong. *Mycol. Res.* 105: 1485-1491.
- XAVIER, K., K. AN, P. CROUS, J. GROENEWALD & G. VALLAD. 2019. *Dwiroopa punicae* sp. nov. (Dwiroopaceae fam. nov., Diaporthales), associated with leaf spot and fruit rot of pomegranate (*Punica granatum*). *Fungal Syst. Evol.* 4: 33-41.
- YURCHENKO, E. 2001. On some wood-inhabiting dematiaceous hyphomycetes with remarkable conidia in Belarus. *Mycena* 1: 32-54.
- ZHAO, G., X. LIU, X. XIE & A. CAO. 2009. Saprobic dematiaceous hyphomycetes from Shennongjia region, China. *Nova Hedwigia* 88: 217-227.



LOS GÉNEROS *DIRINARIA* (CALICIACEAE), *HYPERPHYSICIA*, *PHAEOPHYSICIA* Y *PHYSICIA* (PHYSICIACEAE) EN LA RESERVA DE BIOSFERA YABOTY (MISIONES, ARGENTINA)

THE GENERA *DIRINARIA* (CALICIACEAE), *HYPERPHYSICIA*, *PHAEOPHYSICIA*, AND *PHYSICIA* (PHYSICIACEAE) IN THE YABOTY BIOSPHERE RESERVE (MISIONES, ARGENTINA)

María Inés Sarlej^{1*}, María Pía Rodríguez¹ & Andrea Michlig^{1,2}


1. Instituto de Botánica del Nordeste (IBONE, UNNE-CONICET), Corrientes, Argentina
2. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura (FaCENA, UNNE), Corrientes, Argentina

*mariainessarlej@gmail.com

Citar este artículo

SARLEJ, M. I., M. P. RODRÍGUEZ & A. MICHLIG. 2023. Los géneros *Dirinaria* (Caliciaceae), *Hyperphyscia*, *Phaeophyscia* y *Physcia* (Physciaceae) en la Reserva de Biosfera Yaboty (Misiones, Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 58: 505-519.

DOI: <https://doi.org/10.31055/1851.2372.v58.n4.40144>

Recibido: 8 Feb 2023
Aceptado: 6 Oct 2023
Publicado en línea: 30 Nov 2023
Publicado impreso: 22 Dic 2023
Editor: Leopoldo Iannone 

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

SUMMARY

Background and aims: A study of species of the genera *Dirinaria*, *Hyperphyscia*, *Phaeophyscia*, and *Physcia* in the Yaboty Biosphere Reserve (Misiones, Argentina) is presented, aiming to contribute to lichens knowledge in the region.

M&M: Specimens from CTES herbarium collected in Caá-Yarí, Esmeralda, and Moconá Provincial Parks, from the Yaboty Biosphere Reserve, were studied. Species identification included morphological and chemical analyses with spot tests with potassium hydroxide 10%, UV fluorescence, and TLC with solvent A. In order to determine the type of cortex and study ascospores morphology, sections were mounted in 5% potassium hydroxide and observed under an optical microscope.

Results: Thirteen species were identified: *Dirinaria aegialita*, *D. applanata*, *Hyperphyscia variabilis*, *Phaeophyscia hispidula*, *Physcia aipolia*, *P. alba*, *P. albata*, *P. atrostriata*, *P. erumpens*, *P. kalbii*, *P. poncinsii*, *P. rolffii*, and *P. solediosa*. *Physcia kalbii* is mentioned for the first time for Argentina and the genera *Hyperphyscia* and *Phaeophyscia* for the first time for Misiones province. A dichotomous key, descriptions of species for which distribution is extended, photographs, updated distributions, and observations are presented.

Conclusions: This work provided new data about species of the Yaboty Biosphere Reserve, increasing knowledge about lichens diversity in the region.

KEY WORDS

Distribution, diversity, foliose lichens, taxonomy.

RESUMEN

Introducción y objetivos: Se presenta un estudio de especies de los géneros *Dirinaria*, *Hyperphyscia*, *Phaeophyscia* y *Physcia*, presentes en la Reserva de la Biosfera Yaboty (Misiones, Argentina), con el objetivo de contribuir al conocimiento de los líquenes de la región.

M&M: Se estudiaron ejemplares del herbario CTES coleccionados en los Parques Provinciales Caá-Yarí, Esmeralda y Moconá de la Reserva de Biosfera Yaboty. La identificación de las especies incluyó análisis morfológico y químico mediante reacciones puntuales de color, con hidróxido de potasio al 10% (K), fluorescencia en cámara UV y cromatografía en capa delgada (CCD) con solvente A. Para determinar el tipo de corteza y estudiar la morfología de las ascosporas se realizaron cortes a mano alzada, que fueron posteriormente montados en hidróxido de potasio al 5% y observados en un microscopio óptico.

Resultados: Se identificaron 13 especies: *Dirinaria aegialita*, *D. applanata*, *Hyperphyscia variabilis*, *Phaeophyscia hispidula*, *Physcia aipolia*, *P. alba*, *P. albata*, *P. atrostriata*, *P. erumpens*, *P. kalbii*, *P. poncinsii*, *P. rolffii* y *P. solediosa*. *Physcia kalbii* se cita por primera vez para la Argentina y los géneros *Hyperphyscia* y *Phaeophyscia* por primera vez para la provincia de Misiones. Se presenta una clave dicotómica, descripciones de las especies para las cuales se amplía la distribución, fotografías, distribuciones actualizadas y observaciones.

Conclusiones: Este trabajo aportó nuevos datos de las especies propias de la Reserva de Biosfera Yaboty, incrementando el conocimiento sobre la diversidad de los líquenes de la región.

PALABRAS CLAVE

Distribución, diversidad, líquenes foliosos, taxonomía.

INTRODUCCIÓN

La Reserva de Biosfera Yaboty (RBY) es una de las más grandes áreas protegidas de la provincia de Misiones de Argentina y constituye un sitio de enorme importancia como área de conservación de muchas especies de líquenes (Sarlej *et al.*, 2018). Se encuentra ubicada en el centro-este de la provincia, dentro de la selva pluvial caducifolia de la Provincia Fitogeográfica Paranaense (Oyarzabal *et al.*, 2018). Con respecto a la diversidad de líquenes presentes en esta área protegida, trabajos previos registraron seis especies de los géneros *Heterodermia* Trevis. (Sarlej *et al.*, 2018) y cinco especies de *Pyxine* Fr. (Sarlej, 2019).

El género *Physcia* (Schreb.) Michx., después de *Heterodermia* Trevis, es uno de los más diversos de la familia Physciaceae (Benatti & Marcelli, 2019). Se caracteriza por presentar un talo folioso, blanquecino, verdoso a grisáceo, corteza superior paraplectenquímica con atranorina (K+ amarillo), médula blanca con o sin atranorina, zeorina u otros triterpenos, apotecios lecanorinos con ascosporas castañas, uniseptadas, de tipo *Pachysporaria* o *Physcia* y conidios cilíndricos (Moberg, 1990; Scutari, 1995b; Jungbluth & Marcelli, 2012; Benatti & Marcelli, 2019). Es un género cosmopolita que comprende 80 especies en el mundo (Esslinger, 2017; Lücking *et al.*, 2017; Aptroot & Cáceres, 2018; Benatti & Marcelli, 2019; Aptroot *et al.*, 2020; Esslinger *et al.*, 2020; Firdous *et al.*, 2022), de las cuales 37 han sido citadas en Argentina (Ferraro, 1978; Calvelo & Liberatore, 2002; Michlig & Ferraro, 2012), con siete especies para la provincia de Misiones (Osorio, 1981a; Moberg, 1990).

Hyperphyscia Müll. Arg. se diferencia por poseer talos pequeños generalmente no mayores a 2 cm, corteza superior sin atranorina (K-), ricinas ausentes o escasas y conidios largos y filiformes (Moberg, 1987; Filippini *et al.*, 2015). Es un género cosmopolita representado en Argentina por 15 especies (Calvelo & Liberatore, 2002; Filippini *et al.*, 2015).

Phaeophyscia Moberg carece también de atranorina en la corteza superior, pero difiere en la superficie inferior, que presenta ricinas generalmente abundantes y conidios elipsoidales (Moberg, 1977; Jungbluth & Marcelli, 2012). Este género cosmopolita, comprende 50 especies

en todo el mundo (Moberg, 1983, 1993, 1995; Jungbluth & Marcelli, 2012; Liu & Hur, 2019), de las cuales cuatro han sido reportadas en Argentina (Calvelo & Liberatore, 2002; Estrabou *et al.*, 2006).

En cuanto a *Dirinaria* (Tuck.) Clem., incluido actualmente en Caliciaceae (Gaya *et al.*, 2012), se caracteriza por presentar en la corteza superior atranorina (K+ amarilla), ausencia de ricinas en la superficie inferior, apotecios con hipotecio pigmentado y ascosporas de tipo *Dirinaria* (Elix, 2009; Benatti & Jungbluth, 2014). *Dirinaria* es un género que cuenta con aproximadamente 36 especies en todo el mundo (Scutari, 1995a; Elix, 2009; Jungbluth & Marcelli, 2012; Benatti & Jungbluth, 2014), de las cuales siete han sido citadas para Argentina (Calvelo & Liberatore, 2002; Estrabou *et al.*, 2006; Michlig & Ferraro, 2012; Rodríguez & Michlig, 2021), dos de ellas en la provincia de Misiones (Osorio, 1969, 1977, 1981a).

Con el objetivo de contribuir al conocimiento de los líquenes de la región, se presenta un estudio sobre los géneros de *Dirinaria*, *Hyperphyscia*, *Phaeophyscia* y *Physcia* en la RBY. Se presenta una clave para la identificación de las especies estudiadas, descripciones de las especies más relevantes, observaciones sobre sus caracteres diagnósticos, distribución geográfica actualizada e ilustraciones.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó la revisión de ejemplares coleccionados en los parques provinciales Caá-Yarí, Esmeralda y Moconá entre los años 2008 y 2010, depositados en el herbario CTES. Para la identificación de las especies, se analizaron las características macroscópicas y anatómicas con microscopio estereoscópico (Leica MZ6) y óptico (Leica CME) respectivamente. Los caracteres analizados variaron en función de su importancia taxonómica de acuerdo a cada género tratado (Jungbluth & Marcelli, 2012). Se realizaron cortes a mano alzada del talo, para determinar el tipo de plecténquima en ambas cortezas, y de los apotecios, con el fin de establecer el tipo y tamaño de las ascosporas. Se midieron entre 15 y 20 ascosporas maduras por ejemplar. Para llevar a cabo la metodología de análisis químico

se realizaron reacciones puntuales de color con hidróxido de potasio al 10% (K), fluorescencia en cámara de luz UV y cromatografía en capa delgada (CCD) con solvente A (Orange *et al.*, 2010).

Los ejemplares fueron identificados utilizando bibliografía específica (Moberg, 1977, 1983, 1986, 1987, 1990, 1993, 1995; Scutari, 1992, 1995a, b; Esslinger, 2004; Galloway & Moberg, 2005; Estrabou *et al.*, 2006; Paz-Bermudez & Carballal, 2008; Michlig & Ferraro, 2012; Benatti & Jungbluth, 2014; Benatti & Marcelli, 2019; Liu & Hur, 2019).

Se presentan descripciones de las especies para las cuales se extiende la distribución geográfica y se cita bibliografía de referencia con descripciones de las especies no descritas en este trabajo. En “Material estudiado” se utilizan las siguientes abreviaturas: PP= Parque Provincial y RBY= Reserva de Biosfera Yaboty.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se identificaron 13 especies en la RBY de los géneros *Dirinaria* (2 especies), *Hyperphyscia* (1), *Phaeophyscia* (1) y *Physcia* (9): *D. aegialita* (Afzel. ex Ach.) B. J. Moore, *D. applanata* (Fée) D. D. Awasthi, *H. variabilis* Scutari, *Phaeophyscia hispidula* (Ach.) Essl., *Physcia aipolia* (Ehrh. ex Humb.) Fürnr., *P. alba* (Fée) Müll. Arg., *P. albata* (F. Wilson) Hale, *P. atrostriata* Moberg, *P. erumpens* Moberg, *P. kalbii* Moberg, *P. poncinsii* Hue, *P. rolfii* Moberg y *P. solediosa* (Vain.) Lyng. *Physcia kalbii* se cita por primera vez para la Argentina y los géneros *Hyperphyscia* y *Phaeophyscia* por primera vez para la provincia de Misiones. Además, se amplía el área de distribución de ocho especies en el país: *D. aegialita*, *H. variabilis*, *Phaeophyscia hispidula*, *Physcia albata*, *P. erumpens*, *P. poncinsii*, *P. rolfii* y *P. solediosa*.

Clave para identificación de especies de la Reserva de Biósfera Yaboty

1. Corteza superior sin atranorina (K-).
 2. Superficie inferior con ricinas, corteza inferior paraplectenquimática. *Phaeophyscia hispidula*
 - 2'. Superficie inferior sin ricinas, corteza inferior prosoplectenquimática. *Hyperphyscia variabilis*
- 1'. Corteza superior con atranorina (K+).
 3. Superficie inferior sin ricinas.
 4. Polisidiangios presentes, en ocasiones originando soledios. *Dirinaria aegialita*
 - 4'. Polisidiangios ausentes, soralios presentes, punctiformes a crateriformes. *Dirinaria applanata*
 - 3'. Superficie inferior con ricinas.
 5. Talo con soralios; apotecios generalmente ausentes.
 6. Soralios laminares a submarginales.
 7. Superficie inferior marrón o negra. *Physcia erumpens*
 - 7'. Superficie inferior blanca a marrón clara.
 8. Superficie inferior marrón claro a blanquecino hacia la periferia, corteza inferior prosoplectenquimática a intermedia. *Physcia poncinsii*
 - 8'. Superficie inferior blanca, corteza inferior paraplectenquimática. *Physcia albata*
 - 6'. Soralios marginales a submarginales.
 9. Soralios orbiculares a labriformes, semicirculares o reniformes; superficie superior con máculas; pruina ausente. *Physcia rolfii*

9'. Soraliós punctiformes, crateriformes a orbiculares o lineares interrumpidos a labriformes; superficie superior emaculada o débilmente maculada; pruina presente.

10. Superficie inferior estriada; corteza inferior prosoplectenquimática.

Physcia atrostriata

10'. Superficie inferior no estriada; corteza inferior paraplectenquimática.

Physcia soresiosa

5'. Talo sin soraliós; apotecios presentes.

11. Máculas presentes en la superficie superior.

Physcia aipolia

11'. Máculas ausentes en la superficie superior.

12. Superficie inferior blanca o crema.

Physcia alba

12'. Superficie inferior marrón, aclarándose hacia el ápice de los lóbulos.

Physcia kalbii

1. *Dirinaria* (Tuck.) Clem. (Caliciaceae)

1.1. *Dirinaria aegialita* (Afzel. ex Ach.) B. J. Moore, *Bryologist* 71: 248. 1968. Fig. 1A.

Parmelia aegialita Afzel. ex Ach., *Meth. Sectio Post.*: 191. 1803.

Talo folioso, gris blanquecino, corticícola, de 7-8 cm de diámetro; lóbulos sublineares, de ramificación dicotómica anisotómica, 0,5-1 mm de ancho, contiguos a imbricados, redondeados a subtruncados, con ápices flabelados. Superficie superior emaculada a débilmente maculada y con pruina, hacia la periferia del talo. Isidios, soraliós y filidios ausentes. Polisidiangios marginales a submarginales, originados como protuberancias en el talo, que luego se alargan y ramifican, abiertos apicalmente originando soresios granulares. Médula blanca, a veces pigmentada de anaranjado hacia la superficie inferior. Superficie inferior de color negro en el centro y hacia la periferia de color marrón oscuro a claro; ricinas ausentes; corteza inferior prosoplectenquimática. Apotecios ausentes. Química: Corteza superior K⁺ amarillo, UV⁻; médula K⁺ amarillo, UV⁺ blanco azulado; con atranorina y ácido divaricático.

Material estudiado: ARGENTINA. Prov. Misiones: *Dpto. Guarani*, RBY, PP Caá-Yarí, alrededores de la casa del guardaparque, 26° 52' 19,6" S, 54° 13' 33,8" O, 526 m s.n.m., 27-III-2010, Michlig *et al.* 2518 (CTES). *Dpto. San Pedro*,

RBY, PP Moconá, cercanías al ingreso del sendero Chachi, 27° 09' 10,8" S, 53° 54' 3,1" O, 326 m s.n.m., 24-V-2009, Michlig *et al.* 1787 (CTES).

Distribución geográfica. Especie pantropical, presente en África (Swinscow & Krog, 1978), América (Benatti & Jungbluth, 2014), Asia (Van Den Boom *et al.*, 2014) y Oceanía (Elix, 2009). En América del Sur, citada para Brasil (Benatti & Jungbluth, 2014), Colombia (Lücking *et al.*, 2021) y Uruguay (Osorio, 1970). En Argentina se encuentra en Corrientes (Ferraro, 1978), Jujuy y Salta (Calvelo & Liberatore, 2002). Se registra por primera vez para Misiones.

Observaciones. *Dirinaria aegialita* se caracteriza por presentar una superficie superior con polisidiangios marginales a submarginales, que luego pueden originar soresios. Entre las especies coleccionadas en la RBY, *D. aegialita* se asemeja morfológicamente a *D. applanata* en cuanto a los lóbulos flabelados, aunque ambas se diferencian por los propágulos vegetativos: *D. aegialita* presenta polisidiangios, mientras que *D. applanata* presenta soraliós.

1.2. *Dirinaria applanata* (Fée) D. D. Awasthi, *J. Indian Bot. Soc.* 49: 135. 1970. Fig. 1B.

Parmelia applanata Fée, *Essai Crypt. Exot. (Paris)*: 126. 1825 [1824].

Descripción. Benatti & Jungbluth (2014: 19).

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Misiones: *Dpto. Guaraní*, RBY, PP Caá-Yarí, alrededores de la casa del guardaparque, 26° 52' 19,6" S, 54° 13' 33,8" O, 526 m s.n.m., 27-III-2010, Michlig *et al.* 2484 (CTES). *Dpto. San Pedro*, RBY, PP Moconá, cercanías al ingreso del sendero Chachi, 27° 09' 10,8" S, 53° 54' 3,1" O, 326 m s.n.m., 24-V-2009, Michlig *et al.* 1791 (CTES).

Distribución geográfica. Especie pantropical presente en África (Swinscow & Krog, 1978), América (Scutari, 1995a; Kalb, 2004; Benatti & Jungbluth, 2014), Asia (Jayalal *et al.*, 2013; Van Den Boom *et al.*, 2014) y Oceanía (Elix, 2009). En Sudamérica está presente en Bolivia (Flakus *et al.*, 2013), Brasil (Benatti & Jungbluth, 2014), Colombia (Lücking *et al.*, 2021), Venezuela (Marcano *et al.*, 1996). En Argentina se encuentra en Buenos Aires (Osorio, 1977; Scutari, 1992, 1995a), Chaco (Rodríguez & Michlig, 2021), Entre Ríos (Osorio, 1982), Misiones (Osorio, 1977, 1981a) y Corrientes (Michlig & Ferraro, 2012).

Observaciones. *Dirinaria applanata* se caracteriza por presentar lóbulos flabelados, plegados y soraliós laminares a submarginales, punctiformes a crateriformes. Tanto *D. applanata* como a *D. aegialita*, ambas coleccionadas en la RBY, presentan algunas similitudes morfológicas como los lóbulos con ápices flabelados y el color de la superficie inferior, aunque *D. aegialita* se diferencia en que presenta polisidiangios (Benatti & Jungbluth, 2014).

2. *Hyperphyscia* Müll. Arg. (Physciaceae)

2.1. *Hyperphyscia variabilis* Scutari, *Lichenologist* 23: 22. 1991. Fig. 1C.

Talo folioso, gris verdoso a amarronado, corticícola, de 2 cm de diámetro; lóbulos sublineares a subirregulares, discretos a imbricados, de ramificación dicotómica anisotómica a irregular, 0,2-0,5 mm de ancho, contiguos, redondeados a subtruncados, con hipotalo negruzco. Superficie superior brillante, emaculada, sin pruina. Isidios, pústulas, filidios ausentes. Soraliós principalmente marginales a submarginales, generalmente crateriformes a orbiculares, en ocasiones

punctiformes; soredios granulares. Médula blanca. Superficie inferior de color negro a gris oscuro hacia el margen; ricinas ausentes; corteza inferior prosoplectenquimática. Apotecios ausentes. Química: Corteza superior K-, UV-; médula K-, UV-; sustancias no detectadas.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Misiones: *Dpto. Guaraní*, RBY, PP Caá-Yarí, alrededores de la casa del guardaparque, sobre "palo dulce", 26° 52' 19,6" S, 54° 13' 33,8" O, 526 m s.n.m., 27-III-2010, Michlig *et al.* 2452 (CTES).

Distribución geográfica. Especie subtropical, presente en América. En América del Sur, fue registrada para Argentina y Brasil (Scutari, 1991). En Argentina se encuentra en Buenos Aires (Scutari, 1991, 1995a) y Córdoba (Filippini *et al.*, 2015). Se registra por primera vez para Misiones.

Observaciones. *Hyperphyscia variabilis* se caracteriza por los lóbulos con hipotalo negruzco, soraliós principalmente marginales a submarginales, crateriformes a orbiculares con soredios granulares, médula blanca y la ausencia de sustancias liquénicas.

3. *Phaeophyscia* Moberg (Physciaceae)

3.1. *Phaeophyscia hispidula* (Ach.) Essl., *Mycotaxon* 7: 305. 1978. Fig. 1D-E.

Parmelia hispidula Ach., *Lich. Univ.*: 468. 1810.

Talo folioso, gris mineral a gris blanquecino a amarronado, corticícola, de 3-7 cm de diámetro; lóbulos lineares a sublineares, de ramificación irregular a dicotómica anisotómica, 0,5-2 mm de ancho, contiguos, planos a cóncavos, con ápice redondeado a subtruncado. Superficie superior brillante, sin máculas, pruina ni pelos corticales. Isidios, pústulas, filidios ausentes. Soraliós marginales en el ápice de los lóbulos a laminares, capitados, a veces confluentes; soredios farinosos a granulares. Médula blanca. Superficie inferior de color negro, ricinas negras, a veces con ápices blanquecinos, largas, simples a irregulares, uniformemente distribuidas hasta el margen; corteza inferior paraplectenquimática, con hifas oscuras.

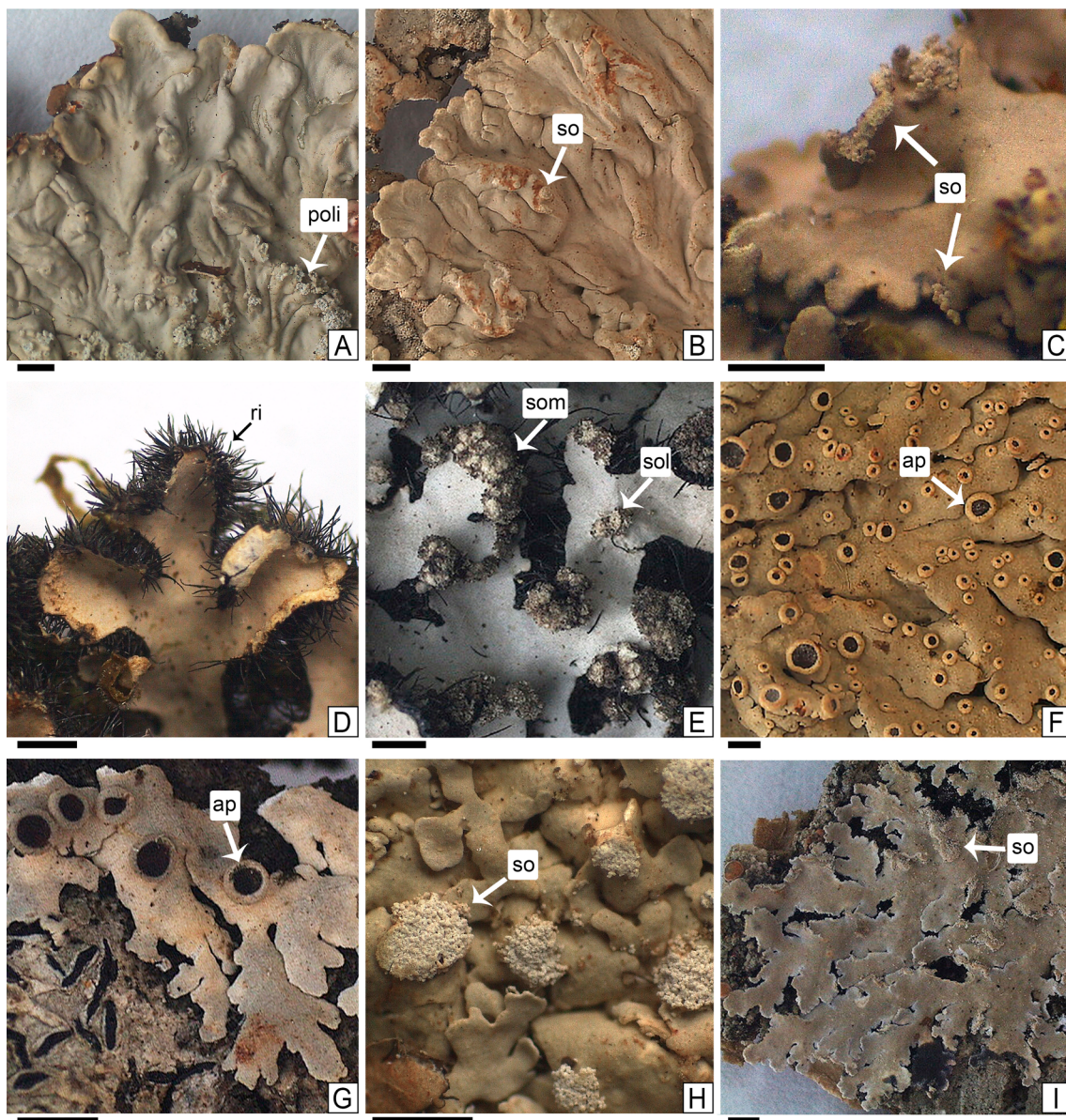


Fig. 1. Especies de los géneros *Dirinaria*, *Hyperphyscia*, *Phaeophyscia* y *Physcia*. **A:** *D. aegialita*. **B:** *D. applanata*. **C:** *H. variabilis*. **D-E:** *Phaeophyscia hispidula*. **F:** *Physcia aipolia*. **G:** *P. alba*. **H:** *P. albata*. **I:** *P. atrostriata*. Abreviaturas= ap: apotecios; poli: polisidangios; so: soralios; sol: soralios laminares; som: soralios marginales. Escalas= A, B, D-I: 1 mm; C: 0,5 mm.

Apotecios ausentes. Química: Corteza superior K-, UV-; médula K-, UV-; sustancias no detectadas.

Material estudiado. ARGENTINA. Misiones: Dpto. Guaraní, RBY, PP Caá-Yarí, alrededores de

la casa del guardaparque, sobre “palo dulce”, 26° 52' 19,6" S, 54° 13' 33,8" O, 526 m s.n.m., 27-III-2010, Michlig *et al.* 2447 (CTES), 2456 (CTES). Dpto. San Pedro, RBY, PP Esmeralda, camino al pinar, sobre un árbol al costado del sendero, 26°

53° 46' S, 53° 52' 45" O, 318 m s.n.m., 13-V-2008, Michlig *et al.* 755 (CTES).

Distribución geográfica. Especie que se encuentra distribuida en todos los continentes, en áreas tropicales y subtropicales (Moberg, 1983, 1993). En Sudamérica se encuentra citada para Brasil, Ecuador, Guatemala, Perú y Venezuela (Moberg, 1993). En Argentina está presente en la provincia de Mendoza (Grassi, 1950; Moberg, 1993; Calvelo & Liberatore, 2002). Se registra por primera vez para Misiones.

Observaciones. *Phaeophyscia hispidula* se caracteriza por presentar lóbulos, planos a cóncavos, soralios marginales a laminares, con soredios farinosos a granulares, la superficie inferior negra, con abundantes ricinas que se proyectan en el margen de los lóbulos y la ausencia de sustancias líquénicas. *Phaeophyscia adiastrata* (Essl.) Essl. es una especie similar que difiere por los soralios predominantemente marginales, con soredios generalmente granulares a isidioides, con algunas formas extremas que pueden desarrollar lobulillos a lo largo del margen (Moberg, 1983).

4. *Physcia* (Schreb.) Michx. (Physciaceae)

4.1. *Physcia aipolia* (Ehrh. ex Humb.) Fűrnr., *Naturhist. Topogr. Ratisbona* 2: 249. 1839. Fig. 1F.

Lichen aipolius Ehrh. ex Humb., *Fl. Friberg. Spec. (Berlin)*: 19. 1793.

Descripción. Moberg (1990: 323).

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Misiones: *Dpto. Guaraní*, RBY, PP Caá-Yarí, alrededores de la casa del guardaparque, sobre "palo dulce", 26° 52' 19,6" S, 54° 13' 33,8" O, 526 m s.n.m., 27-III-2010, Michlig *et al.* 2455 (CTES); metros antes de la casa de guardaparque, sobre rama caída en el pastizal, 26° 53' 19,3" S, 54° 13' 32,1" O, 531 m s.n.m., 27-III-2010, Michlig *et al.* 2541 (CTES); alrededores de la casa del guardaparque, sobre "palo dulce", 26° 52' 19,6" S, 54° 13' 33,8" O, 526 m s.n.m., 27-III-2010, Michlig *et al.* 2454 (CTES); alrededores de la casa del guardaparque, 26° 52' 19,6" S, 54° 13' 33,8" O, 526 m s.n.m.,

27-III-2010, Michlig *et al.* 2485 (CTES). *Dpto. San Pedro*, RBY, PP Esmeralda, camino a la toma de agua, 26° 23' 16" S, 53° 52' 45" O, 13-V-2008, Michlig *et al.* 628 (CTES).

Distribución geográfica. Especie cosmopolita, presente en África (Moberg, 1986), América (Moberg, 1990), Asia (Firdous *et al.*, 2022) y Europa (Moberg, 1977; Paz Bermudez & Carballal, 2008). En América del Sur está citada para Brasil, Colombia, Paraguay, Uruguay y Venezuela (Moberg, 1990). En Argentina se encuentra en Buenos Aires (Scutari 1992, 1995b; García & Rosato, 2015), Catamarca (Rodríguez *et al.*, 2016), Córdoba (Estrabou *et al.*, 2006), Corrientes (Ferraro, 1978; Popoff & Ferraro, 2002; Michlig & Ferraro, 2012), Entre Ríos (Lavornia *et al.*, 2017), Misiones (Osorio, 1981a; Moberg, 1990), La Pampa (Grassi, 1950), San Luis (Estrabou *et al.*, 2006) y Tucumán (Rodríguez *et al.*, 2016).

Observaciones. *Physcia aipolia* se caracteriza por las máculas conspicuas a lo largo de toda la superficie superior, la superficie inferior de color blanquecino, amarronado a gris oscuro, la corteza inferior prosoplectenquímica o intermedia, la presencia de zeorina en la médula (K+ amarillo) y la ausencia de propágulos vegetativos. Entre las especies de este género similares a *P. aipolia* presentes en la RBY que carecen de propágulos vegetativos se encuentran *P. alba* y *P. kalbii*, las que se diferencian de *P. aipolia* por la ausencia de máculas.

4.2. *Physcia alba* (Fée) Müll. Arg., *Rev. Mycol.* 9: 136. 1887. Fig. 1G.

Parmelia alba Fée, *Essai Crypt. Exot. Officin.*: 125. 1825.

Descripción. Moberg (1990: 323-324).

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Misiones: *Dpto. Guaraní*, RBY, PP Caá-Yarí, alrededores de la casa del guardaparque, 26° 52' 19,6" S, 54° 13' 33,8" O, 526 m s.n.m., 27-III-2010, Michlig *et al.* 2473 (CTES).

Distribución geográfica. Especie tropical, presente en América (Moberg, 2002). En América

del Sur se encuentra en Brasil (Osorio, 1981b; Moberg, 1990; Osorio *et al.*, 1997; Benatti & Marcelli, 2019), Chile, Perú, Uruguay y Venezuela (Moberg, 1990). En Argentina está citada para las provincias de Buenos Aires (Scutari, 1992, 1995b; García & Rosato, 2015), Córdoba (Estrabou *et al.*, 2006), Corrientes (Ferraro, 1978; Popoff & Ferraro, 2002), Misiones (Osorio, 1981a) y Tucumán (Languasco *et al.*, 2016).

Observaciones. *Physcia alba* se caracteriza por la superficie inferior del talo de color blanquecino, la corteza inferior prosoplectenquimática y la ausencia de propágulos vegetativos. Se asemeja morfológicamente a *P. aipolia*, coleccionada en la RBY, especialmente por la presencia de numerosos apotecios, pero esta última se diferencia por la presencia de máculas en la superficie superior, lóbulos de ápice redondeado, de mayor tamaño, y las ascosporas más pequeñas (Moberg, 1990).

4.3. *Physcia albata* (F. Wilson) Hale, *Bryologist* 66: 72. 1963. Fig. 1H.

Parmelia albata F. Wilson, *Pap. & Proc. R. Soc. Tasm.*: 173. 1893.

Talo folioso, gris blanquecino a gris verdoso, corticícola, de 1-3,5 cm de diámetro; lóbulos sublineares, de irregular a ramificación dicotómica anisotómica, 0,2-1 mm de ancho, contiguos a imbricados, de ápice redondeado a subtruncado. Superficie superior emaculada, epruinosa y levemente brillante. Isidios, pústulas y filidios ausentes. Soraliros laminares a submarginales, inicialmente punctiformes a orbiculares, luego capitados, a veces confluentes; soredios farinosos a granulares. Médula blanca. Superficie inferior de color blanco, moderadamente ricinada, cubriendo la superficie hasta el margen; ricinas simples, negras a blanquecinas, con el ápice grisáceo, distribuidas homogéneamente; corteza inferior paraplectenquimática. Apotecios ausentes. Química: Corteza superior K⁺ amarillo, UV⁻; médula K⁺ amarillo, UV⁻; con atranorina y zeorina.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Misiones: *Dpto. Guaraní*, RBY, PP Caá-Yarí, 26° 52' 19,6" S, 54° 13' 33,8" O, 526 m s.n.m., 27-III-2010, Michlig *et al.* 2499 (CTES).

Distribución geográfica. Especie pantropical, presente en África (Moberg, 1986), América (Moberg, 1990) y Oceanía (Galloway & Moberg, 2005). En América del Sur está presente en Chile y Perú (Moberg, 1990). En Argentina se encuentra en Buenos Aires (Scutari, 1992, 1995b). Se registra por primera vez en Misiones.

Observaciones. *Physcia albata* se caracteriza por presentar una superficie superior con soraliros laminares a submarginales, inicialmente punctiformes a orbiculares, luego capitados, a veces confluentes y la superficie inferior blanca con corteza inferior paraplectenquimática. Se asemeja a *P. erumpens* coleccionada en la RBY porque ambas presentan soraliros y corteza inferior paraplectenquimática, pero se pueden diferenciar porque en *P. albata* la superficie inferior es blanca y en cambio *P. erumpens* es castaña a negra.

4.4. *Physcia atrostriata* Moberg, *Nordic J. Bot.* 6: 853. 1986. Fig. 1I.

Descripción. Moberg (1990: 324-325).

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Misiones: *Dpto. San Pedro*, RBY, PP Esmeralda, camino al pinar, sobre un árbol al costado del sendero, 26° 53' 40" S, 53° 52' 42" O, 318 m s.n.m., 15-V-2008, Michlig *et al.* 753 (CTES), 754 (CTES); Embarcadero Piedra Bugre, 16-V-2008, Michlig *et al.* 1005 (CTES).

Distribución geográfica. Especie preferentemente pantropical, extendida hacia regiones subtropicales. Presente en África (Moberg, 1986), América (Moberg, 1990), Asia (Van Den Boom *et al.*, 2014), Europa (Scutari, 1995b) y Oceanía (Galloway & Moberg, 2005). En América del Sur está presente en Brasil, Colombia, Ecuador, Guayana Francesa, Guyana, Perú, Surinam, Venezuela (Moberg, 1990; Benatti & Marcelli, 2019) y Bolivia (Flakus *et al.*, 2013). En Argentina se encuentra en Buenos Aires (Scutari, 1992, 1995b) y Misiones (Moberg, 1990).

Observaciones. *Physcia atrostriata* se caracteriza por presentar lóbulos estrechos, planos y ápices usualmente ascendentes, superficie superior con pruina distribuida irregularmente, soraliros

marginales, la superficie inferior usualmente estriada, de color marrón a negro en el centro y blanquecino hacia la periferia, donde carece generalmente de corteza inferior y la corteza inferior prosoplectenquimática. Entre las especies coleccionadas en la RBY, *P. atrostriata* se asemeja a *P. solediosa* en que ambas especies poseen soraliós marginales, pero se diferencian en que *P. solediosa* presenta corteza inferior paraplectenquimática, mientras que en *P. atrostriata* la corteza inferior es prosoplectenquimática.

4.5. *Physcia erumpens* Moberg, *Nordic J. Bot.* 6: 856. 1986. Fig. 2A.

Talo folioso, gris amarronado, levemente brillante, corticícola, de 1-4 cm de diámetro; lóbulos sublineares, de ramificación irregular a dicotómica, 0,5-1 mm de ancho, contiguos, de ápice redondeado a subtruncado. Superficie superior emaculada, levemente pruinosa hacia la periferia del talo. Isidios, pústulas y filidios ausentes. Soraliós laminares a submarginales, a veces originados a partir de fisuras, inicialmente punctiformes, luego crateriformes a orbiculares, a veces confluentes; soredios farinosos a granulares. Médula blanca. Superficie inferior marrón oscuro a negro, moderadamente ricinada, con una angosta zona marginal de color blanco, ricinas simples, concoloras con la superficie inferior, a veces con puntas blanquecinas hacia la periferia del talo, corteza inferior paraplectenquimática. Apotecios moderados, planos a levemente cóncavos, de 0,4-2 mm de diámetro, sésiles, laminares a submarginales, anfitecio sorediado; disco de color castaño oscuro, epruinoso; ascosporas de tipo *Pachysporaria*, de 18-25 x 8-10 μm . Química: Corteza superior K+ amarillo, UV-; médula K+ amarillo, UV-; con atranorina y zeorina.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Misiones: *Dpto. San Pedro*, RBY, PP Moconá, alrededores de la subestación Biológica Marcio Ayres, 27° 09' 13" S, 53° 54' 04" O, 318 m s.n.m., 17-V-2008, Michlig *et al.* 974 (CTES); Ruta Provincial N° 2, a 100 m antes del centro de visitantes, sobre ramas caídas, al costado de la ruta, 27° 09' 13,1" S, 53° 54' 7,2" O, 315 m s.n.m., 25-V-2009, Michlig & Niveiro 1849 (CTES).

Distribución geográfica. Especie pantropical, presente en África (Moberg, 1986), América (Moberg, 1990; Benatti & Marcelli, 2019), Asia, Europa y Oceanía (Galloway & Moberg, 2005). En América del Sur se encuentra en Brasil, Chile, Ecuador, Guayana Francesa, Perú, Uruguay y Venezuela (Moberg, 1990; Benatti & Marcelli, 2019). En Argentina se cita en Buenos Aires (Scutari, 1992, 1995b; García & Rosato, 2013, 2015) y Córdoba (Scutari, 1992, 1995b; Estrabou *et al.*, 2006). Se registra por primera vez en Misiones.

Observaciones. *Physcia erumpens* se caracteriza por presentar una superficie superior emaculada, levemente pruinosa hacia la periferia del talo, soraliós laminares a submarginales, que inicialmente son punctiformes y luego se tornan crateriformes a orbiculares y la corteza inferior paraplectenquimática. Algunos autores mencionan para la especie que la superficie inferior es negra, excepto en el margen (Moberg, 1986, 1990, 2002), mientras que para otros puede haber variación, incluyendo tonalidades amarronadas (Galloway & Moberg, 2005; Benatti & Marcelli, 2019), lo que coincide con el material estudiado. Se asemeja a *P. albata*, especie presente en la RBY, ya que ambas poseen corteza inferior paraplectenquimática. Sin embargo, se diferencian en que *P. erumpens* la superficie inferior del talo es marrón oscuro a negro y en *P. albata* la superficie inferior es blanca.

4.6. *Physcia kalbii* Moberg, *Nordic J. Bot.* 10: 331. 1990. Fig. 2 B-C.

Talo folioso, gris blanquecino a gris verdoso, corticícola, de 8 cm de diámetro; lóbulos sublineares, de ramificación irregular, planos a convexos hacia el ápice, 0,5-1 mm de ancho, contiguos, con lobulillos marginales. Superficie superior emaculada, con pruina escasa hacia la periferia del talo. Isidios, pústulas, filidios y soraliós ausentes. Médula blanca. Superficie inferior marrón a negro en la zona central aclarándose hacia los bordes de los lóbulos; ricinas irregulares, de color marrón a negro, distribuidas homogéneamente; corteza inferior subprosoplectenquimática a prosoplectenquimática. Apotecios abundantes,

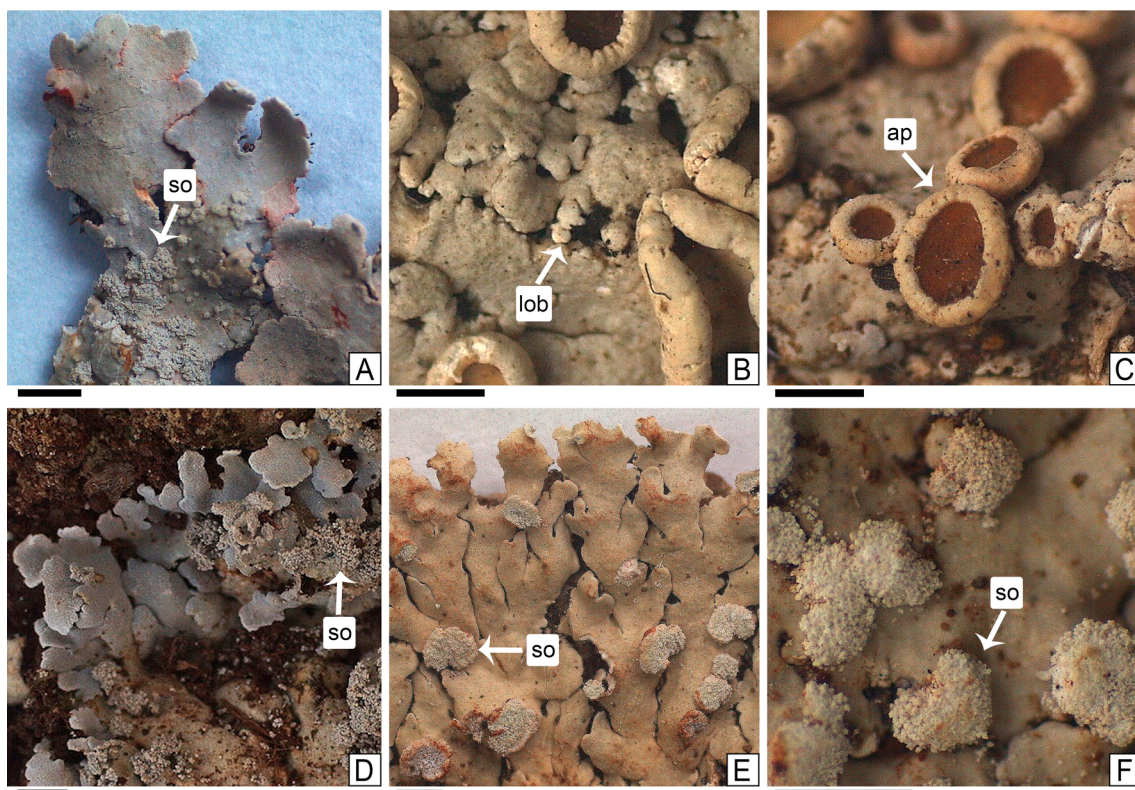


Fig. 2. Especies del género *Physcia*. **A:** *P. erumpens*. **B-C:** *P. kalbii*. **D:** *P. poncinsii*. **E:** *P. rolffii*. **F:** *P. solediosa*. Abreviaturas= ap: apotecios; lob: lobulillos; so: soralios. Escalas= A-F: 1 mm.

planos a levemente cóncavos, de 0,2-2 mm de diámetro, sésiles, laminares a submarginales, de margen entero a crenado, anfitecio liso; disco color marrón epruinoso; ascosporas de tipo *Pachysporaria*, de (22-)23-32(-33) x (8-)10-12 μ m. Química: Corteza superior K+ amarillo, UV-; médula K+ amarillo, UV-; con atranorina y zeorina.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Misiones: Dpto. San Pedro, RBY, PP Moconá, Ruta N° 2, a 100 m antes del Centro de Visitantes, sobre rama caída al costado de la ruta, 27° 0,3' 1,3" S, 53° 54' 7,2" O, 315 m s.n.m., 25-V-2009, Michlig & Niveiro 1850 (CTES).

Distribución geográfica. Especie tropical a subtropical, presente en América (Moberg, 1990). En América del Sur está citada en Brasil (Moberg,

1990) y Chile (Elvebakk & Moberg, 2002). Éste constituye el primer registro para la Argentina.

Observaciones. *Physcia kalbii* se caracteriza por poseer lobulillos marginales, superficie superior emaculada con pruina escasa, la superficie inferior de color marrón a negro en la zona central aclarándose hacia los bordes de los lóbulos, con ricinas de color marrón a negro y la corteza inferior prosoplectenquimática. El material estudiado presenta pruina en la superficie superior de los lóbulos, hacia la periferia del talo, a diferencia de lo mencionado por Moberg (1990). Entre las especies del género presentes en la RBY *P. kalbii* se asemeja a *P. aipolia*, en cuanto a la presencia de apotecios y corteza inferior prosoplectenquimática, pero *P. kalbii* se diferencia porque presenta una superficie superior lisa y pruinosa.

4.7. *Physcia poncinsii* Hue, *Bull. Soc. Bot. France* 63: 10. 1916. Fig. 2D.

Talo folioso, gris blanquecino a gris oscuro, corticícola, de 5-8 cm de diámetro; lóbulos sublineares, deramificación dicotómica anisotómica, 0,2-1 mm de ancho, contiguos, de ápice redondeado a subtruncado. Superficie superior con máculas con pruina hacia el ápice de los lóbulos. Isidios, pústulas y filidios ausentes. Soraliolios laminares a submarginales, orbiculares a capitados, a veces confluentes; soledios granulares. Médula blanca. Superficie inferior de color marrón claro en el centro y blanco hacia la periferia, moderadamente ricinada; ricinas simples, blanquecinas hacia el margen, amarronadas a grisáceas hacia el centro; corteza inferior prosoplectenquimática o intermedia. Apotecios abundantes, planos a levemente cóncavos, de 0,2-2 mm de diámetro, sésiles, laminares a submarginales, de margen crenado y solediado, anfitecio solediado; disco color marrón, epruinoso; ascosporas de tipo *Pachysporaria*, de 20-33 x 8-10(-12) μm . Química: Corteza superior K+ amarillo, UV-; médula K+ amarillo, UV-; con atranorina y zeorina.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Misiones: *Dpto. San Pedro*, RBY, PP Moconá, alrededores de la subestación Biológica Marcio Ayres, 27° 09' 13" S, 53° 54' 04" O, 318 m s.n.m., 17-V-2008, Michlig *et al.* 969 (CTES), 970 (CTES).

Distribución geográfica. Especie pantropical, presente en África (Moberg, 1986), América (Moberg, 1990) y Oceanía (Galloway & Moberg, 2005). En América del Sur se citan en Bolivia (Flakus *et al.*, 2013) y en Brasil, Chile, Ecuador, Perú, Uruguay y Venezuela (Moberg, 1990). En Argentina se encuentra en Buenos Aires (Scutari, 1992, 1995b), Córdoba (Estrabou *et al.*, 2006), Corrientes (Michlig & Ferraro, 2012) y San Luis (Estrabou *et al.*, 2006). Se registra por primera vez para Misiones.

Observaciones. *Physcia poncinsii* es reconocida por soraliolios principalmente laminares a submarginales, orbiculares a capitados, con soledios granulares muy desarrollados, superficie inferior amarronada a blanquecina, aclarándose hacia la periferia y la corteza inferior que varía de prosoplectenquimática a intermedia.

Entre las especies identificadas en la RBY, *P. poncinsii* presenta similitud con *P. erumpens* y se asemejan en que ambas especies forman soledios, sin embargo, se diferencian en el color de la superficie inferior y tipo de corteza inferior: *P. poncinsii* posee una superficie inferior amarronada a blanquecina y su corteza inferior es prosoplectenquimática a intermedia, mientras que en *P. erumpens* la superficie inferior varía de marrón, gris oscuro a negro y su corteza inferior es paraplectenquimática.

4.8. *Physcia rolfi* Moberg, *Nordic J. Bot.* 10: 337. 1990. Fig. 2E.

Talo folioso, gris blanquecino, corticícola, de 3 cm de diámetro; lóbulos lineares a sublineares, de ramificación irregular a dicotómica anisotómica, 0,5-1 mm de ancho, contiguos a apenas imbricados, de ápice redondeado a truncado. Superficie superior con máculas conspicuas, punctiformes; sin pruina. Isidios, pústulas y filidios ausentes. Soraliolios marginales a submarginales, orbiculares a labriformes, frecuentemente semicirculares o de forma arriñonada; soledios farinosos a granulares. Médula blanca. Superficie inferior débilmente amarronada en el centro y hacia la periferia de color blanco, moderadamente ricinada; ricinas simples, castañas a grisáceas, distribuidas homogéneamente; corteza inferior paraplectenquimática a prosoplectenquimática en los estratos más internos. Apotecios ausentes. Química: Corteza superior K+ amarillo, UV-; médula K+ amarillo, UV-; con atranorina y zeorina.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Misiones: *Dpto. Guaraní*, RBY, PP Caá-Yarí, alrededores de la casa del guardaparque, 26° 52' 19,6" S, 54° 13' 33,8" O, 526 m s.n.m., 27-III-2010, Michlig *et al.* 2487 (CTES).

Distribución geográfica. Especie tropical, presente en América (Moberg, 1990) y Oceanía (Elix, 2011). En América del Sur se encuentra en Brasil, Ecuador, Perú, Uruguay y Venezuela (Moberg, 1990). En Argentina se cita en la provincia de Buenos Aires (Scutari, 1992; García & Rosato, 2015). Se registra por primera vez para Misiones.

Observaciones. *Physcia rolffii* se caracteriza por presentar soralios marginales a submarginales, orbiculares a marcadamente labriformes, semicirculares o de forma arriñonada, la superficie superior maculada, la superficie inferior amarronada hacia el centro y blanca hacia la periferia y la corteza inferior paraplectenquímica a prosoplectenquímica en los estratos más internos. Entre las especies colectadas en la RBY, *P. rolffii* presenta similitud con *P. solediosa* por presentar soralios marginales, pero se diferencian en que *P. rolffii* presenta soralios orbiculares, labriformes a semicirculares y *P. solediosa* presenta soralios punctiformes a orbiculares.

4.9. *Physcia solediosa* (Vain.) Lyngé, *Skr. Vid.-Selsk. Christiania, Kl. I. Math.-Natur.* 16: 27. 1924. Fig. 2F.

Physcia integrata var. *solediosa* Vain., *Acta Soc. Fauna Fl. Fenn.* 7: 142. 1890.

Talo folioso, gris blanquecino a gris verdoso, corticícola, de 1-4 cm de diámetro; lóbulos sublineares, de ramificación dicotómica anisotómica, 0,5-1 mm de ancho, contiguos a imbricados, de ápice redondeado a subtruncado. Superficie superior emaculada o con máculas débiles, usualmente con pruina densa muy evidente en láminas y lóbulos, raramente epruinosa. Isidios, pústulas, filidios ausentes. Soralios marginales a submarginales, punctiformes a orbiculares; soledios granulares a farinosos. Médula blanca. Superficie inferior gris oscura, marrón a negra hacia el centro y blanco hacia la periferia, moderadamente ricinada hasta el margen, distribución homogénea de las ricinas, ricinas simples a escuarrosas y de color negro; corteza inferior paraplectenquímica. Apotecios cuando presentes escasos, planos a levemente cóncavos, de 0,3-0,5 mm de diámetro, sésiles, laminares, de margen entero y solediado, anfitecio liso; disco color marrón, epruinosa; ascosporas de tipo *Pachysporaria*, (15-)17-33 x (5-)7-8(-12) μm . Química: Corteza superior K+ amarillo, UV-; médula K+ amarillo, UV-; con atranorina y zeorina.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Misiones: *Dpto. San Pedro*, RBY, PP Moconá,

Embarcadero "Piedra Bugre", 27° 09' 13" S, 53° 54' 4" O, 17-V-2008, Michlig *et al.* 868 (CTES); ídem, 27° 09' 13" S, 53° 54' 4" O, 17-V-2008, Michlig *et al.* 904 (CTES); sendero "La Gruta", sobre rama caída al comienzo del sendero, 27° 09' 17,1" S, 53° 54' 2,6" O, 17-V-2008, Michlig & Niveiro 1828 (CTES). *Dpto. Guaraní*, RBY, PP Caá-Yarí, alrededores de la casa del guardaparque, 26° 52' 19,6" S, 54° 13' 33,8" O, 526 m s.n.m., 27-III-2010, Michlig *et al.* 2496 (CTES).

Distribución geográfica. Especie pantropical presente en África (Moberg, 1990), Asia (Van Den Boom *et al.*, 2014), América (Moberg, 2002) y Oceanía (Elix, 2011). En América del Sur se encuentra en Bolivia (Flakus *et al.*, 2013), Brasil, Colombia, Ecuador, Guayana Francesa, Paraguay, Perú, Surinam y Venezuela (Moberg, 1990; Benatti & Marcelli, 2019). En Argentina se encuentra citada para las provincias de Buenos Aires (Osorio, 1977; Moberg, 1990; Scutari, 1992), Jujuy (Grassi, 1950) y Salta (Languasco *et al.*, 2016). Se registra por primera vez para Misiones.

Observaciones. *Physcia solediosa* se caracteriza por poseer soralios marginales a submarginales de punctiformes a orbiculares, bien delimitados, la superficie superior generalmente emaculada a débilmente maculada, la superficie inferior marrón o gris oscuro a negro en el centro y blanca hacia la periferia y la corteza inferior paraplectenquímica. De los cuatro ejemplares analizados solamente uno de ellos presenta apotecios (Michlig *et al.* 904, CTES). Es morfológicamente similar a *P. erumpens*, tanto en la superficie superior como en la inferior, ambas presentes en la RBY, pero se diferencian porque esta última posee soralios laminares a submarginales generalmente crateriformes y *P. solediosa* presenta soralios marginales a submarginales, punctiformes a orbiculares.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

MIS y AM diseñaron la investigación. AM coleccionó el material analizado. MPR elaboró las láminas. Todos los autores participaron en la revisión de ejemplares y escritura del manuscrito.

AGRADECIMIENTOS

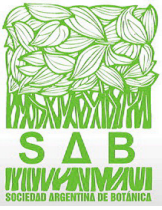
Al Ministerio de Ecología, Recursos Naturales Renovables y Turismo (MERNRyT) de la provincia de Misiones por los permisos de colección y a los guardaparques por la asistencia brindada durante los viajes de campaña. Este trabajo es parte de la tesis de grado de la primera autora, en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura de la Universidad Nacional del Nordeste. Fue financiado por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), la Agencia de Promoción Científica, Tecnológica y de Innovación, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), la Secretaría General de Ciencia y Técnica (SGCyT-UNNE) y MERNRyT (Proyecto Araucaria XXI).

BIBLIOGRAFÍA

- APTROOT, A. & M. E. S. CÁCERES. 2018. New lichen species from Chapada Diamantina, Bahia, Brazil. *Bryologist* 121: 67-79.
<https://doi.org/10.1639/0007-2745-121.1.067>
- APTROOT, A., M. F. SOUZA & A. A. SPIELMANN. 2020. New lichen species from the Pantanal in Mato Grosso do Sul, Brazil. *Archive for Lichenology* 20: 1-7.
- BENATTI, M. N. & P. JUNGBLUTH. 2014. Physciaceae foliosas do Parque Estadual da Cantareira, Estado de São Paulo, Brasil. I. Gêneros *Dirinaria*, *Hyperphyscia* y *Pyxine*. *Iheringia Bot.* 69: 17-27.
- BENATTI, M. N. & M. P. MARCELLI. 2019. Physciaceae foliosas do Parque Estadual da Cantareira, Estado de São Paulo III. Espécies do gênero *Physcia*. *Rodriguésia* 70: 1-12.
<https://doi.org/10.1590/2175-7860201970061>
- CALVELO, S. & S. LIBERATORE. 2002. Catálogo de los líquenes de la Argentina. *Kurtziana* 29: 7-170.
- ELIX, J. A. 2009. *Dirinaria*. *Fl. Australia* 57: 509-517.
- ELIX, J. A. 2011. *Physcia*, Australian Physciaceae (Lichenised ascomycota). Disponible en: <http://www.anbg.gov.au/abrs/lichenlist/Physcia.pdf>.
- ELVEBAKK, A. & R. MOBERG. 2002. Foliose and placodioid species of the lichen family Physciaceae in southernmost Chile. *Lichenologist* 34: 311-320.
<https://doi.org/10.1006/lich.2002.0389>
- ESSLINGER, T. L. 2004. *Phaeophyscia*. En: NASH III, T.H. *et al.* (eds.), *Lichen Flora of the Greater Sonoran Desert Region*, vol. 2: pp. 403-414. Lichens Unlimited, Arizona State University, Tempe.
- ESSLINGER, T. L. 2017. A new circumscription for the common and widespread North American species, *Physcia subtilis* and description of a new species, *P. thomsoniana*. *Opuscula Philolichenum* 16: 139-152.
- ESSLINGER, T. L., S. D. LEAVITT & B. MCCUNE. 2020. Two closely related but morphologically disparate new species of *Physcia* from western North America. *Bryologist* 123: 204-214.
<https://doi.org/10.1639/0007-2745-123.2.204>
- ESTRABOU, C., J. M. RODRIGUEZ, B. PRIERI & R. LIJTEROFF. 2006. Contribución al conocimiento de los macrolíquenes del extremo sur del Gran Chaco (Argentina). *Kurtziana* 32: 25-43.
- FERRARO, L. I. 1978. Contribución a la flora líquenológica de Corrientes (República Argentina). *Facena* 2: 167-244.
- FILIPPINI, E. R., J. M. RODRÍGUEZ, G. QUIROGA & C. ESTRABOU. 2015. The genus *Hyperphyscia* (Physciaceae, Ascomycota) in Argentina. *Sydowia* 67: 25-32.
<http://dx.doi.org/10.12905/0380.sydowia67-2015-0025>
- FLAKUS, A., H. J. M. SIPMAN, K. BACH, P. RODRIGUEZ FLAKUS, ... & M. KUKWA. 2013. Contribution to the knowledge of the lichen biota of Bolivia, 5. *Polish Bot. J.* 58: 697-733.
<https://doi.org/10.2478/pbj-2013-0073>
- FIRDOUS, Q., K. HABIB, A. N. KHALID & A. APTROOT. 2022. *Physcia viti* Nadv. new to South Asia-molecular data. *Pak. J. Bot.* 54: 2341-2345.
[https://doi.org/10.30848/PJB2022-6\(9\)](https://doi.org/10.30848/PJB2022-6(9))
- GALLOWAY, D. J. & R. MOBERG. 2005. The lichen genus *Physcia* (Schreb.) Michx. (Physciaceae: Ascomycota) in New Zealand. *Tuhinga* 16: 59-91.
- GARCÍA, R. A. & V. G. ROSATO. 2013. Nuevas citas de líquenes para la Reserva Natural de Punta Lara, provincia de Buenos Aires, Argentina. *Rev. Mus. Argentino Cienc. Nat., n. s.* 15: 169-174.
<https://doi.org/10.22179/REVMACN.15.178>
- GARCÍA, R. A. & V. G. ROSATO. 2015. Líquenes (Ascomycota liquenizados) de la Reserva Natural "Isla Martín García". Nuevos registros para la provincia de Buenos Aires y para Argentina. *Lilloa* 52: 31-39.
- GAYA, E., F. HÖGNABBA, Á. HOLGUIN, K. MOLNAR, ... & F. LUTZONI. 2012. Implementing a cumulative supermatrix approach for a comprehensive phylogenetic study of the Teloschistales (Pezizomycotina, Ascomycota).



- Molec. Phylogeny. Evol.* 63: 374-387.
<https://doi.org/10.1016/j.ympev.2012.01.012>
- GRASSI, M. 1950. Contribución al catálogo de los líquenes argentinos, I. *Lilloa* 24: 5-294.
- JAYALAL, U., S. S. OH, S. JOSHI, S. O. OH & J. S. HUR. 2013. The lichen *Dirinaria picta* new to South Korea. *Mycobiology* 41: 155-158.
<http://dx.doi.org/10.5941/MYCO.2013.41.3.155>
- JUNGBLUTH, P. & M. P. MARCELLI. 2012. Identificação de Physciaceae s. s. foliosas brasileiras. *Glalia* 4: 65-101.
- KALB, K. 2004. *Dirinaria*. En: NASH III, T. H. et al. (eds.), *Lichen Flora of the Greater Sonoran Desert Region*, vol. 2: pp. 98-103. Lichens Unlimited, Arizona State University, Tempe.
- LANGUASCO, M. P., C. C. IZARDUY, N. V. LEYRÍA, T. C. PERERA & A. HLADKI. 2016. Catálogo de la colección histórica de líquenes de Marta Grassi depositados en el herbario LIL. *Misc. Fund. Miguel Lillo*. 136: 3-26. <https://doi.org/10.15468/ofmqw8>
- LAVORNIA, J. M., R. A. GARCÍA, V. G. ROSATO, M. J. KRISTENSEN, ... & M. N. SAPARRAT. 2017. Aportes a la colección de hongos liquenizados del herbario del Instituto de Botánica Carlos Spegazzini (LPS). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 52: 5-12.
<https://doi.org/10.31055/1851.2372.v52.n1.16903>
- LIU, D. & J. S. HUR. 2019. Revision of the lichen genus *Phaeophyscia* and allied atranorin absent taxa (Physciaceae) in South Korea. *Microorganisms* 7: 1-23.
<https://doi.org/10.3390/microorganisms7080242>
- LÜCKING, R., B. P. HODKINSON & S. D. LEAVITT. 2017. The 2016 classification of lichenized fungi in the Ascomycota and Basidiomycota-Approaching one thousand genera. *Bryologist* 119: 361-416.
<https://doi.org/10.1639/0007-2745-119.4.361>
- LÜCKING R., B. MONCADA, E. SOTO-MEDINA, D. SIMIJACA & H. J. M. SIPMAN. 2021. Actualización nomenclatural y taxonómica del Catálogo de Líquenes de Colombia. *Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat.* 45: 147-189.
<https://doi.org/10.18257/raccefyfyn.1266>
- MARCANO, V., A. MORALES MÉNDEZ, H. SIPMAN & L. CALDERON. 1996. A first checklist of the lichen-forming fungi of the Venezuelan Andes. *Trop. Bryol.* 12: 193-235.
<https://doi.org/10.11646/bde.12.1.19>
- MICHLIG, S. A. & L. I. FERRARO. 2012. Diversidad de macrolíquenes del Parque Nacional Mburucuyá (Corrientes, Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 47: 287-302.
- MOBERG, R. 1977. The lichen genus *Physcia* and allied genera in Fennoscandia. *Symb. Bot. Uppsal.* 22: 1-108.
- MOBERG, R. 1983. The genus *Phaeophyscia* in East Africa. *Nordic J. Bot.* 3: 509-516.
<https://doi.org/10.1111/j.1756-1051.1983.tb01460.x>
- MOBERG, R. 1986. The genus *Physcia* in East Africa. *Nordic J. Bot.* 6: 843-864.
<https://doi.org/10.1111/j.1756-1051.1986.tb00488.x>
- MOBERG, R. 1987. The genus *Hyperphyscia* and *Physconia* in East Africa. *Nordic J. Bot.* 7: 719-728.
<https://doi.org/10.1111/j.1756-1051.1987.tb02039.x>
- MOBERG, R. 1990. The lichen genus *Physcia* in Central and South America. *Nordic J. Bot.* 10: 319-342.
<https://doi.org/10.1111/j.1756-1051.1990.tb01776.x>
- MOBERG, R. 1993. The lichen genus *Phaeophyscia* in South America with special reference to Andean species. *Opera Bot.* 121: 281-284.
- MOBERG, R. 1995. The genus *Phaeophyscia* in China and Russian Far East. *Nord. J. Bot.* 15: 319-333.
<https://doi.org/10.1111/j.1756-1051.1995.tb00158.x>
- MOBERG, R. 2002. *Physcia*. En: NASH III, T. H. et al. (eds.), *Lichen Flora of the Greater Sonoran Desert Region*, vol. 1: pp. 358-373. Lichens Unlimited, Arizona State University, Tempe.
- ORANGE, A., P. W. JAMES & F. J. WHITE. 2010. *Microchemical methods for the identification of lichens*. 2nd ed. British Lichen Society, London.
- OSORIO, H. S. 1969. Contribution to the Lichen Flora of Argentina, II. Lichens from the Province of Misiones. *Comun. Bot. Mus. Hist. Nat. Montevideo* 4: 1-5.
- OSORIO, H. S. 1970. Contribution to the Lichen Flora of Uruguay, IV. Some lichens from northern Uruguay. *Nova Hedwigia* 19: 339-344.
- OSORIO, H. S. 1977. Contribution to the Lichen Flora of Argentina, X. Lichens from Santa Catalina, Buenos Aires Province. *Bryologist* 2: 363-364.
<https://doi.org/10.2307/3242490>
- OSORIO, H. S. 1981a. Contribution to the lichen flora of Argentina, XIII. Lichens from Misiones Province. *Comun. Bot. Mus. Hist. Nat. Montevideo* 4: 1-18.
- OSORIO, H. S. 1981b. Contribution to the lichen flora of Brazil, IV. New or additional records from Rio Grande do Sul State. *Bryologist* 84: 79-81.
- OSORIO, H. S. 1982. Contribution to the lichen flora of Argentina, XIV. Lichens from Entre Ríos Province. *Comun. Bot. Mus. Hist. Nat. Montevideo* 4: 1-8.

- OSORIO, H., L. W. AGUIAR & L. MARTAU. 1997. Contribuição à flora do Brasil, XXXIII. Líquens do Estado do Rio Grande do Sul: Depressão Central. *Iheringia, Bot.* 49: 11-22.
- OYARZABAL, M., J. CLAVIJO, L. OAKLEY, F. BIGANZOLI, ... & R. J. C. LEÓN. 2018. Unidades de vegetación de la Argentina. *Ecol. Aust.* 28: 40-63. <https://doi.org/10.25260/EA.18.28.1.0.399>
- PAZ-BERMÚDEZ, G. & R. CARBALLAL. 2008. Los géneros foliáceos de la familia Physciaceae (Lichenes, Ascomycota) en el herbario PO (Universidade de Porto, Portugal). *Nova Acta Ci. Compostelana, Biol.* 17: 31-38.
- POPOFF, O. F. & L. I. FERRARO. 2002. Hongos y Líquenes. En: ARBO, M. M. & S. G. TRESSSENS (eds.), *Flora del Iberá*, pp. 381-415. EUDENE, Buenos Aires.
- RODRIGUEZ, J. M., J. M. HERNANDEZ, E. FILIPPINI, M. CAÑAS & C. ESTRABOU. 2016. Nuevas citas de macrolíquenes para Argentina y ampliaciones de distribución en el centro del país. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 51: 405-417. <https://doi.org/10.31055/1851.2372.v51.n3.15383>
- RODRIGUEZ, M. P. & A. MICHLIG. 2021. Macrolichens from Chaco National Park (Chaco Province, Argentina). *Rodriguésia* 72: 1-13. <http://dx.doi.org/10.1590/2175-7860202172067>
- SARLEJ, M. I. 2019. El género *Pyxine* (Lecanorales, Physciaceae) en la Reserva de la Biósfera Yaboty (Misiones Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 54: 161-168. <http://dx.doi.org/10.31055/1851.2372.v54.n2.24361>
- SARLEJ, M. I., A. MICHLIG & L. I. FERRARO. 2018. El género *Heterodermia* (Physciaceae, Lecanorales) en la Reserva de Biósfera Yaboty (Misiones, Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 53: 9-16. <http://doi.org/10.31055/1851.2372.v53.n1.19858>
- SCUTARI, N. C. 1991. *Hyperphyscia variabilis*, a new foliose species of Physciaceae with 3-septate spores. *Lichenologist* 23: 21-26. <https://doi.org/10.1017/S0024282991000075>
- SCUTARI, N. C. 1992. Estudios sobre Pyxinaceae foliosas (Lecanorales, Ascomycotina) de la Argentina, IV: Clave de los géneros y las especies de la Provincia de Buenos Aires. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 28: 169-173.
- SCUTARI, N. C. 1995a. Los macrolíquenes de Buenos Aires, I: *Dirinaria*, *Heterodermia* e *Hyperphyscia* (Physciaceae, Ascomycotina). *Darwiniana* 33: 149-176.
- SCUTARI, N. C. 1995b. Los macrolíquenes de Buenos Aires, II: *Phaeophyscia*, *Physcia* y *Pyxine* (Physciaceae, Ascomycotina). *Darwiniana* 33: 211-231.
- SWINSCOW, T. D. V. & H. KROG. 1978. The genus *Dirinaria* in East Africa. *Norwegian J. Bot.* 25: 157-168.
- VAN DEN BOOM, P. P. G., M. GIRALT & R. MOBERG. 2014. Lichen diversity of Physciaceae from Thailand. *Graphis Scripta* 26: 54-62.



REDISCOVERY OF *TIMMIELLA ACAULON* (TIMMIELLACEAE) IN THE CHACO PROVINCE, NORTHEASTERN ARGENTINA

REDESCUBRIMIENTO DE *TIMMIELLA ACAULON* (TIMMIELLACEAE) EN LA PROVINCIA DE CHACO, NORESTE DE ARGENTINA


Soledad Jimenez^{1*}, Richard H. Zander² & David Iriart³

1. Instituto de Botánica del Nordeste (IBONE, CONICET-UNNE), Corrientes, Argentina
2. Missouri Botanical Garden, St. Louis, Missouri, United States
3. Laboratorio de Ecología (FaCENA, UNNE), Corrientes, Argentina

*msoledadjimenez@exa.unne.edu.ar

Citar este artículo

JIMENEZ, S., R. H. ZANDER & D. IRIART. 2023. Rediscovery of *Timmiella acaulon* (Timmiellaceae) in the Chaco Province, northeastern Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 58: 521-527.

 DOI: <https://doi.org/10.31055/1851.2372.v58.n4.41102>

SUMMARY

Background and aims: Herbarium specimens were reviewed as part of broader project that deals with the diversity of bryophytes from the Chaco province (Argentina). One of the samples matched the description of *Timmiella acaulon*, a species poorly known. The aim of this work is to record *T. acaulon* as new to Chaco Province and to describe morphologically and illustrate in detail this remarkable species.

M&M: Herbarium samples were analyzed with standard techniques for bryophytes. Examination with scanning electron microscope was made using samples mounted directly on double-sided tape and coated in gold-palladium.

Results: *Timmiella acaulon* is newly registered for Chaco province. A complete and detailed morphological description, and illustrations are here presented.

Conclusions: Due to the rediscovery of the species more than 100 years after its original description, the distribution range of *T. acaulon* is extended to northeastern Argentina, and details of morphological characters of systematic value are provided.

KEW WORDS

Haplolepido, Timmiellaceae, Timmielloideae, *Trichostomum*.

RESUMEN

Introducción y objetivo: Se revisaron especímenes de herbario como parte de un proyecto más amplio que trata sobre la diversidad de briófitas de la provincia del Chaco (Argentina). Un ejemplar coincidió en su descripción con *Timmiella acaulon*, una especie escasamente conocida. El objetivo de este trabajo es registrar a *T. acaulon* como nueva para el Chaco, y describir morfológicamente e ilustrar en detalle esta singular especie.


M&M: Los ejemplares de herbario se analizaron según técnicas tradicionales para briófitas. Los análisis en microscopio electrónico de barrido se realizaron con muestras montadas directamente en cinta doble faz y recubiertas de oro-paladio.

Resultados: *Timmiella acaulon* se registra por primera vez para la provincia del Chaco. Se presenta una descripción morfológica detallada e ilustraciones.

Conclusiones: Debido al redescubrimiento de la especie después de más de 100 años de su descripción original, la distribución de *T. acaulon* se amplía al noreste argentino, y se proporcionan detalles de caracteres morfológicos de valor sistemático.

PALABRAS CLAVES

Haplolérido, Timmiellaceae, Timmielloideae, *Trichostomum*.

Recibido: 4 May 2023
Aceptado: 2 Oct 2023
Publicado en línea: 30 Nov 2023
Publicado impreso: 22 Dic 2023
Editor: Guillermo Suárez 

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

INTRODUCTION

Timmiella (De Not.) Limpr. is an haplolepidous genus of mosses placed in the monogeneric subfamily Timmielloideae in family Pottiaceae following Zander (1993). Based on molecular analysis performed by Inoue & Tsubota (2014), *Timmiella* and *Luisierella* Thér. & P. de la Varde were segregated to a separate family Timmiellaceae. The former genus includes ca. 13 species easily recognized by the presence of a well-developed central strand in the stem, margin of leaf plane and dentate, laminal cells bistratose at midleaf, adaxially bulging and abaxially flat, and peristomes sinistrorse or straight, when present (Zander, 1993; Inoue & Tsubota, 2014). It is usually found growing on soil or rocks, in arid lands and mountainous areas of North and South America, Europe, Asia and Africa (Zander, 1993).

In Argentina, three species of the genus have been described and recorded to date: *Timmiella acaulon* (Müll. Hal.) R.H. Zander, *T. argentinica* Broth. and *T. umbrosa* (Müll. Hal.) Broth. (Matteri, 2003). Originally, current *T. acaulon* was described by Müller (1879) as *Trichostomum acaulon* Müll. Hal. based on collections from province of Córdoba (in the center of the country) by German-Argentine botanist Paul Lorentz. Later, it was transferred to *Tortella* (Müll. Hal.) Limpr. by Brotherus (1902), and finally to *Timmiella* by Zander (1993). In making this last combination, Zander (1993) also proposed *T. argentinica* Broth., a species described by Finnish botanist Viktor Brotherus in 1918 based on samples collected in province of Jujuy (northwestern Argentina), as a new synonym of *T. acaulon*. *Timmiella umbrosa* has also been described by Müller based on samples collected in Córdoba, and it is distinguished from *T. acaulon*, mostly by its monoicous sexual condition. Despite the fact that *T. acaulon* has been well described by Müller, it has been sparsely recorded, and consequently poorly illustrated so far.

As part of a major project that aims to study the diversity of bryophytes in the Chaco province (northeastern Argentina), a revision of herbarium samples has been performed. As a result of the discovery of a complete specimen, *T. acaulon* is rediscovery more than 100 years after its original description, and its distribution range is extended to northeastern Argentina. For the first time, a detailed morphological description with illustrations in SEM and LM of the taxon is here presented.

MATERIAL AND METHODS

Specimens were studied morphologically following classical techniques for bryophytes, and mounted in Hoyer's solution (Anderson, 1954). Microscopic characters were analyzed by using LM Arcano XSZ-100BNT, and SEM JEOL 5800 LV operating at 20 KV. Characters illustrated using SEM were obtained from samples mounted directly on double-sided tape and coated with gold-palladium. Spores were obtained from mature capsules by removing with alcohol, mounted directly on aluminum stubs, and subsequently coated with gold-palladium. Spores were described following the concepts of McClymont (1955) and Punt *et al.* (2007).

RESULTS

Taxonomic treatment

Timmiella acaulon (Müll. Hal.) R. H. Zander, *Bull. Buffalo Soc. Nat. Sci.* 32: 70. 1993. Fig. 1-4.

Tortella acaulon (Müll. Hal.) Broth., *Nat. Pflanzenfam.* 1(3): 397. 1902. *Trichostomum acaulon* Müll. Hal., *Linnaea* 42: 320. 1879. TYPE: ARGENTINA. Córdoba, Colón, "Ascochinga, cum *Barbula umbrosa*", IX-1871 (*syntype*, not seen); "cum *Barbula sedifolia* et *B. amphidiifolia* aliis loci circa Ascochinga", IV-[1871, P. G. Lorentz s.n.] (*syntypes*, B not seen; NY 01448932!).

Timmiella argentinica Broth., *Ark. Bot.* 15(6): 3. 1918. TYPE. ARGENTINA. Jujuy, Santa Bárbara, "Quinta prope Laguna de la Brea, loco salso ad "salina", 1901-1902, R. E. Fries 23" (*Type*, H!).

Plants forming cushions, yellow-green above, brown below. Stem simple to branching irregularly, to 0.5 cm long, transverse section rounded, central strand very strong, sclerodermis in 1 layer, hyalodermis present, absent in older section of stem. Leaves incurved and tubulose when dry, spreading when moist, ligulate, 0.2-3.2 × 0.4-0.5 mm; upper lamina broadly channeled across leaf, margins incurved, plane at base, entire to weakly serrate at apex, lamina bistratose except along margins; apex acute; base broadened, sheathing; costa percurrent tapering to apex, superficial cells isodiametric and ventrally bulging, costal transverse section

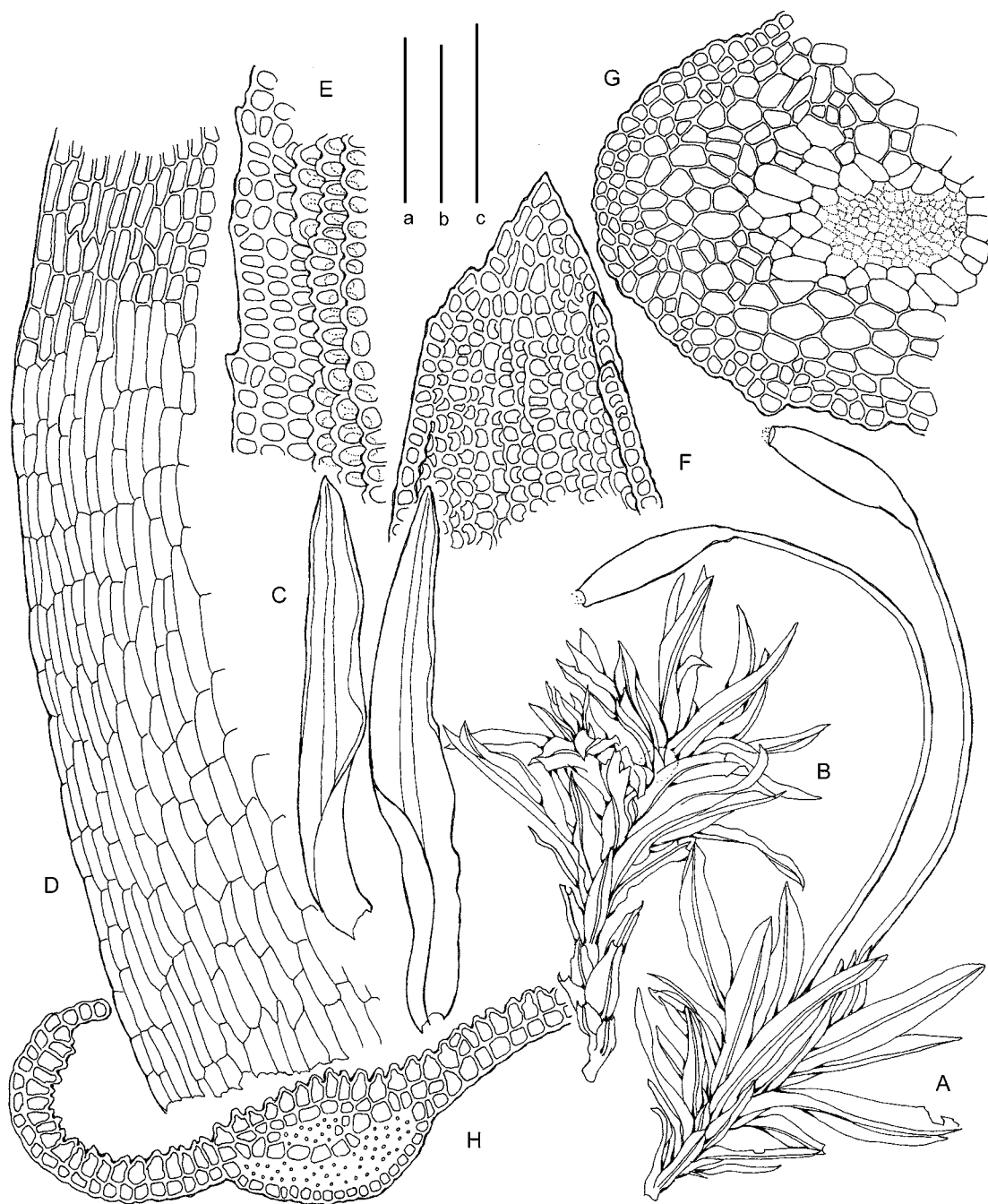


Fig. 1. Illustration of *T. acaulon*. **A:** Habit with sporophyte, wet. **B:** Habit of male plant, wet. **C:** Two cauline leaves. **D:** Basal laminal cells. **E:** Distal marginal cells. **F:** Leaf apex. **G:** Stem cross section. **H:** Section at mid leaf. Scales= A-B: 2.5 mm (scale bar a); C: 2 mm (b); D-H: 100 μ m (c) (Iriart 282-4, MO; illustration by P. Eckel).

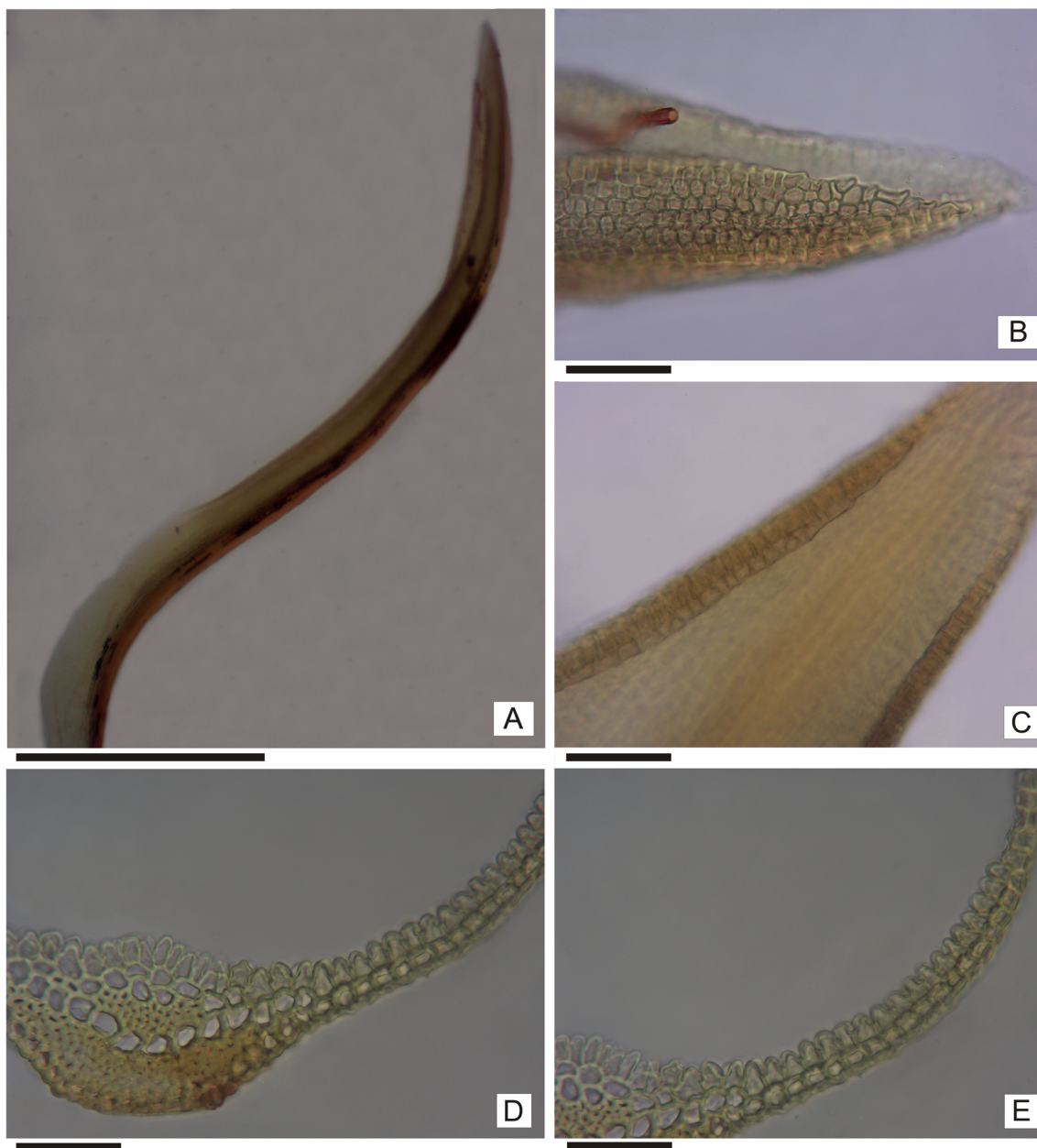


Fig. 2. Morphological characters of *T. acaulon* with a light microscope. **A:** Stem leaf. **B:** Leaf apex. **C:** Leaf margin. **D:** Detail of the costa section. **E:** Detail of lamina section. Scales= A: 0.1 mm; B-E: 50 μ m. (Iriart 282-4, CTES; photo by S. Jimenez)

flattened to reniform, two stereid bands present, ventral epidermis present, unistratose, guide-cells 10-12 in 1(-2) layers, hydroid strands 2-3; upper laminal cells isodiametric, 9-10 \times 6-8 μ m; bulging ventrally and nearly flat dorsally, basal cells bulging-

rectangular 10-20 \times 7-8 μ m, hyaline. Dioicous. Perichaetia terminal. Seta ca. 1-1.5 cm long, reddish brown, twisted clockwise, theca 2.8 \times 0.8 mm, brown, elliptical, exothecial cells rectangular to oblong-rectangular, 58-71 \times 21-33 μ m; annulus absent.

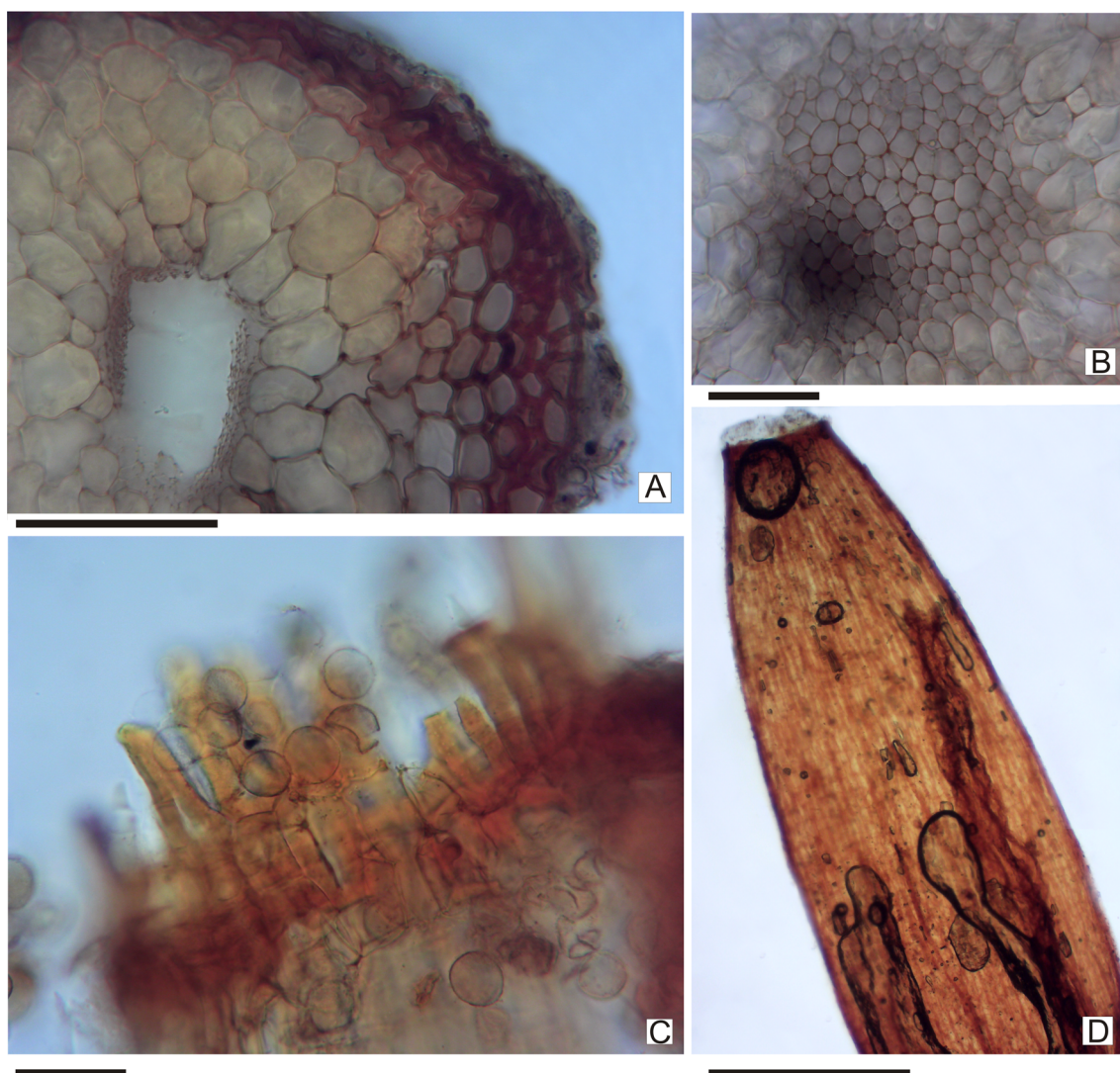


Fig. 3. Morphological characters of *T. acaulon* with a light microscope. **A:** Stem in transverse section. **B:** Detail of the stem central cylinder. **C:** Detail of peristome, annulus absent. **D:** Detail of shape, color and position of the capsule. Scales= A-C: 50 μ m; D: 0.1 mm (Iriart 282-4, CTES; photo by S. Jimenez)

Peristome teeth very short, straight. Spores spherical, 14-19 μ m diam., yellowish, finely verrucose, verrucae 0.2-0.3 μ m wide, evenly distributed on the surface. Laminal color reaction to KOH yellow.

Specimens examined. ARGENTINA. Chaco Prov.: *Libertador General San Martín Dept.*, Gral. San Martín, 26° 32' 16.33" S, 59° 20' 54.12" W, on old brick wall, 6-III-1997, Iriart 282-4 (CTES, CTESN, MO).

Distribution and habitat. Originally *T. acaulon* (Fig. 1-4) was described from central Argentina in Córdoba province. Later, Zander (1993) with the synonymy of *T. argentinica* under *T. acaulon* expanded its distribution range northwards up to northwestern Argentina, in Jujuy province. In this work, its range of distribution is extended to northeast Argentina, in the Chaco province. It was found growing in crevices of a shady old brick

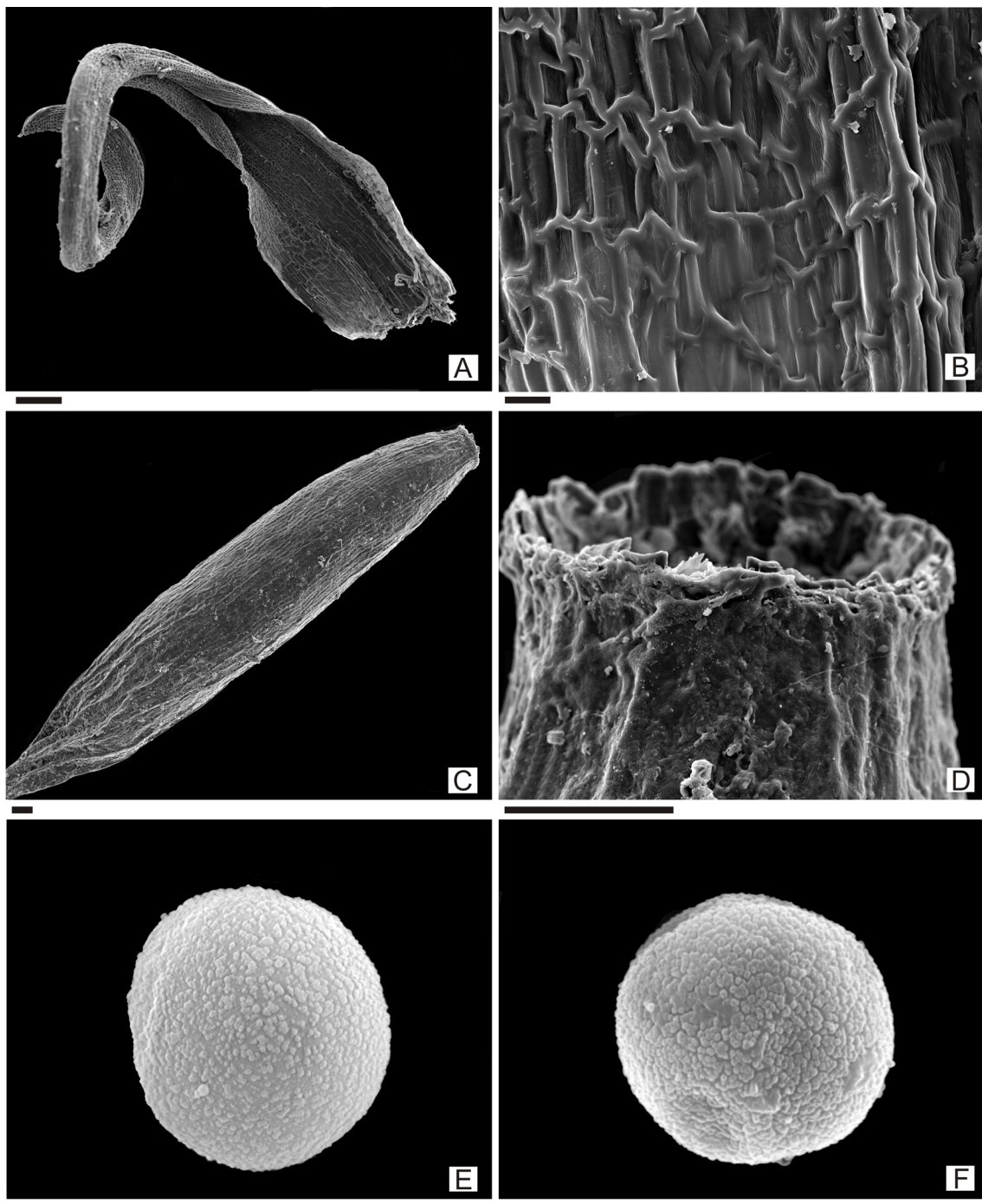


Fig. 4. Morphological characters of *T. acaulon* with a scanning electron microscope. **A:** Stem leaf. **B:** Laminal cells at base. **C:** Capsule, deoperculate. **D:** Detail of the capsule mouth. **E-F:** Detail of spores ornamentation. Scales= A: 0.1 mm; B-D: 100 μ m; E-F: 10 μ m. (Iriart 282-4, CTES; photo by S. Jimenez)

wall in an urban area in the locality of San Martín, profusely fructified. Wet shaded ancient walls represent a singular habitat for mosses and ferns in urban environments from northern Argentina (Iriart, 2015).

AUTHORS CONTRIBUTIONS

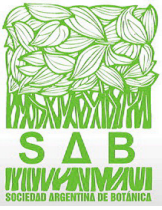
SJ determined, described and illustrated, the samples. RZ corroborated the identity of the species. DI collected the samples. All authors contributed to the writing of the manuscript.

ACKNOWLEDGEMENTS

Special thanks are owed to the staff of Servicio de Microscopía (UNNE), and to Patricia M. Eckel who generously provided the illustration. This research was supported by PICT 2019-00888.




BIBLIOGRAPHY

- ANDERSON, L. 1954. Hoyer's solution as a rapid permanent mounting medium for bryophytes. *Bryologist* 57: 242-244. <https://doi.org/10.2307/3240091>
- BROTHERUS, V. F. 1902. *Pottiaceae*. In: ENGLER, A. & K. PRANTL (eds.), *Natürlichen Pflanzenfamilien*, pp. 380-439. Wilhelm Engelmann, Leipzig.
- BROTHERUS, V. F. 1918. Contributions à la flore bryologique de l'Argentine. *Ark. Bot.* 15: 1-15.
- INOUE, Y. & H. TSUBOTA. 2014. On the systematic position of the genus *Timmiella* (Dicranidae, Bryopsida) and its allied genera, with the description of a new family Timmiellaceae. *Phytotaxa* 181: 151-162. <https://doi.org/10.11646/PHYTOTAXA.181.3.3>
- IRIART, D. E. 2015. *Comunidades vegetales urbanas del norte de Argentina: Variabilidad florística y corológica*. Doctoral Thesis. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- MATTERI, C. M. 2003. Los musgos (Bryophyta) de Argentina. *Bryophyte Diversity and Evolution* 24: 33-100. <https://doi.org/10.11646/BDE.24.1.8>
- McCLYMONT, J. W. 1955. *Spores of the Musci: their structure and significance in systematic research*. Doctoral Thesis. University of Michigan, United States.
- MÜLLER, C. 1879. Prodrómus bryologiae Argentinicae. I. *Linnaea* 42: 217-460.
- PUNT, W., P. P. HOEN, S. BLACKMORE, S. NILSSON & A. LE THOMAS. 2007. Glossary of pollen and spore terminology. *Rev. Palaeobot. Palynol.* 143: 1-81. <https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2006.06.008>
- ZANDER, R. H. 1993. Genera of the Pottiaceae: Mosses of Harsh Environments. *Bull. Buffalo Soc. Nat. Sci.* 32: I-VI, 1-378.



VENTURIELLA ACRIFOLIA (ERPODIACEAE, BRYOPHYTA), NEW TO THE DRY FOREST FROM ARGENTINA

VENTURIELLA ACRIFOLIA (ERPODIACEAE, BRYOPHYTA), NUEVA PARA EL BOSQUE SECO DE ARGENTINA

Guillermo M. Suárez^{1,2*}, Enrique Roger³ & Denise J. Alvarez¹


1. Unidad Ejecutora Lillo (CONICET-Fundación Miguel Lillo), San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina
2. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán, San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina
3. Jardín Botánico "Lucas D. Roic", Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero, Santiago del Estero, Argentina

*suarezgm@csnat.unt.edu.ar

Citar este artículo

SUÁREZ, G. M., E. ROGER & D. J. ALVAREZ. 2023. *Venturiella acrifolia* (Erpodiaceae, Bryophyta), new to the dry forest from Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 58: 529-532.

DOI: <https://doi.org/10.31055/1851.2372.v58.n4.41889>

Recibido: 21 Jul 2023
Aceptado: 1 Nov 2023
Publicado en línea: 30 Nov 2023
Publicado impreso: 22 Dic 2023
Editor: Juan Larraín 

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

SUMMARY

Background and aims: In the course of floristic dry forest sampling, specimens of *Venturiella acrifolia* were collected in Santiago del Estero and Santa Fe provinces. This record constitutes the first report in Argentina and the second in South America.
M&M: Specimens collected in 2019 and 2023 were analyzed morphologically using conventional techniques for bryophytes and housed in DTE, LIL, MFA and SDE.
Results: The species is described and illustrated.
Conclusions: This work confirms the presence of *Venturiella acrifolia* in Argentina. The species is found in North America, Mexico, Bolivia and Argentina.

KEY WORDS

Bryophytes, dry forest; Espinal, moss, new record.

RESUMEN

Introducción y objetivos: En el transcurso del muestreo florístico del bosque seco, se encontraron especímenes de *Venturiella acrifolia* en las provincias de Santiago del Estero y Santa Fe. Este registro constituye el primer reporte en la Argentina y el segundo en Sudamérica.
M&M: Especímenes colectados en 2019 y 2023 fueron analizados morfológicamente usando técnicas convencionales para briófitas y depositados en DTE, LIL, MFA y SDE.
Resultados: Se describe e ilustra la especie.
Conclusiones: Este trabajo confirma la presencia de *Venturiella acrifolia* en Argentina. La especie se encuentra en América del Norte, México, Bolivia y Argentina.

PALABRAS CLAVE

Bosque seco, briofitas, Espinal, musgo, nuevo registro.

INTRODUCTION

The Erpodiaceae are a family of small and prostrate, pleurocarpous mosses and they are found mainly in dry areas of tropical and subtropical regions of the world (Pursell, 2017). Actually, five genera are recognized, *Aulacopilum* Wilson, *Erpodium* (Brid.) Brid., *Solmsiella* Müll.Hal., *Tricherpodium* (Müll.Hal.) Pursell, and *Venturiella* Müll.Hal. (Gradstein *et al.*, 2001). In Argentina the family is represent by three genera, each with a single species, *Aulacopilum glaucum* Wilson, *Tricherpodium becarii* (Müll. Hal.) Pursell and *Venturiella glaziovii* (Hampe) Pursell (Pursell, 2017; Jiménez *et al.*, 2020; Alvarez *et al.*, 2023).

The genus *Venturiella* includes eight species making it the most diversified genus in the Erpodiaceae (Pursell, 2017). As part of study of the bryoflora of dry forests in Argentina, specimens of *Venturiella acrifolia* (Pursell) Pursell were identified.

The specimens reported here confirm the presence of this taxon in the Argentine moss flora and the samples are described and illustrated.

MATERIAL AND METHODS

This study is based on examination of fresh material housed in DTE, LIL, MFA and SDE (Thiers, 2023). In this work the following information is provided: description, illustrations, comments, world distribution, vegetation and substrate types of *Venturiella acrifolia*, selected specimens examined, and distribution in Argentina based on the studied collections. The samples were analyzed by conventional techniques for bryophytes (Frahm *et al.*, 2003; Delgadillo-Moya *et al.*, 2022).

RESULTS

Venturiella acrifolia (Pursell) Pursell, *Mem. New York Bot. Gard.* 116: 50. 2017; *Erpodium acrifolium* Pursell, *The Bryologist* 69: 465. 1966 [1967]. TYPE: MEXICO. Tamaulipas, on bark of mesquite, dry mesquite scrub forest, 9.2 mi E of Victoria on road to Casas, ca. 500 ft, 6-VIII-1961, Pursell & Reese 5505 (*holotype*, MO; *isotypes*, MO, NY). Fig. 1.

Plants small, green, often with a castaneous to brownish tinge; stems prostrate, tightly adhering to substrata, irregularly branched. Stems in transverse section \pm circular, epidermal cells \pm incrassate on outer walls; rhizoids sparse, arranged in small tufts, sparingly branched, hyaline to light-castaneous, smooth. Axillary hairs 2-3 cells long, basal cells small and terminal cell larger, all hyaline or 1-2 basal cells brown. Leaves of stems and branches differing only in size, firm, erect, tightly appressed when dry, spreading when wet, oblong-lanceolate, $0.9-1 \times 0.3-0.4$ mm (including awns), ending in short, sharp, reflexed, hyaline awns; costa none; margins plane, entire; laminal cells smooth; marginal cells mostly oblate and quadrate $15-22 \times 28-32$ μm ; inner cells throughout leaf oblate, quadrate, or oblate-hexagonal, $20-27 \times 2-38$ μm . Perichaetia terminal on short, erect branches; perichaetial leaves green, greatly enlarged at maturity, oblong-ovate, $1-1.3 \times 0.5-0.6$ mm long, awned, spreading when wet, concave, loosely sheathing sporophytes; cells mostly oblong to oblong-hexagonal. Sporophytes 1 per perichaetium. Setae very

short, 0.1-0.15 mm long. Capsules erect, immersed, yellow, ovate-cylindric, 0.8-1.5 mm long; exothecial cells mostly quadrate to oblong, thin-walled; stomata phaneroporous; opercula conic-rostrate; annuli hyaline, with 2 or 3 rows of quadrate and vesiculose cells; peristomes rudimentary, segments irregular, densely but finely papillose, hyaline membranes usually shortly exceeding annuli. Spores green, \pm spherical, 18-25 μm , thick-walled, finely papillose to \pm smooth. Calyptrae mitrate.

Distribution and habitat. *Venturiella acrifolia* is present in North America (Mexico, United States) and South America (Bolivia and Argentina) (Fig. 2), a disjunction found in several mosses and liverworts (Schiaivone & Suárez, 2007; Suárez & Schiaivone, 2010). The species can be found growing in dry areas on bark of living trees, decaying wood, and less commonly on rocks (Pursell, 2017). The specimens from Santiago del Estero were found on bark of *Neltuma caldenia* (Burkart) C.E.Hughes & G.P.Lewis (“caldén”) and *Vachellia aroma* (Gillies *ex* Hook. & Arn.) Seigler & Ebinger (“tusca”), in an anthropized area. In Santa Fe, the plants were found on bark of *Neltuma nigra* (Griseb.) C.E.Hughes & G.P.Lewis (“black carob”), in an area with cattle.

Material studied. ARGENTINA. Prov. Santa Fe: *Dept. Garay*, Cayastá, Reserva de Usos Múltiples “La Elena”, $31^{\circ}16'05''\text{S}$, $60^{\circ}15'12''\text{W}$, 1-VIII-2023, Alvarez 418 (DTE, MFA, LIL); $31^{\circ}16'02''\text{S}$, $60^{\circ}15'11.2''\text{W}$, 1-VIII-2023, Alvarez 422 (DTE, MFA, LIL); *Dept. San Justo*, Colonia Silva, campo “Santa Teresa”, $30^{\circ}27'29.7''\text{S}$, $60^{\circ}35'15.2''\text{W}$, 11-VIII-2023, Alvarez 463A (DTE, MFA, LIL); $30^{\circ}27'49''\text{S}$, $60^{\circ}35'25''\text{W}$, 11-VIII-2023, Alvarez 478A (DTE, MFA, LIL); $30^{\circ}27'49''\text{S}$, $60^{\circ}35'25''\text{W}$, 11-VIII-2023, Alvarez 479 (DTE, MFA, LIL); $30^{\circ}27'50''\text{S}$, $60^{\circ}35'24''\text{W}$, 11-VIII-2023, Alvarez 482 (DTE, MFA). Prov. Santiago del Estero: *Dept. Capital*, Predio del Jardín Botánico de la UNSE, 25-IX-2019, Morend s.n. (LIL, SDE), en espacio verde entre edificios del barrio Belgrano, 28-IX-2022, Roger s.n. (LIL, SDE).

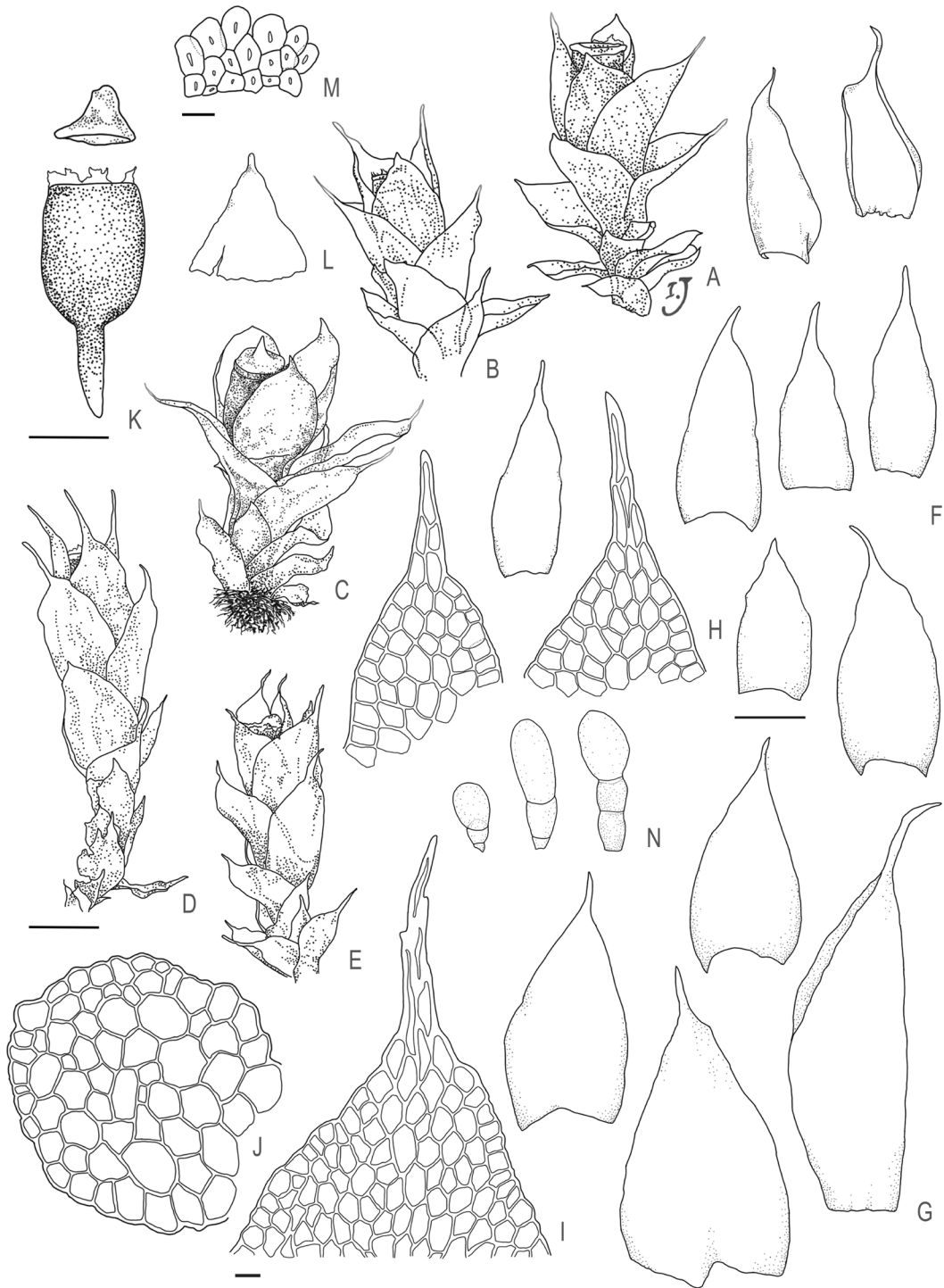


Fig. 1. *Venturiella acrifolia*. **A-C:** Habit (wet). **D-E:** Habit (dry). **F:** Leaves. **G:** Perichaetial leaves. **H:** Leaf apex. **I:** Perichaetial leaf apex. **J:** Stem (in transverse section). **K:** Sporophyte. **L:** Calyptra. **M:** Annulus. **N:** Axillary hairs. Scale= A-E: 0.5 mm; F, G: 0.25 mm; H-J: 25 µm; K, L: 0.25 mm; M, N: 25 µm.

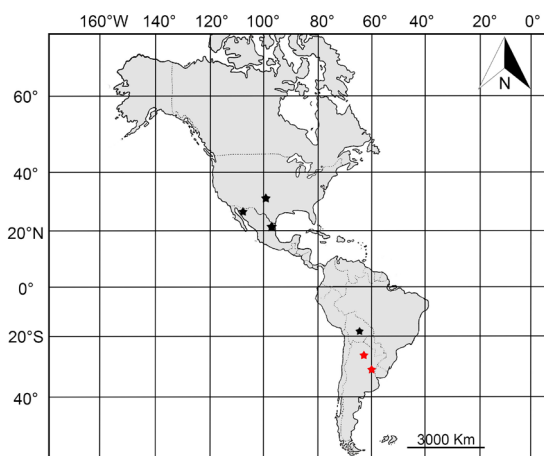


Fig. 2. Distribution map of *V. acrifolia* in the American continent, including the two new records from Argentina (highlighted in red).

CONCLUSIONS

The discovery of this species in Argentina is surprising because it is located in an anthropized zone, no less than 1300 km away from its closest record. The new record of the species can hypothetically be associated with its spontaneous appearance by air transport of spores disseminated by wind or that they are relict specimens of the original vegetation without previous records.

This paper confirms the presence of *Venturiella acrifolia* in the dry forests of Santiago del Estero and Spinal of Santa Fe, from Argentina. This constitutes the first report in Argentina and the second in South America.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

ER and DJA collected the plants. DJA and GMS determined the samples. All authors have worked simultaneously on the manuscript.

ACKNOWLEDGMENTS

We thank the Ministry of Environment and Climate Change of the province of Santa Fe for providing permission to collect specimens

in the “La Elena” Multiple-use Reserve. This research was supported by the Argentinian National Council for Scientific and Technical Research (CONICET) and Research Project of the National University of Tucumán PIUNT G-744.

BIBLIOGRAPHY

- 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. <https://doi.org/10.31055/1851.2372.v58.n2.38909>
- DELGADILLO-MOYA, C., D. A. ESCOLÁSTICO, E. HERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ, P. HERRERA-PANIAGUA, P. PEÑA-RETES & C. JUÁREZ-MARTÍNEZ. 2022. *Manual de Briofitas*. 3ra ed. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- FRAHM, J. P., T. PÓCS, B. O’SHEA, T. KOPONEN, S. PIIPPO, J. ENROTH, P. RAO & Y. M. FANG. 2003. *Manual of Tropical Bryology*. Board, Germany.
- GRADSTEIN, S. R., S. P. CHURCHILL & N. SALAZAR-ALLEN. 2001. *Guide to the Bryophytes of Tropical America*. *Mem. New York Bot. Gard.* 86: i-viii, 1-577.
- 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>
- PURSELL, R. A. 2017. *A Taxonomic Revision of the Erpodiaceae (Bryophyta)*. *Mem. New York Bot. Gard.* 116: 1-105.
- SCHIAVONE, M. M. & G. M. SUÁREZ. 2007. Las Thuidiaceae en el Noroeste de Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 42: 211-230.
- SUÁREZ, G. M. & M. M. SCHIAVONE. 2010. New combinations and range extension for Neotropical mosses. *Bryologist* 113: 679-681. <https://doi.org/10.1639/0007-2745-113.3.679>
- THIERS, B. M. 2023 [Continuously updated]. Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden’s Virtual Herbarium. <http://sweetgum.nybg.org/science/ih>.



ESTUDIO DE LOS FRUTOS DE *BUTIA YATAY* Y *SYAGRUS ROMANZOFFIANA* (ARECACEAE) CULTIVADAS CON FINES ORNAMENTALES COMO FUENTE DE NUTRIENTES Y COMPUESTOS BIOACTIVOS

FRUITS FROM ORNAMENTAL PALMS TREES *BUTIA YATAY* AND *SYAGRUS ROMANZOFFIANA* (ARECACEAE) AS A SOURCE OF NUTRIENTS AND BIOACTIVE COMPOUNDS

Erica Mandón¹ & Maria N. Campagna^{1*}

SUMMARY

1. Área Biología Vegetal, Fac. Cs. Bioquímicas y Farmacéuticas. Universidad Nacional de Rosario, Santa Fé, Argentina.

*marianoelcam@gmail.com

Citar este artículo

MANDÓN, E. & M. N. CAMPAGNA. 2023. Estudio de los frutos de *Butia yatay* y *Syagrus romanzoffiana* (Arecaceae) cultivadas con fines ornamentales como fuente de nutrientes y compuestos bioactivos. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 58: 533-546.

DOI: <https://doi.org/10.31055/1851.2372.v58.n4.41049>

Background and aims: *Butia yatay* and *Syagrus romanzoffiana* are the most popular ornamental palms trees (Arecaceae) cultivated in many cities of Argentina. During the summer both species produce large quantities of fruits that are arranged in pendulous clusters, very striking due to their organoleptic characteristics: intense color and sweet aroma; however, they are underestimated by the urban population to be used as an alternative source of food. This study aimed to characterize these fruits morphoanatomy, histochemical and nutritional composition in order to encourage their consumption.

M&M: The fruits were collected and fixed for standard anatomical examination or used fresh for histochemical study. The proximal composition, total phenolic, and fatty acids were determined.

Results: The pulps presented large idioblasts containing tannins, mucilage and calcium oxalate raphides. The presence of groups of fibers of different sizes and vascular bundles surrounded by highly developed sclerenchyma sheaths, scattered throughout the mesocarp, was observed. Both fruits were rich in carbohydrate content (*B. yatay* 11,4 mg g⁻¹ and *S. romanzoffiana* 37,3 mg g⁻¹) and proved to be a good source of dietary fiber and linoleic and linolenic acids, indispensable for human nutrition since they are parent fatty acids of the omega 6 and omega 3 family.

Conclusions: The anatomical and histochemical study of the fruits of *B. yatay* and *S. romanzoffiana* allowed us to establish correlations between the observed characters and their proximal and nutritional composition.

KEY WORDS

Arecaceae, *Butia*, histochemistry, nutritional composition, *Syagrus*.

RESUMEN

Introducción y objetivos: *Butia yatay* y *Syagrus romanzoffiana* son las especies de Palmeras (Arecaceae) más cultivadas en Argentina con fines ornamentales. Ambas especies producen en verano grandes cantidades de frutos que se disponen en racimos péndulos, llamativos por sus características organolépticas: colores intensos y aroma dulce; sin embargo son subestimados por la población urbana para ser utilizados como una fuente alternativa de alimento. En el presente trabajo se realizó la caracterización morfológica, anatómica, histoquímica y de composición nutricional de dichos frutos con el fin de alentar su consumo.

M&M: Los frutos recolectados fueron fijados para los métodos estándares de micrografía, o fueron utilizados frescos para los estudios histoquímicos. Se determinó la composición proximal, el contenido de ácidos grasos y de polifenoles totales.

Resultados: Las pulpas de ambos frutos presentaron idioblastos conteniendo taninos, mucílagos y rafidios de oxalato de calcio. Se observó la presencia de grupos de fibras de distintos tamaños y haces vasculares rodeados de vainas esclerenquimáticas muy desarrolladas, en el mesocarpio. La pulpa presentó un alto contenido de hidratos de carbono (*B. yatay* 11,4mg g⁻¹, *S. romanzoffiana* 37,3 mg g⁻¹); a su vez demostraron ser una excelente fuente de fibra dietaria, de ácidos linoléico y linolénico, ambos esenciales en la dieta humana debido a que son precursores en la síntesis de la serie omega 3 y omega 6.

Conclusiones: Las características anatómicas e histoquímicas de los frutos de *B. yatay* y *S. romanzoffiana* se relacionan con la composición proximal y química obtenida para los mismos.

PALABRAS CLAVES

Arecaceae, *Butia*, composición nutricional, histoquímica, *Syagrus*.

Recibido: 27 Abr 2023
Aceptado: 10 Jun 2023
Publicado en línea: 30 Nov 2023
Publicado impreso: 22 Dic 2023
Editora: Ana María González

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

INTRODUCCIÓN

La Familia Arecaceae cuenta con 200 géneros y más de 2780 especies que habitan regiones tropicales y subtropicales del planeta (Magaña & Gonzalez, 2017; Anton & Zuloaga, 2023). Los representantes de esta familia, comúnmente denominadas “palmeras”, constituyen un grupo de plantas de importancia económica y ecológica, proveyendo al hombre desde tiempos remotos de alimento, fibras, medicamentos y materiales para construcción (Wolf *et al.*, 2011).

En Argentina, se distribuyen ocho géneros y 12 especies nativas y/o endémicas (Zuloaga & Morrone, 1996). Algunas de estas especies nativas son cultivadas con fines ornamentales y paisajísticos fundamentalmente en ambientes urbanos como, plazas, parques y jardines. Las especies más utilizadas son *Butia yatay* (Mart.) Becc. (“yatay”) y *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman (“pindó”) (García, 2010).

Butia yatay es una especie endémica en las provincias de Chaco, Corrientes, Entre Ríos, Santa Fe y Misiones. Presenta un tallo erecto cubierto por los restos de bases foliares, de 12 a 15 m de altura y 50 a 55 cm de diámetro. Las hojas son pinnadas y arqueadas de color grisáceo a verdoso y miden entre 1,5 a 3 m de largo; poseen vaina o peciolos con los márgenes fibrosos (Lorenzi *et al.*, 2010). Las inflorescencias pendulares alcanzan los 100-130 cm de largo (Fonseca *et al.*, 2007) (Fig. 1 A-B). En Argentina la maduración de los frutos se produce entre diciembre y marzo (Bonomo & Capeletti, 2014).

Syagrus romanzoffiana es una especie nativa de amplia distribución: provincias de Buenos Aires, Chaco, Corrientes, Entre Ríos, Formosa, Mendoza, Misiones, Santa Fe, San Juan y San Luis (Anton & Zuloaga, 2023). Presenta tallo liso o anillado de 10 a 15 m de alto y 30 a 35 cm de diámetro. Las hojas son pinnadas de color verde brillante y miden de 2,5 hasta 4 m de largo. La inflorescencia es péndula, ramificada y puede alcanzar los 60 cm de longitud (Fig. 2 A-B) (Noblick, 2017). En Argentina, la maduración de los frutos es en verano: de diciembre a marzo (Bonomo & Capeletti, 2014).

Estas palmeras producen grandes cantidades de frutos en racimos péndulos muy llamativos por su color intenso y aroma dulce (Schwartz *et*

al., 2010). Sólo en las áreas nativas, los frutos de yatay y pindó se consumen frescos o procesados como pulpa, en licores y en mermeladas (Lorenzi & Negrelle, 2006). Es por esto que estas especies adquieren una importancia económica significativa debido a que productores locales comercializan sus productos regionales frescos o como licores, jugos o dulces (Hoffmann *et al.*, 2014; Lescano *et al.*, 2018). Sin embargo, fuera de estas áreas, el uso de estos frutos con fin alimenticio se encuentra poco difundido.

El objetivo del presente trabajo fue determinar las características morfoanatómicas, la composición proximal, de ácidos grasos y de compuestos bioactivos de los frutos de *B. yatay* y *S. romanzoffiana* cultivadas en áreas urbanas verdes, con el fin de revalorizar estos frutos como fuente alternativa de alimento en ámbitos urbanos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material estudiado

Butia yatay (Mart.) Becc. ARGENTINA. Prov. Entre Ríos: *Dpto. Concordia*, Concordia, III-1972, Beñatena 30162 (SI). Prov. Santa Fe: *Dpto. General Obligado*, Reconquista, 6-I-1937, Ragonese 2648 (SI). Reconquista, 19-II-1938, Ragonese 3375 (SI). *Dpto. Rosario*, Rosario, 32° 92' 67" S, 60° 67' 10" O, 12-II-2020, Campagna s.n. (UNR). *Dpto. San Lorenzo*, Funes, 32° 92' 97" S, 60° 83' 98" O, 17-I-2021, Campagna s.n. (UNR).

Syagrus romanzoffiana (Cham.) Glassman. ARGENTINA. Prov. Corrientes: *Dpto. Santo Tomé*, Santo Tomé, 8-IV-1992, Tressens 4017 (SI). Prov. Santa Fe: *Dpto. General Obligado*, Reconquista, 11-I-1937, Ragonese 2647 (SI). *Dpto. Rosario*, Rosario, 32° 92' 67" S, 60° 67' 10" O, 12-II-2020, Campagna s.n., (UNR). *Dpto. San Lorenzo*, Funes, 32° 92' 33" S, 60° 84' 32" O, 27-V-2021, Campagna s.n., (UNR).

Se consideraron como frutos maduros a los que caen naturalmente de la palmera y poseen un estado de maduración distinguible por su coloración naranja/rojiza, los cuales se recolectaron a los pies de cada ejemplar. En cambio, los frutos inmaduros, de coloración verde, se tomaron de la misma inflorescencia por cada ejemplar. En ambos casos fueron recolectados en áreas domésticas del departamento Rosario, Argentina.

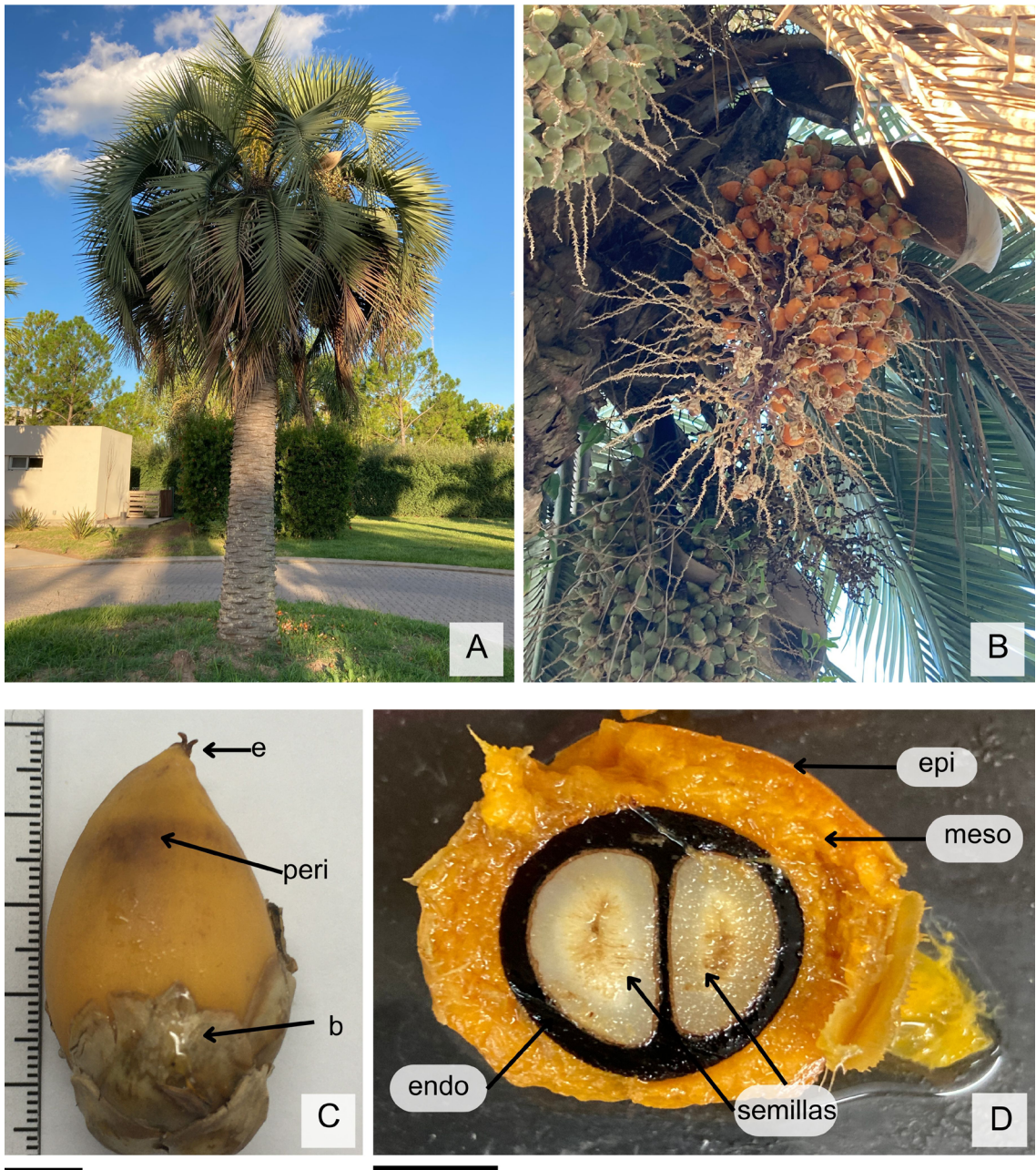


Fig. 1. *Butia yatay*. **A:** aspecto general. **B:** frutos. **C:** fruto maduro en vista frontal. **D:** fruto maduro en sección transversal en el que se observan las semillas. Abreviaturas= b: brácteas; e: estigma persistente; endo: endocarpio; epi: epicarpio; meso: mesocarpio. Escalas= C-D: 1 cm.

Análisis Morfoanatómico

Para determinar los caracteres morfo-anatómicos se utilizaron frutos maduros e inmaduros. Se midió largo y diámetro de cada fruto maduro. Los frutos

fueron fijados en FAA (alcohol etílico 70°, ácido acético glacial, formaldehído y agua 50:5:30:15). Para el estudio del epicarpio y mesocarpio, se realizaron cortes transversales en la parte media



Fig. 2. *Syagrus romanzoffiana*. **A:** aspecto general. **B:** frutos. **C:** fruto maduro en vista frontal. **D:** fruto maduro en sección transversal, en el que se observa la semilla y las invaginaciones del endocarpio. Abreviaturas= e: estigma persistente; endo: endocarpio; pe: pericarpio. Escalas= C-D: 1cm.

de los mismos con micrótopo tipo Minot, previa inclusión en parafina (Gattuso & Gattuso,

2002). Las preparaciones fueron coloreadas con safranina-fast-green (Strittmatter, 1979) y azul

de cresilo (Perez & Tomasi, 2002). La pulpa (epicarpio y mesocarpio) y endocarpio fueron macerados aplicando la técnica de Boodle (1916), levemente modificada para la pulpa, la cual no fue tratada con ácido crómico 25%. Se realizaron determinaciones cuantitativas de las dimensiones de los componentes esclerenquimáticos en al menos tres frutos de cada ejemplar, utilizando microscopio óptico Olympus CH30-LB System equipado con ocular micrométrico. Para todas las determinaciones (se realizaron entre 10 y 15 medidas por preparado) se calcularon las medias aritméticas con sus correspondientes desvíos estándar sobre 10 campos al azar de al menos tres preparados histológicos por fruto. El porcentaje de tejido esclerenquimático en la pulpa de ambos frutos fue calculado como el cociente entre la sumatoria del área de cada casquete de fibras y el área del corte transversal del fruto.

Para los estudios histoquímicos se utilizó material fresco (pericarpio) y los siguientes colorantes: sudán IV para lípidos; fluoroglucinol para lignina; azul de cresilo para mucílagos y FeCl_3 o vainillin sulfúrico para taninos y polifenoles en general (Zarlavsky, 2014).

Composición proximal

Los frutos maduros fueron lavados con agua destilada y secados con papel para remover la tierra. La pulpa (epicarpio y mesocarpio) fue separada de forma manual del endocarpio y se mantuvo en freezer a $-20\text{ }^\circ\text{C}$ congelada durante tres a seis meses hasta el momento de utilizarla. La composición proximal de la pulpa fue determinada de acuerdo a los métodos descritos por AOAC (1998) para frutos: Humedad (AOAC 925.10); Materia Grasa (AOAC 920.85); Proteínas (AOAC 920.87, factor: 6,2); Contenido Mineral (AOAC 923.03); Fibra (AOAC 973.18) e Hidratos de Carbono por diferencia. El valor energético total fue estimado considerando un factor de conversión de 4 kcal g⁻¹ de proteína o hidrato de carbono y 9 kcal g⁻¹ de lípidos (Barbosa *et al.*, 2021).

Composición de Ácidos grasos

La extracción de lípidos totales se realizó con cloroformo y metanol según la técnica de Bligh & Dyer (1959) como paso preliminar para la determinación de ácidos grasos. Para derivatizar los triglicéridos en los ésteres metílicos de ácidos

grasos (EMAG), 50 mg de la fracción de lípidos totales fue utilizada según el método descrito por Hartman & Lago (1973), mediante el uso de KOH (0.4 M) y ácido sulfúrico (1M). La EMAG fue analizada por cromatografía gaseosa detector full SCAN: 50-450, volumen de inyección 1 μL , split 1:200, inyector: $240\text{ }^\circ\text{C}$, temperatura de la columna: $140\text{ }^\circ\text{C}$ mantenido por 5 min. y llevado a $4\text{ }^\circ\text{C}/\text{min}$. hasta $240\text{ }^\circ\text{C}$ por 10 min, tiempo de corrida: 40Min.

Composición de polifenoles totales (CPT)

La CPT fue determinada según Singleton & Rossi (1965): 200 μL de los respectivos extractos metanólicos fueron mezclados con 1000 μL del reactivo de Folin-Ciocalteu diluido en agua (1:1 v/v), y 800 μL de carbonato de sodio saturado. La mezcla se mantuvo en oscuridad por 25 min y luego se midió observancia a 752 nm. La curva de calibración se realizó con soluciones de ácido gálico (0 a 18 mg L^{-1}). Curva analítica: ($y = 0.0221x - 0.0273$, $r^2 = 0.9913$). Los resultados se expresaron como miligramos equivalentes de ácido gálico cada 100 g de muestra ($\text{mg GAE } 100\text{ g}^{-1}$).

RESULTADOS

Caracterización Morfo-anatómica

El fruto de *B. yatay* es drupáceo, ovoide a elipsoide con ápice acuminado y estigma persistente (Fig. 1C). Cuando madura presenta una coloración desde el amarillo pálido al naranja rojizo, con un diámetro promedio de $2,9 \pm 0,3\text{ cm}$ y longitud de $4,5 \pm 0,4\text{ cm}$. Presenta una estructura cupuliforme compuesta por brácteas persistentes en la base del mismo (Fig. 1C). El epicarpio es liso, ceroso, el mesocarpio es carnoso y el endocarpio leñoso con 1 a 2 semillas (Fig. 1D).

En sección transversal el epicarpio está compuesto por una epidermis uniestratificada de células de paredes gruesas y cutinizadas (Fig. 3A). Por debajo de la epidermis se observan 3 a 4 capas irregulares de células conteniendo taninos (Fig. 3B). El tejido fundamental del mesocarpio es parenquimático y presenta células de gran tamaño, muchas de ellas conteniendo mucílagos (Fig. 3C). Dispersos en el mesocarpio existen grupos de fibras de distintos tamaños (Fig. 3A-B) y haces vasculares rodeados de vainas esclerenquimáticas (Fig. 3D). Las fibras, de aproximadamente $4000\text{ }\mu\text{m}$

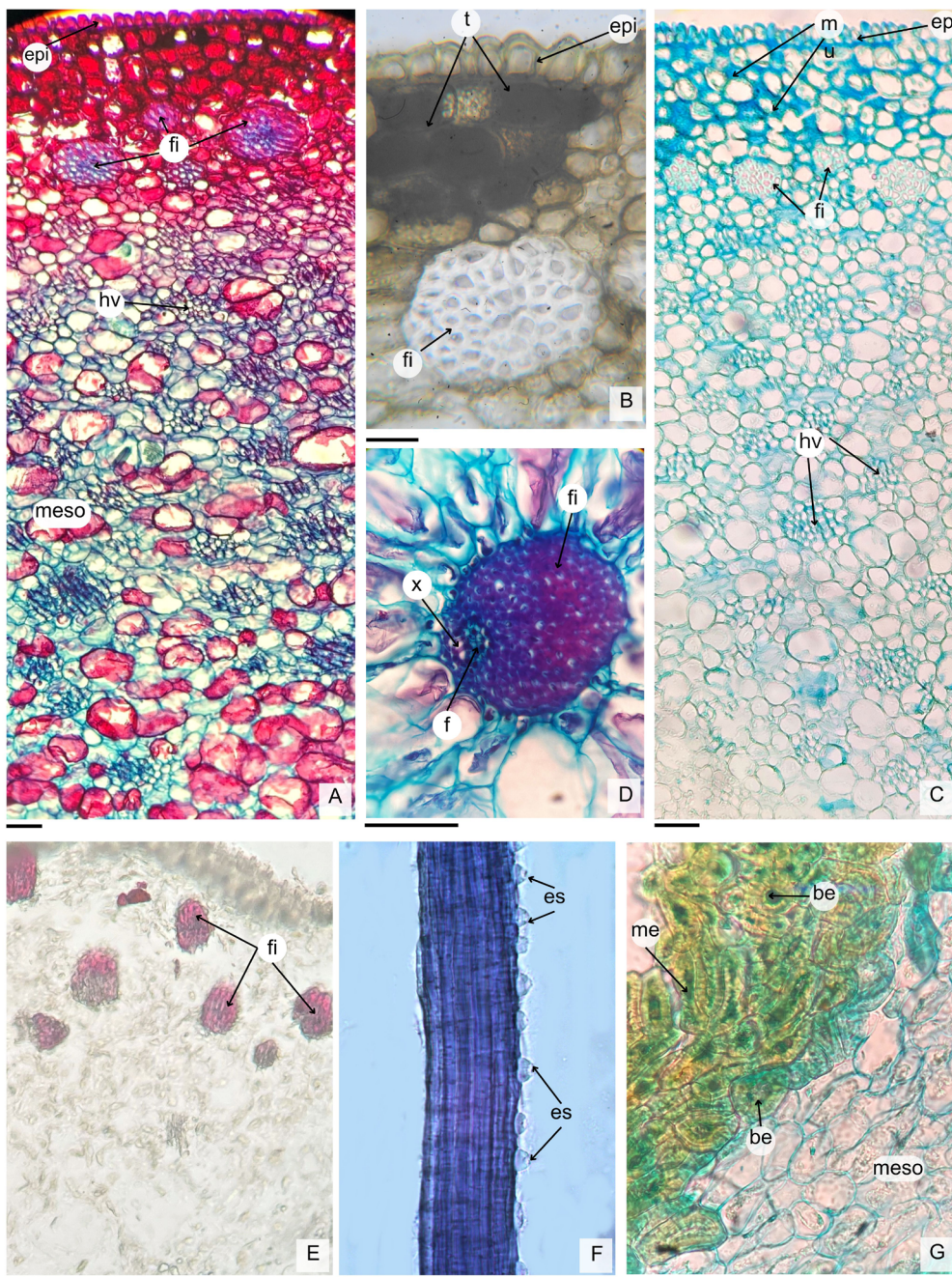


Fig. 3. *Butia yatay*. **A-E, G:** pericarpio en sección transversal. **A, D:** coloración con safranina fast green. **A:** epicarpio y mesocarpio. **B:** epicarpio y mesocarpio, prueba histoquímica con FeCl₃ (taninos). **C:** epicarpio y mesocarpio, prueba histoquímica con azul de cresilo (mucilagos). **D:** detalle del haz vascular con vaina esclerenquimática. **E:** mesocarpio y endocarpio, prueba histoquímica fluoroglucina (lignina). **F:** material disociado del epicarpio y mesocarpio, coloración violeta de cresilo, fibras y estegmatas. **G:** endocarpio, coloración con azul de cresilo. Abreviaturas= be: braque esclereidas; epi: epicarpio; es: estegmatas; hv: haces vasculares; fi: fibras; f: floema; me: macroesclereidas; meso: mesocarpio; mu: mucilagos; t: taninos; x: xilema. Escalas= A, C, E, G: 50 µm; B, D: 25 µm; F: 10 µm.

de longitud (Tabla 1), poseen paredes fuertemente engrosadas, lignificadas, que fueron evidenciadas por la coloración específica con fluoroglucinol (Fig. 3E). Estas se encuentran generalmente acompañadas por estegmatas (idioblastos pequeños que contienen cuerpos de sílice; Fig. 3F). El porcentaje de tejido esclerenquimático obtenido fue del 41%. Además, se observan células con rafidios de oxalato de calcio dispersas por el mesocarpio. El endocarpio está compuesto por esclereidas muy lignificadas dispuestas en distintas capas que se entrecruzan entre sí (Fig. 3G). Dichas esclereidas son del tipo braquiesclereidas y macrosclereidas, cuyos tamaños se expresan en la Tabla 1.

El fruto de *S. romanzoffiana* es drupáceo, ovoide, con ápice blanquecino y coloración amarilla a naranja cuando maduro (Fig. 2C). Posee un diámetro de $1,9 \pm 0,1$ cm y una longitud de $2,1 \pm 0,2$ cm. El epicarpio es liso, ceroso, el mesocarpio fibroso y el endocarpio leñoso. El fruto presenta de una a tres semillas. La pared del endocarpio se invagina hacia las semillas, causando que estas adquieran una forma irregular (Fig. 2D).

En sección transversal, el epicarpio está compuesto de una epidermis uniestratificada con células radialmente elongadas y paredes cutinizadas (Fig. 4A-B). Por debajo de la epidermis se observan varias capas de células conteniendo sustancias lipídicas (Fig. 4C). Se observa gran cantidad de haces de fibras con paredes lignificadas

con estegmatas y haces vasculares rodeados con vainas esclerenquimáticas, dispersos por el mesocarpio (Fig. 4A, D). La longitud promedio de las fibras fue de $2500 \mu\text{m}$, y el porcentaje de tejido esclerenquimático fue del 45%. En el mesocarpio de *S. romanzoffiana* se observan además de las fibras, braquiesclereidas aisladas o en grupos, con un diámetro promedio de $40 \mu\text{m}$ (Tabla 1; Fig. 4D). El mesocarpio está constituido por células parenquimáticas de distintos tamaños, idioblastos que contienen polifenoles o taninos (Fig. 4E) y rafidios de oxalato de calcio (Fig. 4F). Además, el parénquima mucilaginoso se localiza principalmente en el límite del mesocarpio con el endocarpio (Fig. 4G). El endocarpio está compuesto por braquiesclereidas y macrosclereidas de diferentes tamaños (Tabla 1).

Composición nutricional

El componente mayoritario presente en las pulpas de *B. yatay* y *S. romanzoffiana*, a excepción del agua, fueron los hidratos de carbono: el valor obtenido para *S. romanzoffiana* ($37,3 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$) fue ampliamente superior al de *B. yatay* ($11,4 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$). El contenido de fibras fue de $5,7 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ en *B. yatay* y $9,8 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ en *S. romanzoffiana*, diferencia que podría justificarse por el mayor porcentaje de tejido esclerenquimático y la presencia de braquiesclereidas aisladas o en grupos observados en el mesocarpio de *S. romanzoffiana*.

Tabla 1: Caracteres cuantitativos de *Butia yatay* y *Syagrus romanzoffiana*. Valores expresados como medias aritméticas con su correspondiente desvío estándar sobre 10 campos al azar. Pulpas: epicarpio y mesocarpio. Long: longitud, Lat: latitud.

		<i>B. yatay</i>	<i>S. romanzoffiana</i>
pulpas	Tejido esclerenquimático %	41	45
	Long. Haces (μm)	$310,7 \pm 80,9$	-
	Lat. Haces (μm)	$184,0 \pm 58,8$	$80,0 \pm 28,0$
	Long. Fibras (μm)	$3971,0 \pm 1036,5$	$2571,1 \pm 1155,7$
	Diámetro esclereidas (μm)	-	$40,2 \pm 7,3$
endocarpio	Long. Braquiesclereidas (μm)	$35,4 \pm 7,3$	$23,4 \pm 2,8$
	Long. Macrosclereidas (μm)	$75,2 \pm 14,5$	$57,4 \pm 13,6$

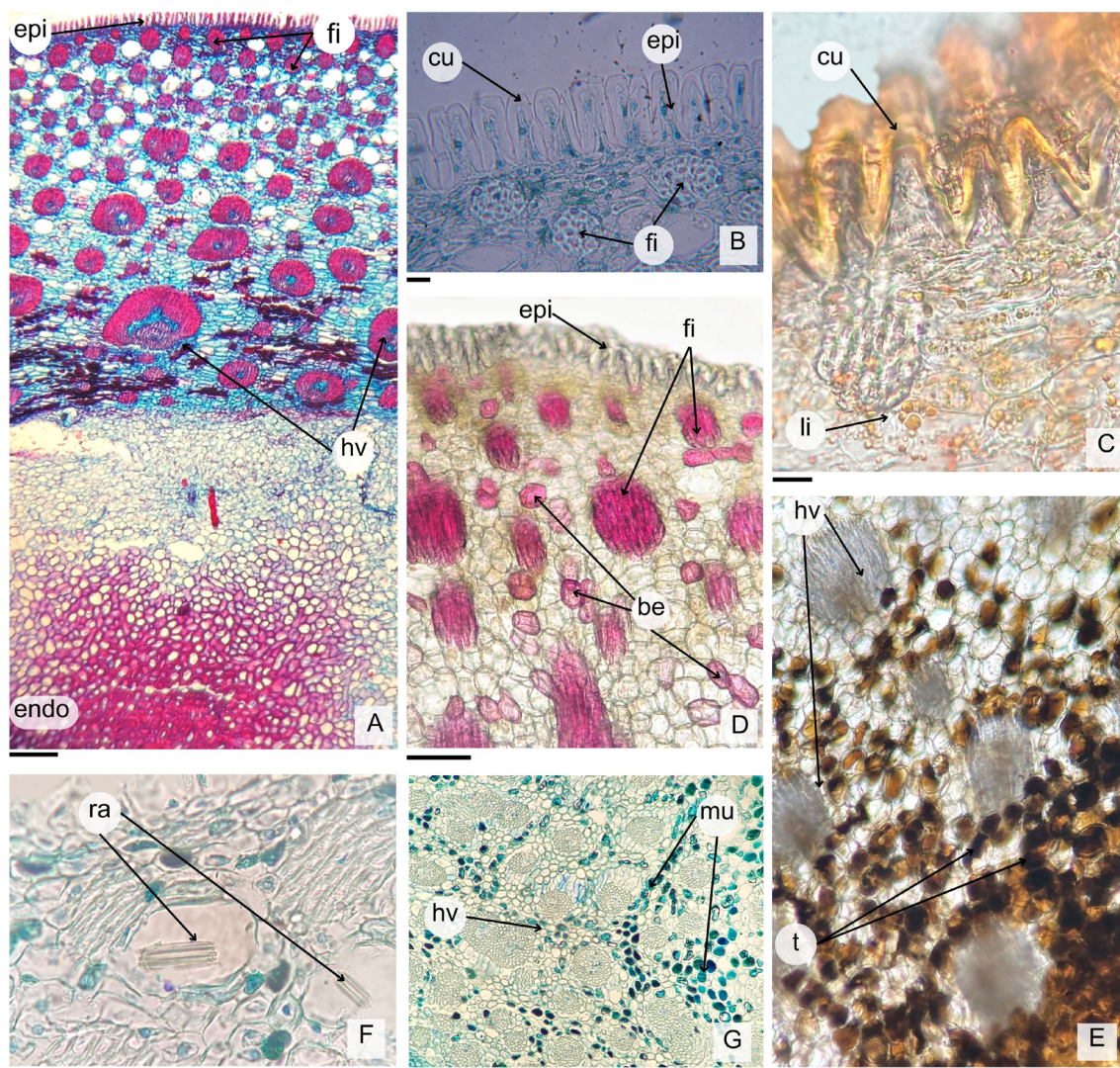


Fig. 4: *Syagrus romanzoffiana*. **A-E:** pericarpio en sección transversal. **A:** epicarpio, mesocarpio y endocarpio, coloración safranina fast Green. **B:** epidermis con cutícula y mesocarpio, prueba histoquímica con azul de cresilo (mucilagos). **C:** epidermis con cutícula y mesocarpio, prueba histoquímica sudan IV (lípidos). **D:** epicarpio y mesocarpio, prueba histoquímica fluoroglucinol (lignina). **E:** mesocarpio, prueba histoquímica con $FeCl_3$ (taninos). **F-G:** epicarpio y mesocarpio, prueba histoquímica con azul de cresilo (mucilagos). Abreviaturas= be: braquiesclereidas; cu: cutícula; endo: endocarpio; epi: epicarpio; f: floema; fi: fibras; hv: haces vasculares; li: lípidos; meso: mesocarpio; mu: mucilagos; ra: rafidios; t: taninos; x: xilema. Escalas= A: 200 μm ; B-C: 10 μm ; D-G: 100 μm ; E-F: 50 μm .

La cantidad de materia grasa fue superior en *S. romanzoffiana*: 1,2 g 100 g⁻¹ y 0,9 g 100 g⁻¹ en *B. yatay*, coincidiendo con lo observado en los cortes coloreados con el reactivo de sudan IV, donde la presencia de sustancias lipídicas fue detectada

en el parénquima adyacente al epicarpio en *S. romanzoffiana* (Fig. 4).

El contenido proteico fue similar en ambos frutos: 1,3 g 100 g⁻¹ en *B. yatay* y 1,1 g 100 g⁻¹ en *S. romanzoffiana* (Tabla 2). Usando un factor

Tabla 2: Composición proximal de los frutos de *Butia yatay* y *Syagrus romanzoffiana*. Valores expresados en g/100 g de fruta fresca. Humedad (AOAC 925.10); Materia Grasa (AOAC 920.85); Proteínas (AOAC 920.87); Contenido Mineral (AOAC 923.03); Fibra (AOAC 973.18); Carbohidratos por diferencia.

Componente (g/100 g de muestra)	<i>B. yatay</i>	<i>S. romanzoffiana</i>
Humedad	80	49,3
Materia grasa	0,9	1,2
Proteínas	1,3	1,1
Contenido mineral	0,6	1,3
Fibra	5,7	9,8
Hidratos de carbono	11,4	37,3
Calorías totales Kcal/100g	59	164,4

de conversión de 4 kcal g⁻¹ para las proteínas y 9 kcal g⁻¹ para los hidratos de carbono y lípidos, fue posible estimar el valor calórico de cada pulpa, siendo mayor para *S. romanzoffiana* (164,4 kcal

100 g⁻¹) que para *B. yatay* (59,0 kcal 100 g⁻¹).

Además, se observó alta variedad de ácidos grasos para los frutos de las dos especies estudiadas (Tabla 3). Los ácidos oleico (C18:1Δ9), palmítico

Tabla 3: Composición de ácidos grasos de los frutos de *Butia yatay* y *Syagrus romanzoffiana*.

Composición de ácidos grasos (cada 100 g de muestra)	Porcentaje	
Ácido graso	<i>B. yatay</i>	<i>S. romanzoffiana</i>
C6:0	3,6	-
C8:0 Ac. Caprílico	1,3	0,2
C10:0 Ac. Caprílico	0,4	0,1
C12:0 Ac. Láurico	1,8	0,2
C14:0- Ac. Mirístico	1,6	0,4
C15:0-	0,1	-
C16:0- Ac. Palmítico	20,8	30,5
C16:1- Ac. Palmítoleico	1,5	3,9
C17:0-	-	0,2
C18:0- Ac. Esteárico	1,1	4
C18:1Δ9 Ac. Oleico	33,4	38,3
C18:1Δ11- Ac. Vaccénico	3,9	4,1
C18:2- Ac. Linoléico	22,2	14,8
C18:3- Ac. Linolénico	7,6	1,8
C20:0- Ac. Araquídico	-	0,4
C22:0	0,2	0,2
C24:0	0,4	0,9

(16:0) y linoleico (C18:2) fueron los mayoritarios, con valores entre 14 % y 33 %.

El contenido de polifenoles de *B. yatay* (190 mg GAE 100 g-1) fue más bajo que en *S. romanzoffiana* (291 mg GAE 100 g-1). Si bien en las dos especies se detectaron taninos por reacción con FeCl_3 , la ubicación en los mismos fue distinta: en *S. romanzoffiana* el parénquima conteniendo taninos se localizó en el mesocarpio interno, cercano al endocarpio (Fig. 4F), mientras que en *B. yatay* los taninos se observaron en el tejido parenquimático por debajo del epicarpio (Fig. 3B).

DISCUSIÓN

Una característica anatómica distintiva en ambos frutos fue la presencia de casquetes de fibras fuertemente lignificadas y haces vasculares rodeados de amplias vainas esclerenquimáticas dispersos por el mesocarpio. Estos caracteres han sido reportados para distintas especies de Arecaceae en relación a su densidad, tamaño y posición y pudo demostrarse que varían a nivel de género (Roth, 1977; Essig & Hernández, 2002; Romanov, 2011). En el mesocarpio de *S. romanzoffiana* los haces de fibras y los haces vasculares rodeados de fibras son más numerosos, pero de menores dimensiones que los observados en *B. yatay*; además en *S. romanzoffiana* se observa la presencia de esclereidas de distintos tamaños, aisladas o en grupos, dispersas por el mesocarpio. Esta mayor presencia de elementos esclerenquimáticos coincide con los resultados obtenidos en el análisis proximal de las pulpas.

El contenido de fibra dietaria (celulosa y lignina) en *S. romanzoffiana* fue superior al de *B. yatay*. Al-Shahib & Marshall (2003), estudiaron el contenido de fibra de 14 variedades de *Phoenix dactylifera* L., y encontraron que el contenido variaba entre 6,4% - 11,5%, dependiendo de la variedad y del grado de maduración del fruto. Estos datos concuerdan con los obtenidos en *B. yatay* y *S. romanzoffiana*. El contenido de fibra dietaria de frutos de consumo más convencional como manzana, tomates o peras es de 2 g 100 g-1, 2,1 g 100 g-1 y 1,5 g 100 g-1, respectivamente (Central USDA, 2022), siendo valores más bajos que los encontrados en las especies estudiadas. Los altos valores de fibra dietaria determinados

en ambas especies constituyen una importante fuente nutricional. Más aún, el consumo de 100 g de pulpa de *S. romanzoffiana* aportaría aproximadamente el 40% del consumo de fibra diario necesario, y 100 g de pulpa de *B. yatay* aportaría el 23% de la ingesta diaria de fibra recomendada (ANVISA, 2012).

Los frutos de *B. yatay* y *S. romanzoffiana* presentaron epidermis uniestratificada con cutícula gruesa; las células epidérmicas de *S. romanzoffiana* son elongadas radialmente como reporta Roth (1977) para el epicarpio de *Cocos nucifera* L. En *S. romanzoffiana* se detectaron, además, sustancias lipofílicas en las células parenquimáticas subepidérmicas, lo cual puede relacionarse al mayor contenido de lípidos registrado para esta especie en comparación con *B. yatay*.

Por otro lado, en el pericarpio de *B. yatay* se observan células subepidérmicas con contenido mucilaginoso y con compuestos polifenólicos. Ventura *et al.* (2022) reportan mucílagos y polifenoles en posición subepidérmica en el pericarpio de *Butia capitata* (Mart.) Becc. pero se refieren a estas capas de células como tejido colenquimático.

En ambas especies se observaron idioblastos conteniendo taninos y/o polifenoles en los límites del mesocarpio con el endocarpio. El contenido de polifenoles totales en la pulpa de *B. yatay* (190 mg GAE 100 g-1) fue más bajo al obtenido para *S. romanzoffiana* (291 mg GAE 100 g-1). Habitualmente los frutos del género *Butia* son reconocidos por tener un contenido de compuestos fenólicos muy rico, con valores que van desde 265 a 402 equivalentes de ácido gálico (GAE 100 g-1) (Sganzerla *et al.*, 2010). Estos valores son elevados respecto a otros frutos de consumo masivo, como las frutillas (80 mg GAE 100 g-1) (Kähkönen *et al.*, 1999). Los valores de polifenoles totales registrados para frutos de distintas especies de palmeras mostraron ser muy dispares. Se han reportado valores desde 4,8 mg para los frutos de *Phoenix dactylifera*, hasta 293 mg y 493,6 mg para los frutos de *Butia odorata* y *B. capitata*, respectivamente (Biglari *et al.*, 2008; Beskow *et al.*, 2015). Esta variabilidad entre los resultados obtenidos para *B. yatay*, *S. romanzoffiana* y para otras especies de palmeras podrían deberse a diferencias ambientales, tanto del suelo como

climáticas, así como también a los estados de maduración del fruto al momento de su cosecha (Vayalil, 2012) Los compuestos fenólicos, que incluyen taninos, flavonoides, ácidos fenólicos y antocianinas, han demostrado ser un grupo importante de compuestos biológicamente activos presentes en distintos frutos (Koczka *et al.*, 2018). Además, los compuestos polifenólicos son ampliamente reconocidos por sus propiedades antioxidantes, antialérgicas, antivirales, antiinflamatorias y vasodilatadoras (Pietta, 2000).

La presencia de rafidios de oxalato de calcio constituye un carácter de valor diagnóstico, ya reportado para distintas especies de Arecaceae (Reis, 2012; Sant' Anna-Santos, 2015). Roth (1977) informa sobre la presencia de estos cristales en los frutos de *Cocus nucifera* y otras especies de palmeras. También se ha informado su presencia en frutos de especies del género *Butia* (Romanov, 2011; Sant' Anna-Santos *et al.*, 2015; Ventura *et al.*, 2022), pero hasta ahora no habían sido confirmados en frutos de *B. yatay* o *S. romanzoffiana*.

Los estegmatas o cuerpos de sílice que acompañan las fibras en los mesocarpio de *B. yatay* y *S. romanzoffiana* también constituyen un carácter de valor diagnóstico y solo habían sido reportados por Roth (1977) en frutos de *C. nucifera*, en hojas de algunas especies de los géneros *Sabal* y *Allagoptera* (Zona, 1990; Antunes Defaveti *et al.*; 2015) y en las flabeladas Argentinas: *Copernicia alba*, *Trithrinx campestris*, *T. biflabellata* y *T. schizophylla* (Guth, 1970)

El contenido proteico fue similar en ambos frutos, ligeramente superior al registrado para otros frutos tradicionales como peras (0,9 g 100 g⁻¹) o tomates (0,8 g 100 g⁻¹) (Central USDA, 2022).

El valor calórico de *S. romanzoffiana* es mayor que en *B. yatay* probablemente debido al mayor contenido de hidratos de carbono detectado en la primera especie.

Se observó gran variabilidad en la composición de ácidos grasos en ambas especies. Los ácidos palmítico (16:0), oleico (C18:1Δ9) y linoleico (C18:2) fueron los mayoritarios en las pulpas de los frutos de las dos especies y juntos superan el 70% del total de ácidos grasos presentes. Estos valores concuerdan con trabajos previos que reportan también altos valores de ácido oleico (28,9 % y 32,9%) palmítico (31,7% y 38,4%) y linoleico (29,4% y 22,3%) en frutos de *S.*

romanzoffiana y *B. odorata* respectivamente (Coimbra & Jorge, 2011; Ferrão *et al.*, 2013). Considerando el contenido de ácidos grasos insaturados totales, las pulpas de ambos frutos mostraron tener una composición rica en lípidos. La suma de ácidos insaturados (monoinsaturados y poliinsaturados) es superior a la de ácidos grasos saturados totales. Es destacable el contenido de ácidos linoléico y linolénico, especialmente en *B. yatay* (29,6%), debido a que los mismos son esenciales, no son sintetizados por los seres humanos y son precursores de los ácidos grasos de las series n-6 (omega 6) y n-3 (omega 3). Existe probada evidencia de que la ingesta de omega 3 y omega 6 disminuye los riesgos de desarrollar enfermedades coronarias y cáncer (FAO, 2010).

CONCLUSIONES

El estudio anatómico e histoquímico de los frutos de *B. yatay* y *S. romanzoffiana* ha permitido correlacionar su estructura interna con su composición proximal y nutricional. Los resultados logrados en esta manera integral son el primer registro para ambas especies.

Los frutos de las especies analizadas demostraron ser una excelente fuente de ácidos grasos poliinsaturados como el linoléico, linolénico y compuestos antioxidantes como taninos y polifenoles, en general. Debido a su valor nutricional, su abundancia y fácil obtención en áreas urbanas, el consumo de estos frutos debe ser alentado como fuente no convencional de nutrientes y compuestos bioactivos, importantes para el crecimiento, desarrollo y protección frente a diversas patologías.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Todos los autores diseñaron y realizaron la investigación, así como en la redacción del manuscrito. MNC coleccionó el material de campo y consultó herbarios. EM realizó los ensayos histoquímicos y químicos y MNC los anatómicos e histoquímicos. El análisis de composición proximal fue realizado en el Laboratorio de Análisis de Alimentos de la Facultad de Cs. Bioquímicas y Farmacéuticas de la UNR.

AGRADECIMIENTOS

A la Bioq. Regina Formigli por el análisis de composición proximal y a la Bioq. Mónica Hourcade del Laboratorio de Análisis de CG/EM de la UNR. Este trabajo fue financiado con fondos provenientes del Área de Ciencia, Tecnología e Innovación para el Desarrollo de la Universidad Nacional de Rosario, Argentina.

BIBLIOGRAFÍA

- AL-SHAHIB W. & R. J. MARSHALL. 2003. The fruit of the date palm: its possible use as the best food for the future? *Int. J. Food Sci. Nutr.* 54: 247-259. <https://doi.org/10.1080/09637480120091982>
- ANTUNES E DEFAVERI, A. C., C. FRANCA BARROS & R. DO CARMO DE OLIVEIRA ARRUDA. 2015. *Allagoptera arenaria* (Arecaceae): Leaf anatomy of a palm from the Brazilian shore. *Brittonia* 67: 336-349. <https://doi.org/10.1007/s12228-015-9384-2>.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. 2012. Dispõe sobre o regulamento técnico sobre informação nutricional complementar (Resolução RDC nº 54). Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil.
- A.O.A.C. 2000. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. 17th Ed. Nielsen. Nueva York, USA. <http://www.aocofficialmethod.org/>
- BARBOSA, M.C.D., Q. D. S. ROSA, L. D. M. CARDOSO, A. F. D. GOMIDES,... & M.A.S. VALENTE. 2021. Composition proximate, bioactive compounds and antioxidant capacity of *Butia capitata*. *Food Sci. & Technol.* 41: 763-764. <https://doi.org/10.1590/fst.26720>
- BESKOW, G. T., J. F. HOFFMANN, A. M. TEIXEIRA, J. C FACHINELLO. & C. V. ROMBALDI. 2015. Bioactive and yield potential of jelly palms (*Butia odorata* Barb. Rodr.). *Food Chem.* 172: 699-704. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.09.111>
- BIGLARI, F., A. F. ALKARKHI & A. M. EASA. 2008. Antioxidant activity and phenolic content of various date palm (*Phoenix dactylifera*) fruits from Iran. *Food Chem.* 107: 1636-1641. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.10.033>
- BLIGH, E. & W. DYER. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physio.* 37: 911-917. <https://doi.org/10.1139/o59-099>
- BONOMO, M. & L. E. CAPELETTI. 2014. Uso prehispánico de las palmeras *Syagrus romanzoffiana* y *Butia yatay* en el Nordeste argentino: aportes desde la etnografía y la biometría. *Rev. Mus. Antropol.* 7: 227-234.
- BOODLE, L. 1916. A method of macerating fibres. *Kew Bulletin Miscellaneous Inform.* 5: 108-110.
- Central USDA. 2022. FoodData Central, U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE. <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#>
- COIMBRA, M. C. & N. JORGE. 2011. Proximate composition of guariroba (*Syagrus oleracea*), jerivá (*Syagrus romanzoffiana*) and macaúba (*Acrocomia aculeata*) palm fruits. *Food Res. Int.* 44: 2139-2142. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.03.032>
- ESSIG, F. B. & N. HERNANDEZ. 2002. A systematic histological study of palm fruits. V. Subtribe Archontophoeniciae (Arecaceae). *Brittonia* 54: 65-71 [https://doi.org/10.1663/0007-196X\(2002\)054\[0065:AS HSOP\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1663/0007-196X(2002)054[0065:AS HSOP]2.0.CO;2) .
- FERRÃO, T. S., D. F. FERREIRA, D. W. FLORES, G. BERNARDI & R. WAGNER. 2013. Evaluation of composition and quality parameters of jelly palm (*Butia odorata*) fruits from different regions of Southern Brazil. *Food Res. Int.* 54: 57-62. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.06.002>
- FONSECA, R., L. M. RIBEIRO, M. O. SIMÕES, G. C. DE OLIVEIRA MENINO, F. M. DE JESUS & S. B. REIS. 2007. Morfometria da flor e inflorescência de *Butia capitata* (Mart) Becc. (Arecaceae) em diferentes fases de desenvolvimento, no cerrado de Montes Claros–MG. *Revista Brasileira de Biociências* 5: 657-659.
- ANTON A. M. & F. O. ZULOAGA (Dir.). Actualización continua. Flora Argentina, [online]. Disponible en: <http://buscador.floraargentina.edu.ar/species/details/9835> [Acceso: 20 junio 2023].
- FAO Food and agriculture organization of the United Nations. 2010. Fats and fatty acids in human nutrition, report of an expert consultation <https://www.fao.org/3/i1953e/i1953e00.pdf>
- GARCIA, R. 2010. Las Plantas de las calles de Rosario, [online]. Disponible en: <https://fcagr.unr.edu.ar/?p=13370>.
- GATTUSO, M. & S. GATTUSO. 2002. *Técnicas Histológicas en Material Vegetal*. UNR editora, Rosario.
- GUTH, E. 1970. La presencia de estegmatas en hojas de Palmas flabeladas Argentinas. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 13: 209-212.

- HARTMAN, L. & R. LAGO. 1973. Rapid determination of fatty acid methyl esters from lipids. *Lab. Practice* 22: 475-476.
- HOFFMANN, J., R. BARBIERI, C. ROMBALDI & F. CHAVES. 2014. *Butia* spp. (Arecaceae): an overview. *Sci. Hort.* 179: 122-131. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.08.011>
- KÄHKÖNEN, M., A. HOPIA, P. VUORELA, J. RAUHA... & M. HEINONEN. 1999. Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. *J. Agric. Food Chem.* 47: 3954-3962. <https://doi.org/10.1021/jf990146l>
- KOCZKA, N., STEFANOVITS-BÁNYAI & A. OMBÓDI. 2018. Total polyphenol content and antioxidant capacity of rosehips of some *Rosa* species. *Medicines* 5: 84-87. <https://doi.org/10.3390/medicines5030084>
- LESCANO, C., I. DE OLIVEIRA, F. FREITAS DE LIMA, D. BALDIVIA, & J. SANJINEZ-ARGANDOÑA. 2018. Nutritional and chemical characterizations of fruits obtained from *Syagrus romanzoffiana*, *Attalea dubia*, *Attalea phalerata* and *Mauritia flexuosa*. *Food Measure.* 12: 1284-1294. <https://doi.org/10.1007/s11694-018-9742-3>
- LORENZI, G. & R. NEGRELLE. 2006. *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart.: aspectos ecológicos. *Visão Acadêmica* 7:1-12.
- LORENZI, H., N. NOBLICK, F. KAHN & E FERREIRA. 2010. *Flora Brasileira: Arecaceae (Palmeiras)*. Plantarum, Nova Odessa [online]. Disponible en: <https://repositorio.inpa.gov.br/handle/1/35944>
- MAGAÑA, A. & A. GONZÁLEZ HERNÁNDEZ. 2017. Estudio taxonómico de la familia Arecaceae en el municipio de Macuspana, Tabasco, México. *Kuxulkab'* 23: 5-15. <https://doi.org/10.19136/kuxulkab'.a23n47.2621>
- NOBLICK, L. 2017. A revision of the genus *Syagrus* (Arecaceae). *Phytotaxa.* 294: 180-188 <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.294.1.1>
- PEREZ, A. & V. TOMASI. 2002. Tinción con azul brillante de cresilo en secciones vegetales con parafina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 37: 211-215.
- PIETTA, P. 2000. Flavonoids as antioxidants. *J. Nat. Prod.* 63: 1035-1042. <https://doi.org/10.1021/np9904509>
- REIS, S. M. MERCADANTE-SIMÕES & L. RIBEIRO. 2012. Pericarp development in the macaw palm *Acrocomia aculeata* (Arecaceae). *Rodriguésia* 63: 541-549. <https://doi.org/10.1590/S2175-78602012000300005>
- ROMANOV, M., M. BOBROV, D. WIJESUNDARA & E. ROMANOVA. 2011. Pericarp development and fruit structure in borassoid palms (Arecaceae–Coryphoideae–Borasseae). *Ann. Bot.* 108: 1489-1502. <https://doi.org/10.1093/aob/mcr148>
- ROTH, I. 1977. *Fruits of angiosperms*. Gebrüder Borntrager, Berlin.
- SANT'ANNA-SANTOS, B., W. CARVALHO JUNIOR & V. AMARAL. 2015. *Butia capitata* (Mart.) Becc. lamina anatomy as a tool for taxonomic distinction from *B. odorata* (Barb. Rodr.) Noblick comb. nov (Arecaceae). *An. Acad. Bras. Ciênc.* 87: 71-81. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201520130457>
- SCHWARTZ, E., J. C. FACHINELLO, R. L. BARBIERI & J. B. D. SILVA. 2010. Performance of populations of *Butia capitata* of Santa Vitória do Palmar. *Rev. Bras. Frutic.* 32: 736-745. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452010005000089>
- SGANZERIA, M. 2010. Caracterização físico-química e capacidade antioxidante do butiá (Master's thesis, Universidade Federal de Pelotas) <http://guaiaca.ufpel.edu.br/handle/123456789/1333>
- SINGLETON, V. & J. ROSSI. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Vitic.* 16: 144-158. <https://doi.org/10.5344/ajev.1965.16.3.144>
- STRITTMATTER, C. 1979. Modificación de una técnica de coloración Safranina-Fast green. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 18: 121-122.
- TOMLINSON, P. B., HORN, J. W. & FISHER, J. 2011. *The Anatomy of Palms: Arecaceae - Palmae* (online edn, 2015) Oxford Academic. <https://doi.org/10.1093/acprof:osobl/9780199558926.001.0001>
- VAYALIL, P. K. 2012. Date fruits (*Phoenix dactylifera* Linn): an emerging medicinal food. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 52: 249-271. <https://doi.org/10.1080/10408398.2010.499824>
- VENTURA, J. M., H. C. MAZZOTTINI-DOS-SANTOS, M. MERCADANTE-SIMÕES, P. LOPES, ... & L. RIBEIRO. 2022. Pericarp histogenesis and histochemistry during fruit development in *Butia capitata* (Arecaceae). *Protoplasma* 259: 1521-1539. <https://doi.org/10.1007/s00709-022-01749-y>
- WOLF, L., C. JEISERHARDT, D. SVENNING, H. KISSLING & H. BALSLEV. 2011. Geographical ecology of the palms (Arecaceae): determinants of diversity and distributions across spatial scales. *Ann. Bot.* 108: 1391-1416. <https://doi.org/10.1093/aob/mcr146>

ZARLAVSKY, G. E. 2014. *Histología Vegetal: técnicas simples y complejas*. Sociedad Argentina de Botánica, Buenos Aires.




ZONA, S. 1990. A Monograph of Sabal (Arecaceae: Coryphoideae). *Aliso: A J. Syst. Floristic Bot.* 12: 4-2.

ZULOAGA, F. & O. MORRONE. 1996. *Catálogo de las Plantas Vasculares de la República Argentina. I Pteridophyta, Gymnospermae y Angiospermae (Monocotyledoneae)*. Missouri Botanical Garden, St. Louis.



SPATIAL STRUCTURE OF PHENOTYPIC TRAITS IN SEVEN PROVENANCES OF *NELTUMA ALBA* (FABACEAE)

ESTRUCTURA ESPACIAL DE CARACTERES FENOTÍPICOS EN SIETE PROCEDENCIAS DE *NELTUMA ALBA* (FABACEAE)

María V. Vega^{1*} , Beatriz O. Saidman²  & Juan C. Vilardi² 

1. Laboratory of Plants Biotechnology, FRN, SECyT, UNaF, Formosa, Argentina


2. Department of Ecology, Genetics and Evolution. FCEN. UBA, IEGEBA, CONICET, Buenos Aires, Argentina

*mavivega@yahoo.es

Citar este artículo

VEGA, M. V., B. O. SAIDMAN & J. C. VILARDI. 2023. Spatial structure of phenotypic traits in seven provenances of *Neltuma alba* (Fabaceae). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 58: 547-560.

 DOI: <https://doi.org/10.31055/1851.2372.v58.n4.39224>

 DOI: <https://doi.org/10.31055/1851.2372.v58.n4.39224>

SUMMARY

Backgrounds: *Neltuma alba* is one of the most important native woody species in Argentina in the Dry Chaco, part of the Argentine Mesopotamia and the Paraguayan Chaco. It shows great variability due to interspecific hybridization and introgression associated with protogyny and self-incompatibility systems. This species is adapted to arid and semi-arid climates with saline and degraded soils. Environmental heterogeneity and wide distribution may result in local adaptation and autocorrelated spatial patterns in genetic and quantitative variables.

Aim: To analyze the spatial structure in provenances of *N. alba* influenced by isolation by distance in the Gran Chaco Region.

M&M: This work studied spatial structure in seven provenances of *N. alba* from the Dry and Humid Chaco regions, based on fifteen foliar, fruit and germination traits in 68 individuals, together with five environmental variables.

Results and Conclusion: univariate statistical analyses showed significant or highly significant differences among provenances. According to Moran's *I* index phenotypic and geographical distances are significantly autocorrelated for the first distance class (0-0.643 km). Partial Mantel test showed significant correlation for the first two distance classes. The overall analysis showed that 11 of the analyzed traits showed significant spatial autocorrelation. The local spatial analysis indicated that for several traits their hot spots of high similarity between neighboring individuals and cold spots where nearby individuals are highly differentiated.

KEYS WORDS

Local adaptation, morphological traits, *Neltuma*, origin, *Prosopis*, spatial autocorrelation analyses.

RESUMEN

Introducción: *Neltuma alba* es una de las leñosas nativas más importantes de Argentina. Ocupa la ecorregión de Gran Chaco y parte de la Mesopotamia Argentina. Muestra gran variabilidad parcialmente atribuida a hibridación e introgresión con otros algarrobos, asociados a la protoginia y sistemas de autoincompatibilidad. Se adapta a climas áridos y semiáridos con suelos salinos y degradados. La heterogeneidad ambiental y su amplia distribución pueden asociarse a adaptación local y autocorrelacionados espacial en variables genéticas y cuantitativas.

Objetivo: Analizar la estructura espacial en procedencias de *N. alba* influenciada por el aislamiento por distancia en la Región del Gran Chaco.

M&M: Se evaluó la autocorrelación en siete procedencias de *N. alba* de las ecorregiones del Chaco Seco y el Chaco Húmedo, basado en quince rasgos foliares, de fruto y germinación en 68 individuos adultos, incluyendo información de cinco variables ambientales.

Resultados y conclusión: Los análisis estadísticos univariados demostraron diferencias significativas o altamente significativas entre procedencias. La asociación entre la similitud fenotípica y la distancia geográfica mostró valores de autocorrelación significativa para la primera clase de distancia (0-0.643 km). El test de Mantel parcial indicó que la correlación entre la distancia fenotípica y geográfica se pierde a partir de 40 - 50 km. El análisis global mostró que 11 de los rasgos analizados presentaron una autocorrelación significativa. El análisis espacial local indicó que para varios rasgos existen puntos de alta similitud entre individuos vecinos (*hotspots*) y puntos donde los individuos cercanos están muy diferenciados (*coldspots*).


PALABRAS CLAVE

Análisis de autocorrelación espacial, caracteres adaptativos, *Neltuma*, origen, *Prosopis*, rasgos morfológicos.

Recibido: 24 Nov 2022

Aceptado: 29 Sep 2023

Publicado impreso: 22 Dic 2023

Editora: Paola Gaiero 

ISSN versión impresa 0373-580X

ISSN versión on-line 1851-2372

INTRODUCTION

In 1943, Wright introduced the term isolation by distance to describe a pattern in which genetic differentiation increases with geographic distance. In this context, genetic differentiation among populations would be the result of the interaction between drift and gene flow. Wang & Bradburd (2014) incorporate the concept of isolation by environment as a pattern in which genetic differentiation increases with environmental differences, regardless the geographic distance. Together, processes that reduce the rate of dispersal and environmental differences among populations will generate patterns of increased genetic differentiation. These distribution patterns of variation can be generated by climatic and edaphic variations and geographic isolation (Siabato & Guzman Manrique, 2019).

One way to assess the association between phenotypic similarity and geographic distance is spatial autocorrelation (SA) analysis, defined as the property of pairs of spatial objects of being more (positive SA) or less similar (negative SA) to each other than randomly expected (Getis & Ord, 1992). The first index to measure SA, proposed by Moran (Moran's Global I index) in 1950, was used to evaluate whether the values of one (phenotypic) variable studied tended to cluster spatially. In the 90s, measurements of local autocorrelation were developed, that allowed to capture local spatial autocorrelation indicators such as the coefficients G_i and G_i^* (Ord & Getis, 1995; Garcia, 2019), which described spatial clustering around individual sites, to discover local "packages" (hot spots) of autocorrelated points. In the early 2000s, a new approach defined as landscape genetics emerged, oriented to the analysis of interactions between landscape features and evolutionary processes such as gene flow and selection (Bessega *et al.*, 2015).

In the arid and semiarid forest regions of the Humid Chaco and Dry Chaco in Argentina, the woody species of the *Neltuma* Raf. (formerly *Prosopis* L., Hughes *et al.*, 2022) genus stand out, constituting an important multipurpose natural resource. The fruits of these species

and their derivatives are used for human food and fodder and their wood is of high quality for furniture and charcoal production. They show high morphological variability and ecological amplitude, offering the possibility of selecting trees adapted to diverse environments. Morphometric studies carried out in *Neltuma* species, account for phenotypic differentiation among populations, which can be attributed to genetic differences caused by adaptation to various environmental conditions (Bessega *et al.*, 2015; Fontana *et al.*, 2018), observable at different levels: species, populations, individuals and even within the same individual (Fontana *et al.*, 2018; Castillo *et al.*, 2021).

The factors capable of generating SA patterns and affecting the genetic coherence among provenances include the mechanisms of pollen and seed dispersal and the environmental heterogeneity (Roser, 2017). Based on studies conducted by researchers on *Neltuma* species, the dispersal distances of pollen and seeds are short, which is why in local populations a marked reduction in kinship and phenotypic resemblance among individuals was observed depending on the distance that separates them (Bessega *et al.*, 2012; Roser, 2017).

MATERIALS AND METHODS

Sampling

Relatively homogeneous natural areas within the distribution of *Neltuma alba* (Griseb.) C.E.Hughes & G.P.Lewis were identified, and individuals from seven provenances representing three complexes of two ecoregions within the Argentine Chaco region were collected covering a latitudinal and longitudinal geographic gradient (Table 1). Five provenances correspond to the Dry Chaco Ecoregion: Ibarreta (ib), Laguna Yema (ly), Isla Cuba (ic), Las Breñas (lb) and Charata (ch). The other two provenances are located in the Humid Chaco Ecoregion: Formosa (fo) and Villa Dos Trece (vi) (Table 1, Fig. 1). The provenances of ib, ly and ic are located in the Pilcomayo-Bermejo Interfluvial Complex, while lb and ch are located in the Antiguos Cauces of Juramento-Salado Complex (Table 1). These complexes belong to the Dry

Table 1. Location of the different provenances sampled. Ecoregions, sub-regions and complexes according to Morello *et al.* (2012). Geographical coordinates, mean rainfall, mean, maximum and minimum temperatures and water vapor pressure for each provenance are provided.

Ecoregions	Subregions	Complex	Provenances	long	lat	mr (mm)	mean T (°C)	max T (°C)	min T (°C)	wvp (kPa)
Dry Chaco	Semiarid Chaco	Bermejo-Pilcomayo Interfluvium	Ibarreta (Formosa)	-59.97	-25.44	1002.8	21.2	28.8	15.4	131.6
Dry Chaco	Semiarid Chaco	Bermejo-Pilcomayo Interfluvium	Laguna Yema (Formosa)	-61.25	-24.26	795.2	23.2	29.8	16.6	131.6
Dry Chaco	Semiarid Chaco	Bermejo-Pilcomayo Interfluvium	Isla Cuba (Formosa)	-61.87		673.2	23.2	30.2	15.9	133.9
Dry Chaco	Semiarid Chaco	Old Channel of Juramento Salado	Las Breñas (Chaco)	-61.07	-27.10	906.8	20.4	29.3	14.5	117
Dry Chaco	Semiarid Chaco	Old Channel of Juramento Salado	Charata (Chaco)	-61.19	-27.24	939	20.4	29.3	14.5	117
Humid Chaco	Chaco of Forests and Glens	Eastern Lower Paraguay River	Formosa (Formosa)	-58.25	-26.25	1279	21.9	28.5	14.6	103.3
Humid Chaco	Chaco of Forests and Glens	Eastern Lower Paraguay River	Villa Dos Trece (Formosa)	-59.35	-26.16	1204	21.9	28.5	14.6	117

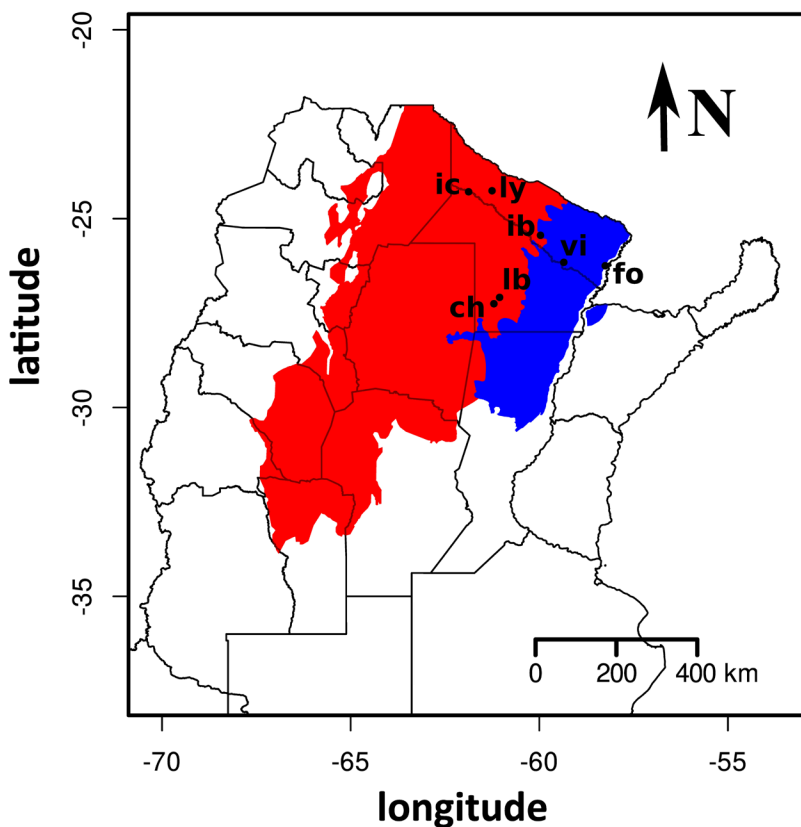


Fig. 1. Distribution of the Dry Chaco (red) and Humid Chaco (blue) ecoregions in Argentina with the geographic location of the sampled sites (provenances). The distribution of the ecoregions was obtained from Morello *et al.* (2012). Abbreviations: fo: Formosa; ch: Charata, ib: Ibarreta, ic: Isla Cuba, lb: Las Breñas, ly: Laguna Yema, vi: Villa Dos Trece.

Chaco Ecoregion, where the warm continental subtropical climate predominates, with absolute maximum temperatures exceeding 47°C. Absolute minimum temperatures range between -6° and -7°C in the plains and foothills, and between -12° and -16°C in the foothills of Chaco Serrano (Morello *et al.*, 2012). Precipitation ranges from 700 mm (isohyet between Santiago and Northern Santa Fe and Central Southern Chaco) to 400 mm in the valleys of Güemes, Tapia-Trancas and Catamarca hills (Morello *et al.*, 2012).

The provenances of fo and vi are located in the Eastern Complex of the Lower Paraguay River (Table 1), where annual precipitation decreases from West to East with more than 1300 mm in

the area of the large river collectors and about 750 mm in the border with the Dry Chaco. The Eastern Complex of the Lower Paraguay River is located approximately 150-400 km from the Bermejo-Pilcomayo Interfluvial Complex, and 430 km from the Antiguos Cauces of Juramento-Salado Complex. While the Bermejo-Pilcomayo Interfluvial Complex and the Antiguos Cauces del Juramento-Salado Complex are 496 km apart (Table 1; Fig. 1).

To capture a good representation of the variation, 10 individuals (mother plants) per provenance were randomly chosen, with typical morphological characteristics of *N. alba*, according to the description of Burkart (1976). Seeds were collected from each individual to set

up a progeny trial in a nursery in the Formosa National University. The set of seeds collected from each mother plant was considered a family made up of half-sibs, following the criterion that trees should be at least 50 m apart (Saidman & Vilardi, 1993; Bessega *et al.*, 2000) to reduce the probability of duplications in the sampling due to the possible relationship among neighboring trees.

The geographic location of the harvested individuals was recorded using a GPS (Garmin Etrex 10). Harvesting data sheets were filled in using the passport information described by the International Plant Genetic Resources Institute, adapted to the species under study, and documenting the topographic, edaphic and climatic characteristics of each provenance. For each sampled site, five environmental variables were analyzed: mean rainfall (mr), mean temperature (mean T), maximum temperature (max T), minimum temperature (min T) and water vapor pressure (wvp). These data were collected from: <https://worldclim.org>, with a 30 sec resolution. The information corresponds to the 1970-2000 period. For each variable, 12 GeoTiff files were obtained, one for each month of the year. The environmental variables of each sampling site were extracted from the GeoTiff files using the *extract* function of the *raster* package (Hijmans, 2019) of the R program (R Core Team, 2020). In each case, the records of all the months were averaged to obtain an annual mean (Table 1).

Analyzed traits

Herbarium vouchers and fruit samples were obtained from each sampled individual in order to measure the following morphological traits: leaflet length (LL) and width (LW) (cm), petiole length (PEL, cm), length of the longest pinnae of each leaf (PIL, cm), number of pinnae per leaf (NPL), interleaf distance (ID, cm), number of leaflet pairs per pinnae (LP), pod length (PL) and width (PW, cm), seed length (SL) and width (SW, cm), number of developed seeds per pod (SN), germination rate (GR) (%), germination power (GP) and mean germination time (GT, days) (Table 2). Measurements were carried out on fresh samples, using the methodology proposed by Palacios & Bravo (1981), for

which leaves, seeds and fruits were randomly collected from branches located in the basal part of each individual in each provenance. Ten measurements were made of each of the organs mentioned in each of the 68 families sampled/provenance. To make up the herbarium, two duplicates were prepared, all from the same plant and with the same collection number.

Individual records of leaf, pod and seed traits, were based on the averages of 10 measurements per individual. To assess the germination traits, 25 seeds were used for each provenance and family. They were planted in plastic trays (260 mm x 190 mm x 60 mm) containing 400 g of sterilized sand, treated with Kaptan 50 % WP (CAS N° 133-06-2). Later, they were placed in an incubation chamber at 27°C±2°C, under continuous fluorescent white light of 150 mmol.m⁻².s⁻¹ with a photoperiod of 8 h of light, for 20 days, recording the number of germinated seeds daily. Seeds were considered germinated when their coats were broken by the radicles.

The germination rate (GR) was measured as follows:

$$GR = \frac{g}{s} \times 100$$

where *g* is the number of germinated seeds at the end of the trial and *s* is the total number of planted seeds.

Germination power (GP) was quantified using the Djavanshir & Pourbeik (1976) expression, as follows:

$$VG = GDM \times VP$$

where *GDM* represents the average daily germination and is calculated as the total percentage of germinated seeds at the end of the trial divided by the number of days the trial lasted, that is,

$$GDM = \frac{100G}{ST}$$

where *G* is the number of germinated seeds, *S* is the total number of seeds sown and *T* is the total length of the trial in days. In addition, *VP* is the peak or maximum value obtained by dividing the germination rate accumulated day

Table 2. Basic statistics of the traits analyzed and significant differences among provenances (P) obtained by the variance analysis. Provenances: ch = Charata, fo = Formosa, ic = Isla Cuba, ib = Ibarreta, lb = Las Breñas, ly = Laguna Yema, vi = Villa Dos Trece. Abbreviations: GR = germination rate, GP = germination power, GT = mean germination time, LL = length of leaflet, LW = leaflet width, PEL = length of petiole, PIL = length of pinna, NPL = number of pinna/leaf, ID = inter-leaf distance, LP = number of pairs of leaflets/pinna, PL = pod length, PW = pod width, SL = seed length, SN = number of seeds, SW = seed width. SD = standard deviation, Adjusted p-value = P-values adjusted for multiple comparisons by the method described in Benjamini and Hochberg (1995).

Provenances	fo		ib		ly		ic		vi		lb		ch		Adjusted p-value	
	mean	SD	mean	SD	mean	SD	mean	SD	mean	SD	mean	SD	mean	SD		P
LL	0.7	0.1	0.8	0.2	0.7	0.1	0.7	0.09	0.6	0.07	0.6	0.1	0.6	0.09	1.4 10⁻⁵	3.1 10⁻⁵
LW	0.1	0.03	0.7	0.6	0.2	0.04	0.1	0.03	0.1	0.03	0.1	0.03	0.1	0.02	2.5 10⁻⁷	1.3 10⁻⁶
PEL	2.3	0.7	1.8	0.7	3.6	1.2	2.7	0.6	2.3	0.6	2.0	0.6	2.5	0.3	1.1 10⁻⁵	2.9 10⁻⁵
PIL	9.8	2.0	8.5	0.8	9.6	1.4	8.7	1.1	7.9	2.0	8.4	1.7	8.7	0.8	9.1 10 ⁻²	1 10 ⁻¹
NPL	4.7	0.4	6.2	0.8	4.2	0.3	4.5	0.3	5.2	0.7	5.3	0.7	5.0	1.2	6 10⁻⁷	2 10⁻⁶
ID	0.3	0.3	0.1	0.0	0.2	0.08	0.1	0.0	0.2	0.0	0.2	0.0	0.2	0.0	4.7 10 ⁻¹	4.7 10 ⁻¹
LP	40.2	4.1	73.0	6.0	33.6	2.5	63.3	7.2	38.1	3.6	36.6	5.2	37.4	3.5	2.2 10⁻¹⁶	3.5 10⁻¹⁵
PL	15.9	2.1	17.6	3.8	14.3	1.7	15.9	2.4	16.3	1.4	18.5	5.6	16.4	3.3	2.3 10⁻³	4.7 10⁻³
PW	1.3	0.1	1.2	0.1	1.4	0.4	1.4	0.09	1.2	0.1	1.3	0.1	1.3	0.2	1.5 10 ⁻¹	1.6 10 ⁻¹
SN	24.2	6.9	13.6	4.9	18.7	3.3	25.5	6.9	25.0	3.8	28.1	3.4	29.9	1.9	4.5⁻¹¹	3.6 10⁻¹⁰
SL	0.6	0.1	0.5	0.0	0.5	0.04	0.6	0.3	0.7	0.3	0.6	0.04	0.7	0.2	4 10⁻²	5.3 10⁻²
SW	0.3	0.0	0.3	0.0	0.3	0.01	0.4	0.3	0.4	0.03	0.5	0.2	0.4	0.03	5.2 10 ⁻²	6.5 10 ⁻²
H	10.7	2.4	8.4	1.7	9.1	1.4	9.4	1.5	11.2	4.0	11.1	1.5	9.1	1.7	2.2 10⁻²	3.2 10⁻²
GR	99.2	1.7	84.7	14.6	84.8	27.6	83.1	10.8	86	15.5	99.6	1.3	97.9	6.6	7.6 10⁻³	1.2 10⁻²
GP	22.6	7.4	11.6	4.9	19.7	6.0	15.6	4.6	19.2	7.2	20.2	8.9	25.7	10.8	4.7 10⁻³	8.4 10⁻³
GT	3.1	0.4	4.4	0.9	4.5	1.3	2.9	0.7	3.3	0.6	3.3	0.3	3.0	0.7	5.4 10⁻⁶	1.7 10⁻⁵

by day, by the number of days elapsed. Finally, mean germination time (*GT*) was quantified as proposed by Silva & Nakagawa (1995):

$$TMG = \sum(T_i N_i) / N$$

where T_i = number of days elapsed since the beginning of germination, N_i = number of germinated seeds on day i , and N = total number of germinated seeds at the end of the trial.

Statistical Methods

To characterize the phenotypic variation among the provenances, the following linear model was used:

$$Z_{ij} = \mu + P_i + e_{ij}$$

where Z_{ij} is the trait observation of the individual j from provenance i , μ is the general mean, P_i is the provenance effect and e_{ij} is the residual component. For continuous traits, a conventional linear model was applied, while in the case of GP, a generalized model was applied considering that the response is a binomial variable. All the analyses were carried out using R, version 4.2.1 (R Core Team, 2020). To control the Type 1 error, the significance P values of the individual tests were corrected for multiple tests using the *FDR* (*false discovery rate*) method (R Core Team, 2020).

Spatial autocorrelation analyses were carried out with the *EcoGenetics* package (Roser *et al.*, 2017) of the R program. Spatial autocorrelation was analyzed using four methods. The first one was based on correlograms using Moran's I coefficient (Moran, 1950), applied to each trait analyzed and multivariate correlogram (average) using Moran's I coefficient. The analysis was performed using the *eco.correlog* function and significance was obtained by bootstrap (1000 simulations). The second method was based on the comparison of morphological distance and geographical distance matrices by means of Mantel correlograms using the *eco.cormantel* function, including the environmental distances among sampling sites as a third matrix. The third method consisted of a global spatial analysis, using the *eco.gsa* function, which produced a single global statistic for each trait across the

entire area analyzed. Significance was obtained using a permutation test with 1000 simulations. The fourth was a local spatial analysis by the *eco.lsa* function, using the G_i^* coefficient (Getis & Ord, 1992, 1995). This analysis identified points of high similarity or high dissimilarity between neighbors and significance was obtained by a permutation test (1000 simulations). In all the cases, the distance classes were defined so that they all included the same number of individuals pairs, representing with intense red coloration sites where neighbors tended to be very similar to each other (*hot spots*), and with intense blue coloration sites where there was high dissimilarity between neighbors (*cold spots*).

RESULTS

The measurements obtained for leaf, fruit, seed, and germination traits are specified in Table 2. Highly significant differences were recorded for most of the variables, even after correction for multiple comparisons. The only variables that did not show significant differences were ID and PW. The multivariate analysis of variance showed that the differences among provenances were highly significant considering the total set of traits ($Pillai = 3.3 P < 10^{-16}$).

Moran's Index

Univariate correlogram analyses were performed for each trait considered individually and an average correlogram based on Moran's I coefficient (Fig. 2). The first point represents the autocorrelation among individuals separated from each other by a distance of 0 to 0.643 km, which would correspond to the closest neighbors, located within the same provenance. The mean distance between pairs of individuals within this distance class is 0.192 km. The second point is the autocorrelation among individuals separated from each other by 0.643 to 15.445 km (mean = 7.736 km); in this case the individuals of each pair belong to the same provenance with the exception of some pairs involving individuals from lb and ch. In all remaining classes pairs involve individuals from different provenances (distances > 15.45 km) (Table 3).

Table 3. Classes of morphological-geographic distances among the individuals analyzed and Mantel correlogram significance for the set of traits analyzed. Observed correlation, p-values and p-values adjusted for multiple tests are reported. Black numbers indicate significant differences.

Traits	obs	p-value	Adjusted p-value
LL	0.4	0.001	0.002
LW	0.3	0.02	0.03
PEL	0.5	0.001	0.002
PIL	0.2	0.1	0.1
NLP	0.6	0.001	0.002
ID	0.2	0.03	0.04
LP	0.9	0.001	0.002
PL	0.2	0.1	0.1
PW	0.1	0.2	0.2
SN	0.7	0.001	0.002
SL	0.2	0.1	0.1
SW	0.3	0.03	0.04
GR	0.4	0.001	0.002
GP	0.5	0.001	0.002
GT	0.4	0.002	0.004

In 10 of the traits analyzed, autocorrelation was significant at least for the first class of distance (Fig 2A-C, E, G-H, J, M-O). Three traits (LL, LP and GP) showed significant autocorrelation in the third classes of distance (15.445 – 90.674 km). In the case of LL, the similarity is reduced to approximately 75-80 km, since the line that joins the points passes through 0 between points 3 and 4. From that distance, the similarity among individuals would be random (Table 3, Fig. 2A). For LW, LP, SN, GP and GT, autocorrelation is significant for the first and second interval, and autocorrelation is lost starting at 40 km (Fig. 2B, G, J, N-O). For PEL and PL, autocorrelation is significant only for the first interval (Fig. 2C, H). The average correlogram indicates that the phenotypic similarity is significant for the first two classes of distance and the corresponding chart (Fig. 2P) cuts the ordinate zero approximately at 50 km.

Mantel Correlograms

Mantel correlograms of phenotypic distances as a function of geographic distances, using environmental distances as a third matrix, gave highly significant results for the first two distance classes ($p = 0.0001$ and 0.0002 respectively) (Table 3, Fig. 3). The Mantel correlogram graph cuts the 0 ordinate at approximately 50 km and that from distances between 40 and 80 km the differentiation among individuals does not depend on geographic distance suggesting that individuals would be virtually isolated.

Global Autocorrelation

Global autocorrelation is significant for 11 of the traits analyzed after correction for multiple comparisons (Table 4). These results are consistent with the univariate Moran’s correlograms: eight of the traits with higher global autocorrelation (LL, LW, NPL, LP, SN, GR, GP y GT) showed significant autocorrelation in the first two classes (Fig. 2 A-B, E, G, J, M-O), while PIL, ID, PW, SL, and SW did not show significant global autocorrelation (Table 4) not even for the first class of distance (Fig. 2D, F, I, K-L).

Local Spatial Analysis Getis Ord Statistics

In contrast to the global correlation, a marked variation among features and sites was observed for local autocorrelation (Fig. 4A-O). The Gi^* coefficient allowed the visualization of provenances groupings with similar values according to geographic area. Within each provenance, traits were observed with non-significant autocorrelation (yellow circles), negative (cold spots) represented by intense blue dots, which corresponded to values of dissimilar individuals in relation to their neighbors, and positive (hot spots), with intense red coloration corresponding to individuals with similar values (Fig. 4). No trend associated with the type of trait has been observed, since the leaf, fruit and germination traits presented hot and cold spots in different provenances. For traits such as PIL, PL, PW and SL the presence of families with non-significant Gi^* values was observed in all or almost all provenances (Table 4, Fig. 4D, H-I, K).

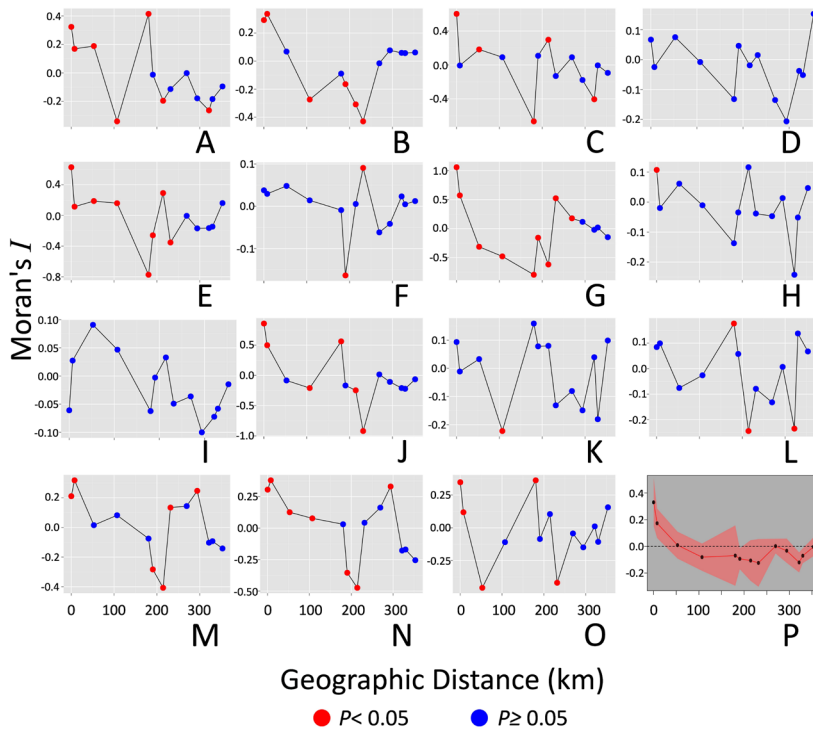


Fig. 2. Spatial autocorrelation quantified by the Moran's I index for the phenotypic traits analyzed. **A:** Length of leaflet, **B:** Leaflet width, **C:** Length of petiole, **D:** Length of pinna, **E:** Number of pinna/leave, **F:** Inter-leaf distance, **G:** Number of pairs of leaflets/pinna, **H:** Pod length, **I:** Pod width, **J:** Number of seeds, **K:** Seed length, **L:** Seed width, **M:** Germination rate, **N:** Germination power, **O:** Mean germination time. **P:** Average. Red dots represent p-values < 0.05 and blue dots represent p-values ≥ 0.05 . In all plots the x-axis represents geographic distance expressed in kilometers (km).

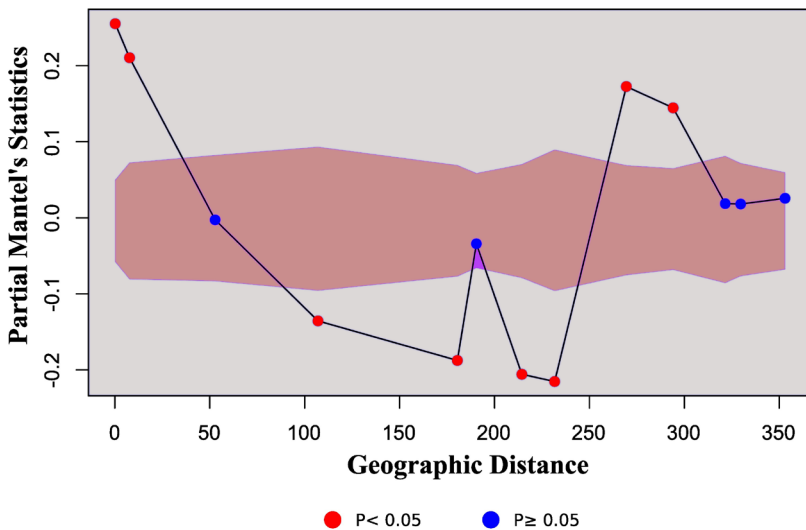


Fig. 3. Correlogram based on the partial Mantel statistic correlogram. It compares the morphological distance matrices with the geographical ones, with correction for environmental differences. The x-axis represents geographic distance expressed in kilometers (km). Red dots represent p-values < 0.05 and blue dots represent p-values ≥ 0.05 .

Table 4. Results of the global autocorrelation analysis. Provenances: ch = Charata, fo = Formosa, ic = Isla Cuba, ib = Ibarreta, lb = Las Breñas, ly = Laguna Yema, vi = Villa Dos Trece. Traits abbreviations: GR = germination rate, GP = germination power, GT = mean germination time, ID = inter-leaf distance, LL = leaflet length, LW = leaflet width, NPL = number of pinna/leave, LP = number of pairs of leaflets/pinna, PEL = length of petiole, PIL = length of pinna, PL = pod length, PW = pod width, SN = number of seeds, SL = seed length, SW = seed width. Values are presented for hot spots (hot) and cold spots (cold) for each provenance.

Provenances Traits	ch		fo		ib		ic		lb		ly		vi	
	hot	cold	hot	cold	hot	cold	hot	cold	hot	cold	hot	cold	hot	cold
LL	0	10(2)	0	10(5)	10(3)	0	8	0	0	10(5)	10	0	0	10
LW	0	10(8)	0	10	10(6)	0	0	8	0	10(1)	10	0	0	10
PEL	2	8	0	10(2)	0	10	8	0	0	10(1)	10	0	0	4
PIL	0	10	9(2)	1	3	7	0	8	5	5(1)	10	0	0	10
NLP	8	2	0	10	10(10)	0	0	8(8)	10	0	0	10(10)	4	6
ID	10	0	10(8)	0	0	10(3)	0	8(8)	5	5	3	7	10	0
LP	0	10	0	10	10(10)	0	8(8)	0	0	10(5)	0	10(10)	0	10
PL	3	7	0	10	9(3)	1	0	8	10(5)	0	0	10(9)	10	0
PW	4	6	10	0	0	10(4)	8	0	0	10	7	3	0	10
SN	10(10)	0	10(5)	0	0	10(10)	8	0	10(5)	0	0	10(9)	4	6
SL	10	0	8	2	0	10(10)	4	4(4)	10	0	0	10(10)	10(4)	0
SW	10	0	0	10	0	10(10)	4	4(4)	10(10)	0	0	10(10)	10	0
GR	10(6)	0	10(8)	0	0	10(7)	0	8(8)	10(9)	0	7	3	0	10
GP	10(6)	0	10(10)	0	0	10(9)	0	8(4)	10(10)	0	7	3	0	10
GT	0	10	0	10	10	0	0	8(8)	9	1	10(10)	0	6	4

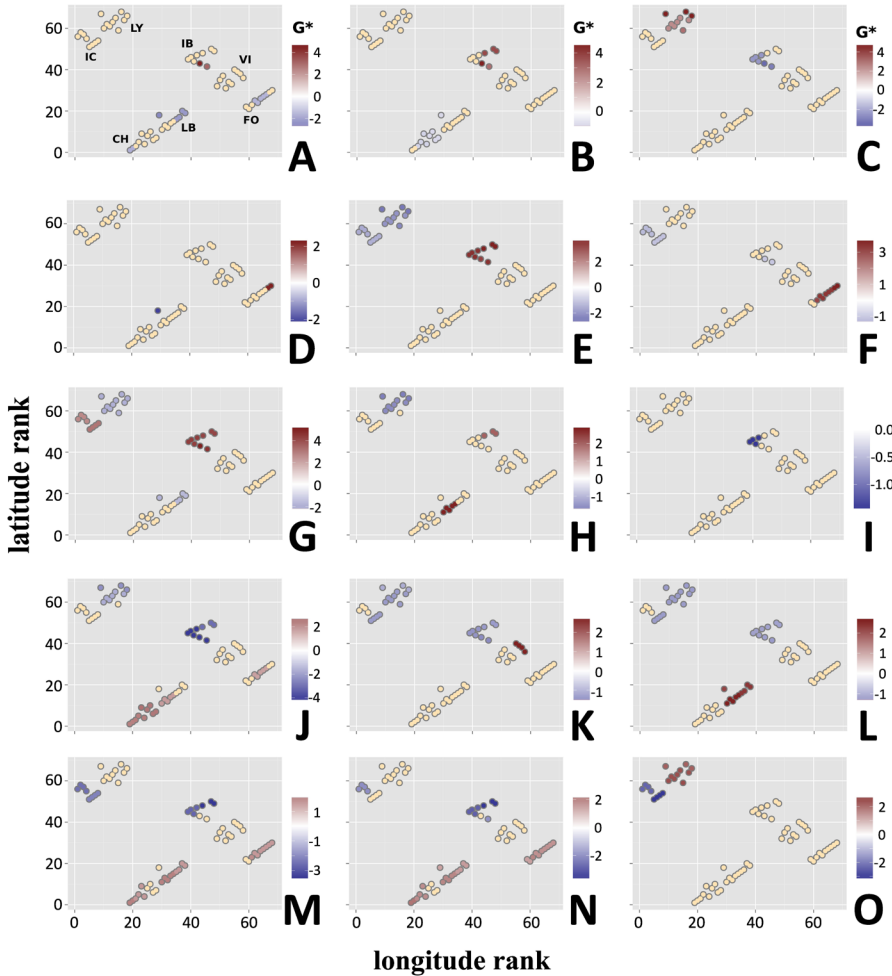


Fig. 4. Local spatial analysis for the 15 morphological traits analyzed, based on the Getis and Ord statistic G_i^* (1992). The color scale to the right of each graph represents the G_i^* value at each sampled point. On the left upper chart, the location of each sampled provenance is shown. Abbreviations: ch: Charata, fo: Formosa, ib: Ibarreta, ic: Isla Cuba, lb: Las Breñas, ly: Laguna Yema, vi: Villa Dos Trece. **A:** Length of leaflet, **B:** Leaflet width, **C:** Length of petiole, **D:** Length of pinna, **E:** Number of pinna/leave, **F:** Inter-leaf distance, **G:** Number of pairs of leaflets/pinna, **H:** Pod length, **I:** Pod width, **J:** Number of seeds, **K:** Seed length, **L:** Seed width, **M:** Germination rate, **N:** Germination power, **O:** Mean germination time. In all plots the x-axis and y-axis represent geographic distance expressed in kilometers (km).

DISCUSSION AND CONCLUSIONS

One of the forest species that adapts very well to a wide environmental heterogeneity is *N. alba*, that may yield local adaptation processes and autocorrelated spatial patterns. Learning about these patterns would be useful for the development of genetic improvement and conservation programs

for this species. In general, it is of interest to quantify the association between phenotypic variability and genetic variability, since the morphological traits present high variability with the environment (Teich *et al.*, 2015). Unpublished preliminary results developed by our laboratory in nurseries suggest that most of the traits are associated with environmental variables of the parent's origin site.

The global autocorrelation of morphological variability analysis detected spatial structure for most of the analyzed traits, which could indicate the existence of a joint environment-foliar phenotype variation consistent with that observed by Roser (2017) at a smaller spatial scale in the same species. The Mantel correlogram revealed the existence of distribution patterns of phenotypic variation shown by a positive autocorrelation at geographic distances with the same geographical location. The disappearance of this pattern at longer distances may be explained by limited gene flow associated with short pollen and seed dispersal as described by Bessega *et al.* (2017). This fact also occurs in other species in addition to the local action of genetic drift and a strong family structure (Goncalvez, 2019).

In *N. alba*, the low dispersal rate determines that genetic differentiation increases rapidly over short distances and the results obtained with the Mantel correlogram are consistent with the analysis based on *Moran's I* index, which indicates a marked spatial structure as observed in other studies on *N. alba* (Teich *et al.*, 2015; Goncalvez, 2019) and other tree species (Villareal, 2018; Ortiz *et al.*, 2018). Our results indicate that phenotypic correlation among pairs of individuals would be lost on average at a distance of approximately 50 km. This result might mostly depend on the region analyzed since in *N. chilensis*, a species related to *N. alba*, Contreras Díaz *et al.* (2021) indicate that provenances separated by approximately 40 km do not show evidence of isolation.

The distribution patterns of variation may be due to geographic or environmental isolation. In the former case individuals mate randomly within a neighborhood, but are restricted from mating with more distant members (Wright, 1943). This reduction in the phenotypic similarity would be due to the fact that the dispersion of pollen and seeds in the species of the Algarobia section is generally reduced (between 5 and 31 meters), resulting in a significant decrease in the relatedness of individuals with increasing spatial distance separating them (Bessega *et al.*, 2012), and with each mother plant receiving pollen from approximately seven different male parents (Bessega *et al.*, 2017). In other cases, lack of genetic structuring associated with geographic origin has been observed, due to the dispersal process, and not to large distances (>500 meters), which would not act as a barrier to pollen flow (Aguirre Morales, 2017).

The provenances studied represent three complexes from two ecoregions with different environmental characteristics. In addition, some of these provenances are several hundred kilometers apart, so an important geographic isolation can be expected considering that pollen dispersal in *Neltuma* species (Algarobia section) was estimated by Bessega *et al.* (2000) in approximately 31 meters.

Likewise, previous studies in other mesquite species such as *Neltuma flexuosa* (DC.) C.E.Hughes & G.P.Lewis (Darquier *et al.*, 2013) and *Neltuma chilensis* (Molina) C.E.Hughes & G.P.Lewis (Bessega *et al.*, 2022) show that several of the leaf traits analyzed in this work would have adaptive value, so that they could be affected by the different environmental conditions of local populations, which may contribute to the observed diversity.

Neighboring families, separated by short distances, were highly related, showing high levels of kinship. However, local analysis with the *Gi** statistic revealed the existence of both hot spots and cold spots within each provenance, suggesting a complex internal structure that could reduce inbreeding by presenting hot spots with high phenotypic diversity at specific sites within populations.

The results suggest that traits characterizing leaflet size and number, seed size and number and germination are spatially structured. The analysis revealed the existence of local phenotypic patterns, which could be associated with limited gene flow. The observed spatial autocorrelation patterns and the high phenotypic diversity among the provenances could be explained on the basis of the isolation model by distance mediated by restricted gene flow proposed in the present and other analyses in *N. alba* and related species (Bessega *et al.*, 2012; Roser, 2017).

AUTHOR CONTRIBUTIONS

MVV collected the material, carried out the measurements, trials in the nursery, and wrote the manuscript, BS carried out the design and collaborated with the manuscript drafting, JV carried out the experimental design, statistical analysis and final manuscript review.

This work was carried out thanks to the financial support of the Agency National of Technological and Scientific Promotion (PICTO 2011-0081 to B.O.S.) and CONICET (PIP N° 11220130100191CO to JCV and C. Pometti).

BIBLIOGRAPHY

- AGUIRRE MOLARES, A. 2017. *Distribution patterns and genetic structure of Cedrela odorata and Albizia saman for the ecological conservation and restoration for the tropical dry forest in Colombia*. Thesis of Master in Biological Sciences. University National of Colombia, Colombia [online]. Available in: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/59023/1060651111.2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [Access: 20 september 2023].
- BENJAMINI, Y. & Y. HOCHBERG. 1995. Controlling the false discovery rate: a practical and powerful approach to multiple testing. *J. Roy. Stat. Soc. A Sta.* 57: 289-300. <https://doi.org/10.1111/j.2517-6161.1995.tb02031.x>
- BESSEGA, C., L. FERREYRA, N. JULIO, S. MONTOYA, B. SAIDMAN & J. VILARDI. 2000. Mating system parameters in species of genus *Prosopis* (Leguminosae). *Hereditas* 132: 19-27. <https://doi.org/10.1111/j.1601-5223.2000.00019.x>
- BESSEGA, C., C. POMETTI, M. EWENS, B. SAIDMAN & J. VILARDI. Strategies for conservation for disturbed *Prosopis alba* (Leguminosae, Mimosoidae) forests based on mating system and pollen dispersal parameters. 2012. *Tree Genet. Genomes* 8: 277-288. <https://doi.org/10.1007/s11295-011-0439-6>
- BESSEGA, C., C. POMETTI, M. EWENS, B. SAIDMAN & J. VILARDI. 2015. Evidences of local adaptation in quantitative traits in *Prosopis alba* (Leguminosae). *Genetic* 143: 31-44. <https://doi.org/10.1007/s10709-014-9810-5>
- BESSEGA, C., C. POMETTI, B. SAIDMAN & J. VILARDI. 2017. Contribución de estudios genético poblacionales a la conservación de especies nativas de argentina de interés forestal. *Ciencia e Investigación* 67: 25-35.
- BESSEGA, C., J. VILARDI, M. CONNY, B. SAIDMAN & C. POMETTI. 2022. Low genetic variation of foliar traits among *Prosopis chilensis* (Leguminosae) provenances. *J. Plant Res.* 135: 221-234. <https://doi.org/10.1007/s10265-022-01378-9>
- BURKART, A. 1976. A monograph of the genus *Prosopis* (Leguminosae Subfam. Mimosoideae). *J. Arnold Arb.* 57: 219-249, 450-525.
- CASTILLO, M., U. SCHAFFENER, B. van WILGEN, N. MONTAÑO, R. BUSTAMANTE, A. COSACOV, M. MATHESE & J. LE ROUX. 2021. Genetic insights into the globally invasive and taxonomically problematic tree genus *Prosopis*. *AoBP Plants* 13: 1-13. <https://doi.org/10.1093/aobpla/plaa069>
- CONTRERA DIAZ, R., M. GONZALEZ GONZALEZ, F. AGUAYO CRUCES, S. GACITUA ARIAS & V. PORCILE SAAVEDRA. 2021. Analysis of the diversity and genetic structure of *Prosopis chilensis* populations between the provinces of Chacabuco and San Felipe de Aconcagua, using microsatellite molecular markers. *Bosque (Valdivia)* 42: 371-382. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-92002021000300371>
- DARQUIER, M., C. BESSEGA, M. CONNY, J. VILARDI & B. SAIDMAN. 2013. Evidence of heterogeneous selection on quantitative traits of *Prosopis flexuosa* (Leguminosae) from multivariate QST-FST test. *Tree Genet. Genomes* 9: 307-320. <https://doi.org/10.1007/s11295-012-0556-x>
- DJAVANSHI, K. & H. POURBEIK. 1976. Germination Value - a new formula. *Silvae Genetica*, 25: 79-83 [online]. Available in: https://www.thuenen.de/media/institute/fg/PDF/Silvae_Genetica/1976/Vol._25_Heft_2/25_2_79.pdf. [Access: 20 september 2023].
- FONTANA, M., V. PEREZ & C. LUNA. 2018. Effect of the geographic origin in the morphological quality of *Prosopis alba* (Fabaceae) plants. *Rev. Biol. Trop.* 66: 593-604. <http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v66i2.33383>
- GARCIA, C. 2019. Integrating the demographics and genetics of populations through the landscape genetics. *Ecosistemas* 28: 75-90. <https://doi.org/10.7818/ECOS.1694>
- GETIS, A. & J. ORD. 1992. The analysis of spatial association by use of distance statistics. *Geogr. Anal.* 24: 189-206. <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1992.tb00261.x>
- GONCALVES, L. 2019. *Special genetic structure in fragmented landscapes: A study of natural populations of curupay (Leguminosae): Anadenanthera colubrina var. cebil*. Doctoral Thesis. University National of La Plata, Argentina. [online]. Available in: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/73663/Documento_completo.pdf-PDFA2u.pdf?sequence=1&isAllowed=y. [Access: 20 september 2023]

- HIJMANS, R. 2019. Raster: Geographic Data Analysis and Modeling. R package versión 2.9-23. <https://CRAN.R-project.org/package=raster>.
- HUGHES, C., J. RINGELBERG, G. LEWIS & S. CATALANO. 2022. Desintegration of the genus *Prosopis* L. (Leguminosae, Caesalpinioideae, mimosoid clade). *PhytoKeys* 205: 147-189. <https://doi.org/10.3897/phytokeys.205.75379>
- MORAN, P. 1950. Notes on continuous stochastic phenomena. *Biometrika* 37: 17-23. <https://doi.org/10.2307/2332142>.
- MORELLO, J., S. MATTEUCCI & A. RODRIGEZ. 2012. *Ecorregiones y complejos ecosistemicos argentinos*. 1st ed. Orientación Gráfica Editora. Bs. As.
- ORD, J. & A. GETIS. 1995. Local spatial autocorrelation statistics: distributional issues and an application. *Geogr. Anal.* 27: 286-306. <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1995.tb00912.x>.
- ORTIZ, N., S. GIANNONI & R. PAZ. 2018. Spatial genetic structure and genetic diversity of a natural population of *Ramorinoa girolae* in San Juan province (Argentina): An exploratory analysis. *Ecol. Austral* 28: 513-524. <https://doi.org/10.25260/EA.18.28.3.0.604>.
- PALACIOS, R. & L. BRAVO. 1981. Natural *Prosopis* (Leguminosae) hybridization in Argentina's Chaco Region. Morphological and chromatographic evidences. *Darwiniana* 23: 3-35.
- R CORE TEAM. 2020. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org> (Versión 4.0.3).
- ROSER, L. 2017. *Genetics of the landscape in Prosopis alba populations from the province of Santiago del Estero*. Doctoral Thesis. University of Buenos Aires.
- ROSER, L., L. FERREYRA, B. SAIDMAN & J. VILARDI. 2017. EcoGenetics: An R package for the management and exploratory analysis of spatial data in landscape genetics. *Mol. Ecol. Resour.* 17: e241-e250. <https://doi.org/10.1111/1755-0998.12697>
- SAIDMAN, B. & J. VILARDI. 1993. Genetic variability and germplasm conservation in the genus *Prosopis*. In: PURI, S., P.K. KHOSLA (eds.), *Nursery Technology for Agroforestry: Applications in Arid and Semiarid Regions*. pp. 187-198. Winrock-Oxford & IBH Publishing Co., New Delhi.
- SIABATO, W. & J. GUZMAN MANRIQUE. 2019. Spatial autocorrelation and development of quantitative geography. *Cuad. Geogr. Rev. Colomb. Geogr.* 28: 1-22. <https://doi.org/10.15446/rcdg.v28n1.76919>.
- SILVA, J. & J. NAKAGAWA. 1995. Estudo de Fórmulas para cálculo da velocidade de germinação. *Informativo Abrates* 5: 62-73.
- TEICH, I., M. MOTTURA, M. BALZARINI & A. VERGA. 2015. Association between genetic and phenotypic variability with adjustment for spatial autocorrelation in *Prosopis*. *BAG* 26: 63-74.
- VILLAREAL, M. 2018. *Effect of the Cedrela odorata L genetic variability management in the State of Hidalgo*. Thesis of Master in Biodiversity and Conservation Sciences. México.
- WANG, I. & G. BRADBURG. 2014. Isolation by environment. *Mol. Ecol.* 23: 5649-5662. <https://doi.org/10.1111/mec.12938>.
- WRIGHT, S. 1943. Isolation by distance. *Genetics* 28: 114-138. <https://doi.org/10.1093/genetics/28.2.114>



HOW WELL DO TREES FIT THE CITY? LESSONS FROM AN URBAN TREE SURVEY IN CÓRDOBA, ARGENTINA

¿QUÉ TAN BIEN SE AJUSTAN LOS ÁRBOLES A LA CIUDAD? RESPUESTAS A PARTIR DE UN RELEVAMIENTO DE ARBOLADO URBANO EN CÓRDOBA, ARGENTINA


Giovana M. Galfrascoli^{1*}, Gabriel Bernardello^{1,2} & Ana Calviño¹

1. Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal (CONICET-Universidad Nacional de Córdoba), Córdoba, Argentina
2. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina

*giovanagalfrascoli@gmail.com

Citar este artículo

GALFRASCOLI, G. M., G. BERNARDELLO & A. CALVIÑO. 2023. How well do trees fit the city? lessons from an urban tree survey in Córdoba, Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 58: 561-572.

 DOI: <https://doi.org/10.31055/1851.2372.v58.n4.42421>

SUMMARY

Background and aims: Urban tree composition is generally highly diverse and largely non-native in origin. Species selection, however, should consider not only future predicted climate and species' environmental requirements, but also the regional invasion risk assessments and the respiratory health potential of species. Here, we assessed the suitability of the most frequent urban tree species by using available online databases.

M&M: Suitability was assessed by analysing tree attributes in relation to their invasive status in the study area, the respiratory health potential of the species given by their known pollination strategy and the bioclimatic match of species with the plantation zone. We grouped species according to their nativeness as non-native, regionally native and local native. After filtering those with undesirable characteristics (i.e., invasive species and/or with anemophilous pollination strategy) we analysed three bioclimatic variables: annual temperature, annual precipitation and precipitation seasonality.

Results: Results showed that the composition of Córdoba's street trees is heavily biased towards non-native species, many of which are invasive, have an anemophilous pollination strategy and/or exhibit high bioclimatic mismatch. In addition, the strong bias in the current tree composition towards species from more humid, temperate regions is evident.

Conclusions: Our results highlight the importance of revising current policy decisions to adjust urban tree flora in the face of climate change.

KEY WORDS

Anemophilous pollination, invasive species, nativeness, policy making, urban forestry.

RESUMEN

Introducción y objetivos: La composición del arbolado urbano suele ser muy diversa y en gran medida de origen no nativo. Sin embargo, la selección de especies debe tener en cuenta no sólo el clima previsto en el futuro y los requisitos ambientales de las especies, sino también las evaluaciones regionales del riesgo de invasión y el potencial perjuicio para la salud respiratoria. Aquí evaluamos la idoneidad de las especies arbóreas urbanas más frecuentes utilizando bases de datos de libre acceso.

M&M: La idoneidad se evaluó analizando los atributos de los árboles en relación con su estatus invasor en la zona de estudio, el potencial perjuicio para la salud respiratoria dado por la estrategia de polinización de las especies y la correspondencia bioclimática de las especies con la zona de plantación. Agrupamos las especies según su origen como no nativas, nativas regionales y nativas locales. Tras filtrar aquellas con características indeseables (especies invasoras y/o anemófilas) analizamos tres variables bioclimáticas: temperatura anual, precipitación anual y estacionalidad de las precipitaciones.

Resultados: La composición del arbolado de Córdoba está fuertemente sesgada hacia especies no nativas, muchas de las cuales son invasoras, tienen una estrategia de polinización anemófila y/o presentan un elevado desajuste bioclimático. Además, es evidente el fuerte sesgo de la composición arbórea actual hacia especies procedentes de regiones más húmedas y templadas.

Conclusiones: Nuestros resultados ponen de manifiesto la importancia de revisar las decisiones políticas actuales para ajustar la flora arbórea urbana frente al cambio climático.

PALABRAS CLAVE

Elaboración de políticas, especies invasoras, origen nativo, polinización anemófila, silvicultura urbana.

Recibido: 5 Sep 2023

Aceptado: 2 Nov 2023

Publicado impreso: 22 Dic 2023

Editora: Natalia Aguirre Acosta 

ISSN versión impresa 0373-580X

ISSN versión on-line 1851-2372

INTRODUCTION

Trees are recognized as key elements of urbanized landscapes given the valuable ecosystem services provided by tree cover in cities around the world. Temperature regulation, runoff control, carbon sequestration, wildlife sheltering and floral reward for pollinators are a few examples of the environmental benefits provided by trees (Bates *et al.*, 2011; Roy *et al.*, 2012; Willis & Petrokofsky, 2017). They also provide important social (i.e., enhancing quality of urban life), economic (i.e., energy saving), health (i.e., reducing stress), aesthetic and cultural benefits (i.e., a sense of place and identity) (reviewed in Priego-González & Breuste, 2008; Roy *et al.*, 2012). A remarkable aspect is that urban tree composition is highly diverse and largely non-native in origin (Nagendra & Gopal, 2011; Sjöman *et al.*, 2012; Freire Moro *et al.*, 2014), mainly because of early decisions on urban forestry or due to citizen's own choices. Nevertheless, given the potential of urban areas for biodiversity conservation, the selection of plant species for urban green infrastructure has become a widely discussed topic nowadays (reviewed by Farrell *et al.*, 2022). Tree species selection strategies are usually pulling in opposite directions, from the 'natives are best' to the 'right tree in the right place' assumptions (e.g., Fontaine & Larson, 2016; Grant, 2016; Roman *et al.* 2021) often disregarding how local the final planning decisions are. Recent evidence of the effects of plants' origin on urban ecosystem function, combined with local survey data can be used to shed light on how much current urban trees fit a given city, and to further improve urban planning.

Increasing evidence points to the multiple benefits derived from the presence of native vegetation within urbanized communities (reviewed in Berthon *et al.*, 2021 and de Carvalho *et al.*, 2022). Native vegetation has been shown to be better for climate change mitigation, nutrient cycling regulation, soil stability and native animal diversity than non-native species (Berthon *et al.*, 2021; de Carvalho *et al.*, 2022). Fostering native vegetation can even be highly synergistic as community-level insect abundance and ecological interactions can be simultaneously promoted (e.g., Fenoglio *et al.*, 2023; Calviño *et al.*, 2023). In addition, native species possess great plasticity

and adaptive traits that help them cope with local environmental stresses, which are particularly important in arid and semi-arid environments (de Carvalho *et al.*, 2022) avoiding waste of water by irrigation (Roman *et al.*, 2021). This, however, does not guarantee their full adaptation to future conditions challenging tree planning in the face of the current rapid climate change (Davis & Shaw, 2001). Moreover, urban systems can trigger different responses for both native and non-native species than those registered for other ecosystems (e.g., Moser *et al.*, 2017; Smith *et al.*, 2019). While recognising this range of possibilities, the benefits of native trees stand out, and are especially important for biodiversity conservation, ecosystem integrity and for people (de Carvalho *et al.*, 2022).

Planting trees is one of the most feasible actions within cities to increase urban greenery and the optimal species selection is crucial for optimizing urban green infrastructure (Roman *et al.*, 2021) and scaling up their benefits (reviewed in Ferrini *et al.*, 2020). However, the selection of tree species is not a simple task given that it might consider and weight multiple criteria, according to concrete objectives expressed at the beginning of any design and intervention. For instance, tree species should be chosen not only depending on their planting sites but also balancing the advantages and disadvantages related to both, their expected performance and the multiple benefits they provide for the human and non-human beings in the city. Among these criteria, the climatic match between species' environmental requirements and actual or predicted climate for the city has been widely used (reviewed in Farrell *et al.*, 2022). This approach, however, has usually been applied irrespectively of the species origin (i.e., not considering species' native range) (Roloff *et al.*, 2009; Yang, 2009; Sjöman *et al.*, 2016). One drawback of this approach is that some non-native species are prone to invasion (Roman *et al.*, 2021) or even more, have become successful invaders out-side their native range. Therefore, they should be subject to special scrutiny when considering them as candidate urban trees. In addition, the allergenic potential of urban tree pollen has been little considered in the past but requires special attention since pollen allergy is one of the most widespread

diseases in urban populations (reviewed by Cariñanos & Caseres, 2011). Pollen release during the pollination period affects human health, prompting an allergic response in around 30-40% of the world population (Bousquet *et al.*, 2008; Pawankar *et al.*, 2011). Databases that summarize tree data on invasive species, their allergenic potential and climatic match are needed especially in regions with so many records of tree invasions like South America (Giorgis & Tecco, 2014; Richardson *et al.*, 2014). They will also contribute to improving decision making on the identity of the tree species to be implanted in urban areas. In Argentina, most of the invasive trees were introduced for ornamental or forestry purposes (i.e., 70 recognized invasive tree species in <http://www.inbiar.uns.edu.ar/>), and even some native species from humid regions are becoming invasive in semi-arid areas of the country (Giorgis & Tecco, 2014). Therefore, the invasive status of urban trees should be a matter of concern, especially for policy makers.

The relentless urban sprawl adds to the extensive modifications that agriculture and livestock farming have made to the land surface over the last half-century. Under this scenario, and considering that the global growth rate of urban lands was higher than the population growth rate over the last 30 years -which is, in turn, consistently positive- (Liu *et al.*, 2020), it is imperative to consider urban green infrastructure in a functional way (Tan, 2017). Given the strong negative effect of urbanization in native plant species richness (reviewed in Hou *et al.*, 2023) and the great potential of urban habitats to contribute with native species conservation (Xing *et al.*, 2017), planning urban tree composition would benefit from nativeness. This is especially meaningful in places with a strong colonial imprint on urban forestry (i.e. prevalence of non-native plants) like America, since urban trees are part of an inherited landscape (Roman *et al.*, 2018). Therefore, recognizing the role of local socio-political history in the urban tree stock is crucial and incorporating this view into current forestry decisions is paramount if a more native future is sought. A first step in planning any intervention is to know the current species composition of a city's tree stock, which is unknown in many South American cities. As an example, in Argentinian

cities, despite the large non-native forestry history and the major relevance of trees to increase native flora within urban areas, there has been little attention on them. Punctually, a few municipalities have developed preliminary assessments of their tree composition (e.g., <https://www.rosario.gob.ar/inicio/arbolaro-publico> and Buenos Aires: data available in <https://data.buenosaires.gob.ar/dataset/arbolaro-publico-lineal>). Between 2017 and 2019, the city council of Córdoba developed a virtual platform to share information about a preliminary urban tree inventory, which was used here as a baseline for identifying common street tree species.

The aim of this study was to characterize and compare the suitability of the current urban tree species in relation to their nativeness status. For the purpose of this paper we decided to narrow the nativeness status into three groups (but see Lemoine & Svenning 2022 for broader definitions): non-native (i.e., species with no biogeographic history in the area), regionally natives (i.e., species with a regionally biogeographic history) and local natives (i.e., species with a local biogeographic history). Suitability was assessed by analysing tree attributes in relation to their invasive status in the study area, the respiratory health potential of the species given by their known pollination strategy and the bioclimatic match of species with the plantation zone.

MATERIALS AND METHODS

Study system

Córdoba city in central Argentina (31°20' S, 64°10' W, elevation 440 m a.s.l.) has a subtropical climate with dry winters (*Cwa* under the Köppen-Geiger classification system) (Peel *et al.*, 2007). Two phytogeographic provinces, Chaco and Espinal, converge on it (Luti *et al.*, 1979; Kopta, 1999; Oyarzabal *et al.*, 2018). Córdoba has undergone an accelerated urbanization process (Grifone, 2014) characterized by a diffuse growth beyond the city edges. As a consequence, an accelerated metropolitanisation is taking place to hold the growing population (Marengo *et al.*, 2006). The city covers an area of 576 km² and has a population of 1,565,112 inhabitants (INDEC, 2023).

Species selection and characterization

The above-mentioned virtual platform has been developed to share information about urban trees. It includes common names, location, structural problems, phytosanitary status, and missing trees. A table with 22700 records located at the urban core was downloaded and it was used for the selection of target species. The scientific names of the target species were assigned by the authors. The available dataset was downloaded from <https://gobiernoabierto.Córdoba.gov.ar/arbolado> (accessed date:11/5/2018). Unfortunately, this preliminary survey was interrupted in 2018 before completing the entire sampling. Of the total number of species, we considered only those with at least 100 trees, i.e., 26 species, as indicators of the most frequent ones. The selected species were then categorized by their origin (see Table S1). The native/non-native status of each species was determined by regional and local floras after Pyšek *et al.* (2004), within a biogeographical perspective.

Then, species were categorized as invasive or non-invasive according to Giorgis & Tecco (2014). *Schinus areira* is a special case as its native status depends on the time scale used. This species is an example of an historic introduction (*sensu* Lemoine & Svenning, 2022) from Peru in pre-colonial times (Demaio *et al.*, 2002). Here we decided to consider *S. areira* as a native tree. The respiratory health potential of the species was inferred by the pollination strategy of species (i.e., anemophilous or entomophilous). Respiratory allergy caused by allergens contained in pollen grains is called pollinosis, and is one of the most frequent allergic diseases (Alfaya Arias, 2002). Central Argentina is severely affected by seasonal pollinosis and in Córdoba in particular, about 80% of atmospheric pollen comes from urban trees (Ramon *et al.*, 2020), with a consequent negative impact on public health. Pollinosis is most frequent with pollen from anemophilous plants that pollinate by releasing and dispersing pollen into the air (Nitiu *et al.*, 2019). Thus, anemophilous species were treated here as potentially high allergenic and entomophilous as not allergenic. Given that ambophilous trees were very sporadic, and their floral characteristics are quite more consistent with biotic pollination, they were treated as entomophilous.

Species original ranges: the selection of geographical coordinates

Thirty spatial coordinates for each species were selected from available databases and floras, to obtain a representative sample of coordinates from species' native distribution range (Supplementary material: Tables S2 and S3). We opted to use 30 coordinates per species to balance the sampling as some species barely reached this number while others far exceeded it. Geographic coordinates from the native range of each species were obtained from GBIF (<https://www.gbif.org>) using the *occ_search* and *filter* functions of the *rgbif* package (Chamberlain & Boettiger, 2017) from uploaded accessions' information. For simplicity in citations Catalogue ID were listed instead of DOI or URL of each specimen used (Table S3). For central Córdoba ten geographic coordinates that encompass the capital and nearby smaller cities (e.g., Carlos Paz, Alta Gracia) and their surroundings were defined. That is, the two biogeographical provinces that converge in the city were represented. Ten coordinates were used instead of thirty because the area to be sampled was considerably smaller than the species' distribution ranges. By projecting the coordinates on a map, we visually inspect that the selected ones were uniformly spread over the native range of each species.

Bioclimatic parameters

Three bioclimatic parameters were chosen: mean annual temperature, mean annual precipitation, and mean precipitation seasonality. We chose mean annual temperature given the joint effect of the 'heat island effect' and greenhouse gas emissions on urban temperature (McPherson *et al.*, 2018). It is worth mentioning that the aim of this study was not to assess urban heat island effects *per se*, but to provide an overview of a possible climate decoupling between species' original environments and planting areas. In addition, a validation test with an independent dataset of measured temperature and precipitation records across Europe found that annual mean temperature series dataset of the WorldClim shows good reliability for the period 1961-1990 (Marchi *et al.*, 2019). Regarding annual precipitation, predictions of WorldClim were less accurate but also more difficult to estimate than

those of mean annual temperature (Marchi *et al.*, 2019). Nevertheless, Roloff *et al.* (2009) already used annual precipitation to evaluate species' suitability in urban areas. In addition, mean annual temperature and precipitation were widely used to explain species occurrence through environmental gradients (e.g., Cabido *et al.*, 2018; Zeballos *et al.*, 2020). Lastly, we chose precipitation seasonality because rainfalls are concentrated in summer and it has been shown that precipitation seasonality and temperature are the main climatic constraints for vegetation in Córdoba (Matteucci, 2018). Climatic variables were recognized as appropriate parameters when the study has a regional to global scale (Pearson & Dawson, 2003). Therefore, we consider these three bioclimatic variables as reliable parameters to estimate the degree of mismatch between species' native environments and the urban one.

The three bioclimatic variables of the native range of the selected species and those of central Córdoba were obtained with the *extract* function of the *raster* package (Hijmans *et al.*, 2015) (resolution = 10 minutes; $18.6 \times 18.6 = 344 \text{ km}^2$ at the equator), that access to the WorldClim database (Fick & Hijmans, 2017). The *sp* package (Bivand *et al.*, 2013) was also used. We chose this resolution to represent in a general way the bioclimatic conditions, both of the city and of the original areas of tree species. With this resolution the general conditions of an area smaller than that of the city are represented. By combining points throughout the central part of the province we tried to represent the range of climatic conditions in and around the urban area. Although the urban climate is heterogeneous, this general measure represents the average condition to which trees would be exposed.

Statistical analysis

Bioclimatic variables for the native range of each species were contrasted with a sample of the same variables for central Córdoba using estimation plots (Ho *et al.*, 2019). Estimation plots provide a robust and elegant framework for presenting data. This non-parametric graphical method, based on bootstrap, allows to visualize effect sizes and their precision (i.e., its degree of uncertainty) on the same graph. Bootstrapping was set at five thousand times (resampling with

replacement from the observations). For the analysis, species were filtered by their invasive status and pollination strategy so that only non-invasive entomophilous-pollinating species would remain. After that, species were grouped by their origin as: Non-natives, Regionally natives (i.e., natives from Argentina without natural distribution in Córdoba) and Local natives (i.e., natives from Argentina with natural distribution in Córdoba). Then, all species within each group were pooled and contrasted against Córdoba. If the confidence interval includes zero, there is insufficient evidence to argue that the variable under consideration differs between Córdoba and the compared group. Effect sizes can be graphically appreciated. In addition, all the 26 species were individually compared against Córdoba. These results are shown in Table S1. The bootstrap-coupled estimation analysis was made with the *dabest* function of the *dabestr* package (Ho *et al.*, 2019). All analyses were made in R environment 3.6.3 (R Core Team, 2020).

RESULTS

By analysing the pollination strategy, invasive status and bioclimatic match of common urban tree species we assessed the suitability of nearly 80% of the recorded trees as a function of their origin (i.e., 13218 tree records belonging to 26 species, from which 14 are non-native, 8 are regionally natives and 4 are local natives) (see Table S1 for individual species responses). Overall, 39% of the species and 69% of the analysed trees were considered unsuitable for Córdoba, either because they were invasive and/or because they were anemophilous (Table S1). Within the remaining species, considered as potentially suitable species, local natives showed the best bioclimatic matching, as evidenced by the three variables considered (Figs. 1; 2; 3). Overall, annual precipitation was the most uncoupled parameter, followed by seasonality and mean annual temperature (Figs. 1; 2; 3). Non-native species showed higher mismatches in precipitation seasonality (Fig. 3) while regionally native species showed higher mismatches in mean annual temperature and annual precipitation (Figs. 1; 2).

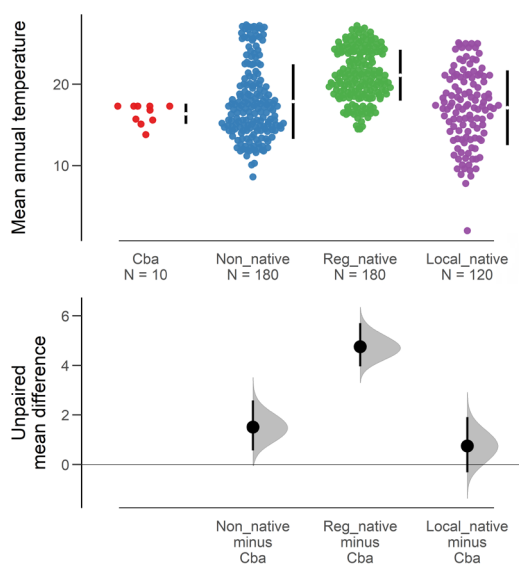


Fig. 1. Estimation plots (*sensu* Ho *et al.*, 2019) for the comparison of mean annual temperature from the native range of Non-native species (blue; 6 species), Regionally native species (i.e., species from Argentina without natural distribution in Córdoba) (green; 6 species) and Local native species (i.e., species from Argentina with natural distribution in Córdoba) (purple; 4 species) against Córdoba (red). The species included in the analysis were selected according to the other two criteria: invasive status and pollination strategy (see table S1) and grouped according to their nativeness. The upper plot shows the values obtained from the WordClim database (30 values for species). The lower plot shows the effect sizes for multiple comparisons against central Córdoba (Cba), after 5000 iterations.

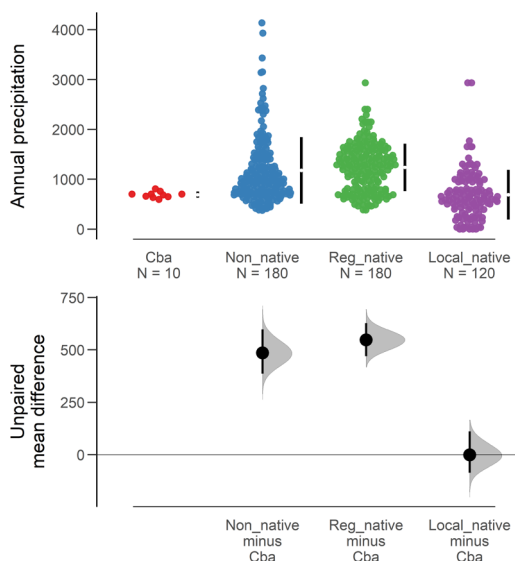


Fig. 2. Estimation plots (*sensu* Ho *et al.*, 2019) for the comparison of annual precipitation from the native range of Non-native species (blue; 6 species), Regionally native species (i.e., species from Argentina without natural distribution in Córdoba) (green; 6 species) and Local native species (i.e., species from Argentina with natural distribution in Córdoba) (purple; 4 species) against Córdoba (red). The species included in the analysis were selected according to the other two criteria: invasive status and pollination strategy (see table S1) and grouped according to their nativeness. The upper plot shows the values obtained from the WordClim database (30 values for species). The lower plot shows the effect sizes for multiple comparisons against central Córdoba (Cba), after 5000 iterations.

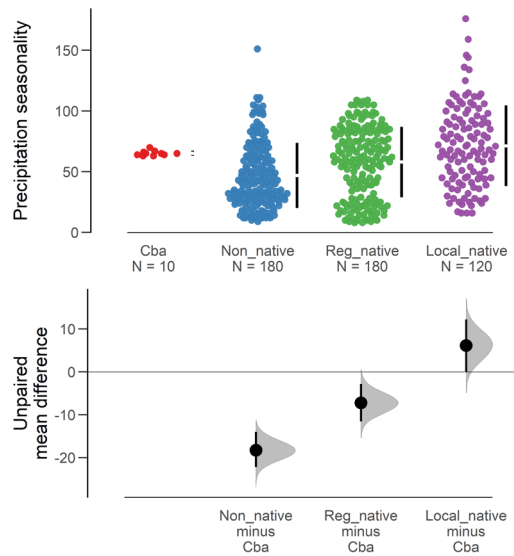


Fig. 3. Estimation plots (*sensu* Ho *et al.*, 2019) for the comparison of precipitation seasonality from the native range of Non-native species (blue; 6 species), Regionally native species (i.e., species from Argentina without natural distribution in Córdoba) (green; 6 species) and Local native species (i.e., species from Argentina with natural distribution in Córdoba) (purple; 4 species) against Córdoba (red). The species included in the analysis were selected according to the other two criteria: invasive status and pollination strategy (see table S1) and grouped according to their nativeness. The upper plot shows the values obtained from the WordClim database (30 values for species). The lower plot shows the effect sizes for multiple comparisons against central Córdoba (Cba), after 5000 iterations.

DISCUSSION

Urban ecosystems are very dynamic environments, where current management decisions may have positive effects on native species in the near future. When selecting urban trees, an appropriate mix of species that supports biodiversity and maximizes ecosystem services should be considered, not only those with easy maintenance (Nagendra & Gopal, 2010) or cultivation. Thus, an urban forestry policy that seeks functionality for people and the urban ecosystem must take into account the invasive status of species, their potential for respiratory health and/or their bioclimatic mismatch. Notably, the composition of Córdoba's street trees is heavily biased towards non-native species, many of which are invasive, have an anemophilous pollination strategy and/or exhibit high bioclimatic mismatch.

It is widely recognised that invasive trees are detrimental to biodiversity and ecosystem services, yet their use in urban environments has not ceased. For instance, *Ligustrum lucidum* is an invasive non-

native species of great concern. Their wide climatic amplitude makes it abundant in different biomes around the world and its rapid adaptation to cities is facilitated by its tolerance to pollution (reviewed by Fernandez *et al.*, 2020). Special attention should be paid to the matching pattern found for this species in mean annual temperature and precipitation seasonality, since this must be related to the local success of this invader. Given that in Córdoba *L. lucidum* has spilled over from urban areas to adjacent forests in an exponential way through the last decades (Gavier-Pizarro *et al.*, 2012), it would be essential to stop their ornamental use. Another species of concern is *Bauhinia forficata* since it also shows a matching pattern and it is invading natural environments in Córdoba (Giorgis & Tecco, 2014). The environmental similarity between Córdoba and *B. forficata* native range could be facilitating its spread. Consequently, their use as urban trees should be reconsidered. Conversely, if non-native species are considered for urban tree planting, priority should be given to planting those

that have some degree of climatic match but are not invasive or allergenic (e.g., *Lagerstroemia indica*). Furthermore, it would be appropriate to go further in the selection criteria for these non-native species including others such as the dispersal modes. Non-native invasive species which are dispersed by birds or wind should be avoided since these are the modes that facilitate tree invasions (reviewed by Richardson & Rejmánek, 2011).

In arid and semi-arid zones water availability is the main factor limiting natural distribution of trees (FAO, 2007). Córdoba's urban trees natural watering and are prone to suffer higher water stress due to urban growing conditions (i.e., shallow soils and high temperatures that accelerate evapotranspiration). Precipitation seasonality may also be of great concern since the dry season is very pronounced and could further increase water stress in urban conditions, as found for three exotic urban tree species in Mendoza (Martínez 2014). Consequently, native species and those with similar bioclimatic conditions in their original ranges of distribution are likely to perform better within the city, and even more under the expected expansion of arid climate zones in the near future (IPCC 2019). Among the studied species here, only four were native from Córdoba, which shows the scarcity of native species in urban tree plantations. Overall, the native species showed a complete match pattern in bioclimatic parameters, which probably makes them suitable to live under the general climatic conditions of Córdoba. In contrast, both non-native species and those regionally native showed a completely uncoupled pattern (i.e., in all three parameters considered). The mismatch in annual precipitation and seasonality is a matter for careful consideration as water stress might promote pest outbreaks (Raupp *et al.*, 2010). For regionally native species in particular the observed decoupling is likely linked to the widespread use of ornamental plants from humid temperate regions of the country (e.g., *Handroanthus spp.*).

Native trees (i.e., here considered as local natives) are not only suitable for local environments, but also promote interactions with native animals even in Córdoba (e.g., Galfrascoli *et al.*, 2023). Encouraging their planting in cities could help to counteract the global pollination crisis and the generalized negative effects of urbanization on arthropods' communities (Fenoglio *et al.*, 2020).

Furthermore, using more native plants would help to maintain arthropods communities' integrity and in turn, the populations of animals that consume them (Burghardt & Tallamy, 2013, Liang *et al.*, 2023), promoting a higher biodiversity conservation. The implementation of native plants in cities not only depends on legal promotion, but also on their availability in local nurseries and the value that the neighbours give to these species that represent the natural heritage of the region. Consequently, it would be necessary to encourage native tree production to reach this purpose. In addition, the urban tree decision process would considerably improve by integrating the perspective of different stakeholders (e.g., citizens, plant breeders, policy makers), which is well beyond the scope of the present study.

Finally, it was recently found that urban tree cover has a direct negative effect on *Aedes aegypti* mosquito occurrence in Córdoba city (Benítez *et al.*, 2019). However, in spite of being important components of public health, urban trees in Córdoba are still insufficient in number and have poor phytosanitary conditions. Even worse, allergenic species like *F. pennsylvanica* are over-abundant (26% of the total trees recorded), which is of concern since the amount of pollen released into the air is directly proportional to the number of individuals of a single species in any given area (Cariñanos *et al.*, 2014) and considering that no single species should exceed 10% of the total number of planted trees (Dowhal 2016).

CONCLUSIONS

Most of the street trees would not fit well in the city, which is a worrying situation that demands concrete action. Córdoba tree species composition is heavily biased towards non-native species, many of which are invasive, have an anemophilous pollination strategy and/or exhibit high bioclimatic mismatch. Given the key ecosystem services that trees provide in cities and considering the fact that Córdoba is expected to expand during the following years, policy makers should answer whether and how urban green infrastructure would contribute to ameliorate climate change effects. In order to design a healthy and ecologically functional urban tree infrastructure, and to promote the connectivity of the urban landscape with the remaining native

urban vegetation, an integrative approach for tree species selection is urgently needed. We hope that the results obtained from the present study will contribute with future, more healthy decisions on tree urban composition in the city of Córdoba.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

GG: investigation, project administration, writing-original draft, formal analysis, review and editing, visualization. GB: investigation, review and editing, resources. AC: conceptualization, methodology, review and editing, resources, supervision, project administration.

ACKNOWLEDGEMENTS

We are grateful to Ana Laura Chiapero and Julieta Badini for valuable suggestions on the first draft and to Lucas Carbone for his motivation. We acknowledge the assistance of the Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) and the Universidad Nacional de Córdoba (UNC), both of which support facilities used in this research. This study was conducted without funding during COVID19 lockdown. G.M.G has a doctoral scholarship from CONICET and G.B and A.C are researchers from the same institution.

PRIMARY DATA AVAILABILITY

The link from which the tree records were originally downloaded is no longer available. The data set has been uploaded to Repositorio de Datos de Investigación (CONICET): <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/218628>

BIBLIOGRAPHY

ALFAYA ARIAS, T., M. A. BALTASAR DRAGO & J. BELMONTE SOLER. 2002. *Polinosis, Polen y Alergia*. MRA ediciones, S. L. España.

BATES, A. J., J. P. SADLER, A. J. FAIRBRASS., S. J. FALK, ... & T. J. MATTHEWS. 2011. Changing bee and hoverfly pollinator assemblages along an urban-

rural gradient. *PloS one* 6: e23459.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0023459>

BENÍTEZ, E. M., F. LUDUEÑA-ALMEIDA., M. FRÍAS-CÉSPEDES., W. R. ALMIRÓN & E. L. ESTALLO. 2019. Could land cover influence *Aedes aegypti* mosquito populations? *Med. Vet. Entomol.* 34: 138-144. <https://doi.org/10.1111/mve.12422>

BERTHON, K., F. THOMAS & S. BEKESSY. 2021. The role of 'nativeness' in urban greening to support animal biodiversity. *Landsc. Urban Plan.* 205: 103959.
<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2020.103959>

BIVAND, R. S., E. PEBESMA & V. GOMEZ-RUBIO. 2013. *Applied spatial data analysis with R*, Second edition. Springer, New York.

BOUSQUET, J., N. KHALTAEV, A. A. CRUZ, J. DENBURG, ... & D. WILLIAMS. 2008. Allergic rhinitis and its impact on asthma (ARIA) 2008. *Allergy* 63: 8-160.
<https://doi.org/10.1111/j.1398-9995.2007.01620.x>

BURGHARDT, K. T. & D. W. TALLAMY. 2013. Plant origin asymmetrically impacts feeding guilds and life stages driving community structure of herbivorous arthropods. *Divers. Distrib.* 19: 1553-1565. <https://doi.org/10.1111/ddi.12122>

CABIDO, M., S. R. ZEBALLOS., M. ZAK, M. L. CARRANZA, ... & A. T. ACOSTA. 2018. Native woody vegetation in central Argentina: Classification of Chaco and Espinal forests. *Appl. Veg. Sci.* 21: 298-311. <https://doi.org/10.1111/avsc.12369>

CALVIÑO, A. A., J. TAVELLA, H. M. BECCACECE, E. L. ESTALLO, ... & M. S. FENOGLIO. 2023. The native-exotic plant choice in green roof design: Using a multicriteria decision framework to select plant tolerant species that foster beneficial arthropods. *Ecol. Eng.* 187: 106871.
<https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2022.106871>

CARIÑANOS, P. & M. CASARES-PORCEL. 2011. Urban green zones and related pollen allergy: A review. Some guidelines for designing spaces with low allergy impact. *Landsc. Urban Plan.* 101: 205-214. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.03.006>

CHAMBERLAIN, S. A. & C. BOETTIGER. 2017. R Python, and Ruby clients for GBIF species occurrence data. *PeerJ Preprints* 5: e3304v1.
<https://doi.org/10.7287/peerj.preprints.3304v1>

DOWHAL, A. 2016. *Arboricultura Urbana*. Editorial Maipue. Argentina.

DAVIS, M. B. & R. G. SHAW. 2001. Range shifts and adaptive responses to Quaternary climate change.

- Science* 292: 673-679.
<https://doi.org/10.1126/science.292.5517.673>
- DE CARVALHO, C. A., M. RAPOSO, C. PINTO-GOMES & R. MATOS. 2022. Native or exotic: A bibliographical review of the debate on ecological science methodologies: Valuable lessons for urban green space design. *Land* 11: 1201.
<https://doi.org/10.3390/land11081201>
- DEMAIO, P., U. O. KARLIN & M. MEDINA. 2002. Árboles nativos del centro de Argentina. Lola, Córdoba, Argentina.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) 2007. *Forests and water. Unasylva* 229: 2007/4.
- FARRELL, C., S. J. LIVESLEY, S. K. ARNDT, L. BEAUMONT, ... & M. LEISHMAN. 2022. Can we integrate ecological approaches to improve plant selection for green infrastructure? *Urban For. Urban Green*. 76: 127732. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2022.127732>
- FENOGLIO, M. S., E. GONZÁLEZ, J. TAVELLA, H. BECCACECE, ... & A. CALVIÑO. 2023. Native plants on experimental urban green roofs support higher community-level insect abundance than exotics. *Urban For. Urban Green*. 86: 128039.
<https://doi.org/10.1016/j.ufug.2023.128039>
- FENOGLIO, M. S., M. R. ROSSETTI & M. VIDELA. 2020. Negative effects of urbanization on terrestrial arthropod communities: A meta-analysis. *Glob. Ecol. Biogeogr*. 29: 1412-1429.
<https://doi.org/10.1111/geb.13107>
- FERNANDEZ, 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>
- FERRINI, F., A. FINI, J. MORI & A. GORI. 2020. Role of vegetation as a mitigating factor in the urban context. *Sustainability* 12: 4247.
<https://doi.org/10.3390/su12104247>
- FICK, S. E. & R. J. HIJMANS. 2017. WorldClim 2: new 1km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *Int. J. Climatol.* 37: 4302-4315.
<https://doi.org/10.1002/joc.5086>
- FONTAINE, L. C. & B. M. LARSON. 2016. The right tree at the right place? Exploring urban foresters' perceptions of assisted migration. *Urban For. Urban Green*. 18: 221-227.
<https://doi.org/10.1016/j.ufug.2016.06.010>
- FREIRE MORO, M. F., C. WESTERKAMP & F. S. DE ARAÚJO. 2014. How much importance is given to native plants in cities' treescape? A case study in Fortaleza, Brazil. *Urban For. Urban Green*. 13: 365-374. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2014.01.005>
- GALFRASCOLI, G. M., A. CALVIÑO, A. L. CHIAPERO & M. S. FENOGLIO. 2023. Living in an urban pod: Seed predation and parasitism of bruchid beetles in a native tree species. *Ecol. Entomol.* 48: 31-39.
<https://doi.org/10.1111/een.13199>
- GAVIER-PIZARRO, G. I., T. KUEMMERLE, L. E. HOYOS, S. I. STEWART, ... & V. C. RADELOFF. 2012. Monitoring the invasion of an exotic tree (*Ligustrum lucidum*) from 1983 to 2006 with Landsat TM/ETM+ satellite data and Support Vector Machines in Córdoba, Argentina. *Remote Sens. Environ.* 122: 134-145.
<https://doi.org/10.1016/j.rse.2011.09.023>
- GIORGIS, M. A. & P. A. TECCO. 2014. Árboles y arbustos invasores de la Provincia de Córdoba (Argentina): una contribución a la sistematización de bases de datos globales. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 49: 681-603.
- GRANT, S. 2016. *The right tree in the right place: using GIS to maximize the net benefits from urban forests*. Master Thesis in Geographical Information Science, Sweden.
- GRIFONE, S. 2014. Primer Encuentro de Investigadores que Estudian la Ciudad de Córdoba. *Departamento de Publicaciones de la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño de la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina*.
- HIJMANS, R. J., J. VAN ETEN, J. CHENG, M. MATTIUZZI, ... & M. R. J. HIJMANS. 2015. Package 'raster'. *R package* 734: 473.
- HO, J., T. TUMKAYA, S. ARYAL, H. CHOI & A. CLARIDGE-CHANG. 2019. Moving beyond P values: data analysis with estimation graphics. *Nat. methods* 16: 565-566.
<https://doi.org/10.1038/s41592-019-0470-3>
- INDEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos de la República Argentina) 2023. Censo nacional de población, hogares y viviendas 2022: resultados provisionales / 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires. https://www.indec.gov.ar/ftp/cuadros/poblacion/cnphv2022_resultados_provisionales.pdf [Accessed 9 February 2023].
- IPCC 2019. Summary for Policymakers. In: P.R. SHUKLA, J. SKEA, E. CALVO BUENDIA, V. MASSON-DELMOTTE, ... & J. MALLEY (eds.). *Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation,*

- sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems.* [Available in: <https://www.ipcc.ch/srccl/chapter/summary-for-policymakers/>]
- KOPTA, R. F. 1999. *Problemática ambiental, con especial referencia a la provincia de Córdoba.* Fundación ACUDE, Córdoba.
- LEMOINE, R. T. & J. C. SVENNING. 2022. Nativeness is not binary -a graduated terminology for native and non-native species in the Anthropocene. *Restor. Ecol* 30: e13636. <https://doi.org/10.1111/rec.13636>
- LIANG, H., Y. D. HE, P. THEODOROU & C. F. YANG. 2023. The effects of urbanization on pollinators and pollination: A meta-analysis. *Ecol. Let.* 26: 1629-1642. <https://doi.org/10.1111/ele.14277>
- LIU, X., Y. HUANG, X. XU, X. LI ... & Z. ZENG. 2020. High-spatiotemporal-resolution mapping of global urban change from 1985 to 2015. *Nat. Sustain.* 3: 564-570. <https://doi.org/10.1038/s41893-020-0521-x>
- LUTI, R., M. GALERA, N. MÜLLER DE FERREIRA, N. BERZAL, ... & J. BARRERA. 1979. Vegetación. In: VÁZQUEZ, J., R. MIATELLO & M. ROQUE (eds.), *Geografía Física de la provincia de Córdoba*, pp. 297-368. Boldt, Córdoba.
- MARCHI, M., I. SINJUR, M. BOZZANO & M. WESTERGREN. 2019. Evaluating WorldClim version 1 (1961-1990) as the baseline for sustainable use of forest and environmental resources in a changing climate. *Sustainability*, 11: 3043. <https://doi.org/10.3390/su11113043>
- MARENGO, C. 2006. *La periferia de Córdoba: cuestiones sobre hábitat urbano.* Departamento de publicaciones de la FAUD-UNC, Córdoba.
- MARTÍNEZ, C. F. 2014. Crecimiento bajo déficit hídrico de especies forestales urbanas de la ciudad-oasis de Mendoza, Argentina y su área metropolitana. *Ecosistemas* 23: 147-152. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2014.23-2.20>
- MARTÍNEZ, A. C. F., A. M. A. RUIZ & L. M. ATENCIO. 2017. *Proyecto integral de forestación y reforestación urbana para Mendoza.* Instituto de Ambiente, Hábitat y Energía, Mendoza.
- MATTEUCCI, S. D. 2018. Ecorregión Espinal. In: MORELLO, J., S. D. MATTEUCCI, A. F. RODRÍGUEZ & M. SILVA (eds.), *Ecoregiones y complejos ecosistémicos argentinos*, pp: 395-439. 2nd ed. Orientación Gráfica Editora, Buenos Aires.
- MCPHERSON, E. G., A. M. BERRY & N. S. VAN DOORN. 2018. Performance testing to identify climate-ready trees. *Urban For. Urban Green.* 29: 28-39. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.09.003>
- MOSER, A., E. UHL, T. RÖTZER, P. BIBER, ... & H. PRETZSCH. 2017. Effects of climate and the urban heat island effect on urban tree growth in Houston. *Open J. For.* 7: 428-445. <https://doi.org/10.4236/ojf.2017.74026>
- NAGENDRA, H. & D. GOPAL. 2010. Street trees in Bangalore: Density, diversity, composition and distribution. *Urban For. Urban Green.* 9: 129-137. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2009.12.005>
- NITIU, D. S., A. C. MALLO, I. MEDINA & C. PARISI. 2019. Atlas of allergenic pollens of Buenos Aires, Argentina. *Archivos de Alergia e Inmunología Clínica* 50: 67-88.
- OYARZABAL, M., J. CLAVIJO, L. OAKLEY, F. BIGANZOLI, P. TOGNETTI, I. BARBERIS, ... & R. J. LEÓN. 2018. Unidades de vegetación de la Argentina. *Ecología austral* 28: 40-63.
- PAWANKAR, R., G. W. CANONICA, S. T. HOLGATE & R. F. LOCKEY. 2011. *WAO white book on allergy.* World Allergy Organization, pp.156-157. Milwaukee, WI, USA.
- PEARSON, R. G. & T. P. DAWSON. 2003. Predicting the impacts of climate change on the distribution of species: are bioclimate envelope models useful? *Glob. Ecol. Biogeogr.* 12: 361-371. <https://doi.org/10.1046/j.1466-822X.2003.00042.x>
- PEEL, M. C., B. L. FINLAYSON & T. A. MCMAHON. 2007. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrol Earth Syst Sci.* 11: 1633-1644. <https://doi.org/10.5194/hess-11-1633-2007>
- PRIEGO-GONZÁLEZ DE CANALES, C. & J. BREUSTE. 2008. Social, environmental and economic benefits of urban trees to the society. *Salzburger Geographische Arbeiten* 42: 43-60.
- PYŠEK, P., D. M. RICHARDSON, M. REJMÁNEK, G. L. WEBSTER, ... & J. KIRSCHNER. 2004. Alien plants in checklists and floras: towards better communication between taxonomists and ecologists. *Taxon* 53: 131-143. <https://doi.org/10.2307/4135498>
- R Core Team, 2020. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. [Available in: <http://www.R-project.org/>]
- RAMON, G. D., E. VANEGAS, M. FELIX, L. B. BARRIONUEVO, ... & I. CHERREZ-OJEDA. 2020. Year-long trends of airborne pollen in Argentina: More research is needed. *WAO Journal* 13: 100135. <https://doi.org/10.1016/j.waojou.2020.100135>

- RAUPP, M. J., P. M. SHREWSBURY & D. A. HERMS. 2010. Ecology of herbivorous arthropods in urban landscapes. *Annu. Rev. Entomol.* 55: 19-38.
<https://doi.org/10.1146/annurev-ento-112408-085351>
- ROLOFF, A., S. KORN & S. GILLNER. 2009. The Climate-Species-Matrix to select tree species for urban habitats considering climate change. *Urban For. Urban Green.* 8: 295-308.
<https://doi.org/10.1016/j.ufug.2009.08.002>
- ROMAN, L. A., T. M. CONWAY, T. S. EISENMAN, A. K. KOESER, ... & J. VOGT. 2021. Beyond 'trees are good': Disservices, management costs, and tradeoffs in urban forestry. *Ambio* 50: 615-630.
<https://doi.org/10.1007/s13280-020-01396-8>
- ROMAN, L. A., H. PEARSALL, T. S. EISENMAN, T. M. CONWAY, ... & C. STAUDHAMMER. 2018. Human and biophysical legacies shape contemporary urban forests: A literature synthesis. *Urban For. Urban Green.* 31: 157-168.
<https://doi.org/10.1016/j.ufug.2018.03.004>
- ROY, S., J. BYRNE & C. PICKERING. 2012. A systematic quantitative review of urban tree benefits, costs, and assessment methods across cities in different climatic zones. *Urban For. Urban Green.* 11: 351-363.
<https://doi.org/10.1016/j.ufug.2012.06.006>
- SJÖMAN, H., J. ÖSTBERG & O. BÜHLER. 2012. Diversity and distribution of the urban tree population in ten major Nordic cities. *Urban For. Urban Green.* 11: 31-39.
<https://doi.org/10.1016/j.ufug.2011.09.004>
- SMITH, I. A., V. K. DEARBORN & L. R. HUTYRA. 2019. Live fast, die young: Accelerated growth, mortality, and turnover in street trees. *PloS one* 14: e0215846.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215846>
- TAN, P. Y. 2017. Perspectives on greening of cities through an ecological lens. In: TAN, P. Y. & J. C. YUNG (eds.), *Greening cities. Form and functions*. Springer, Berlin.
- WILLIS, K.J. & G. PETROKOFISKY. 2017. The natural capital of city trees. *Science* 356:374-376.
<https://www.science.org/doi/10.1126/science.aam9724>
- XING, Y., P. JONES & I. DONNISON. 2017. Characterisation of nature-based solutions for the built environment. *Sustainability* 9: 149.
<https://doi.org/10.3390/su9010149>
- YANG, J. 2009. Assessing the impact of climate change on urban tree species selection: a case study in Philadelphia. *J. For.* 107: 364-372.
<https://doi.org/10.1093/jof/107.7.364>
- ZEBALLOS, S. R., M. A. GIORGIS, M. R. CABIDO, A. T. ACOSTA, ... & J. J. CANTERO. 2020. The lowland seasonally dry subtropical forests in central Argentina: vegetation types and a call for conservation. *VCS* 1: 87-102.
<https://doi.org/10.1127/VCS/2019/38013>
- RICHARDSON, D. M., C. HUI, M. A. NUÑEZ & A. PAUCHARD. 2014. Tree invasions: patterns, processes, challenges and opportunities. *Biol. Invasions* 16: 473-481.
<https://doi.org/10.1111/ddi.12075>
- RICHARDSON, D. M. & M. REJMÁNEK. 2011. Trees and shrubs as invasive alien species - a global review. *Divers. Distrib.* 17: 788-809.
<https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2011.00782.x>



EL ACERVO ETNOBOTÁNICO MEDICINAL DEL PUEBLO NACIÓN HUARPE DE SAN LUIS (LA REPRESITA, SAN LUIS, ARGENTINA)

THE MEDICINAL ETHNOBOTANICAL HERITAGE OF THE HUARPE NATION PEOPLE
(LA REPRESITA, SAN LUIS, ARGENTINA)


Marta M. Moglia^{1*}, Andrea C. Isaguirre¹ & María A. Cangiano¹

1. Universidad Nacional de San Luis, San Luis, Argentina. Ejército de los Andes 950, CP: 5700

*mmmoglia@gmail.com

Citar este artículo

MOGLIA, M. M., A. C. ISAGUIRRE & M. A. CANGIANO. 2023. El acervo etnobotánico medicinal del pueblo Nación Huarpe de San Luis (La Represita, San Luis, Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 58: 573-592.

 DOI: <https://doi.org/10.31055/1851.2372.v58.n4.40766>

SUMMARY

Backgrounds and aims: The ethnobotanical heritage of the Huarpe community has not yet been documented, and could be lost. The objective of the work was to compile the medicinal ethnobotanical knowledge of the Huarpe Nation People of San Luis (Argentina) of the La Represita area, through dialogical meetings between the members of the community and the university.

M&M: The fieldwork included semi-structured interviews and surveys of 31 residents, three workshops with the local educational community, and two meetings open to the entire population. An analysis of the medicinal uses of local plant resources was carried out, which included the calculation of ethnobotanical indices: Relative frequency of citation, Fidelity level, Use Value and Novelty index.

Results: The number of taxa used by the inhabitants for medicinal purposes was 48 and the most used parts of the plants were the leaves and stems, mainly in the form of infusion. Through the calculation of ethnobotanical indices, it was obtained that the aromatic plants were particularly important as medicinal resources. Fourteen medicinal and three veterinary *etic* categories were registered, the most prominent being those related to human digestive and respiratory disorders.

Conclusions: Huarpe inhabitants of San Luis, and particularly women, treasure important knowledge about medicinal plants that are part of the actions of their daily life. For this reason, it is important to continue research through new studies that include the residents of the Huarpe Pinkanta community of San Luis.

KEY WORDS

Ancestral knowledge, huarpes puntanos, medicinal plants, native peoples, Ramsar site.

RESUMEN

Introducción y objetivos: El patrimonio etnobotánico de la comunidad Huarpe aún no ha sido documentado y podría llegar a perderse. El objetivo del trabajo fue recopilar el conocimiento etnobotánico medicinal del Pueblo Nación Huarpe de San Luis (Argentina) del paraje La Represita, a través de encuentros dialógicos entre los integrantes de la comunidad y la universidad.


M&M: El trabajo de campo incluyó entrevistas semi-estructuradas y encuestas a 31 pobladores locales, tres talleres con la comunidad educativa local y dos encuentros abiertos a toda la población. Se realizó un análisis de los usos medicinales de los recursos vegetales locales, que incluyó el cálculo de índices etnobotánicos: Frecuencia relativa de citación, Nivel de Fidelidad, Valor de Uso e Índice de Novedad.

Resultados: El número de taxones utilizados por los pobladores con fines medicinales fue de 48 y las partes más utilizadas de las plantas fueron las hojas y tallos, principalmente en forma de infusión. A través del cálculo de los índices etnobotánicos, se obtuvo que las plantas aromáticas fueron particularmente importantes como recursos medicinales. Se registraron 14 categorías *etic* medicinales y tres veterinarias, las más destacadas fueron las relacionadas con trastornos digestivos y respiratorios humanos.

Conclusiones: Los pobladores huarpes de San Luis, particularmente las mujeres, atesoran importantes conocimientos sobre plantas medicinales que forman parte de las acciones de su vida diaria. Por esta razón, es importante seguir investigando a través de nuevos estudios que incluyan a los pobladores de la comunidad Huarpe Pinkanta de San Luis.

PALABRAS CLAVE

Huarpes puntanos, plantas medicinales, pueblos originarios, saberes ancestrales, sitio Ramsar.

Recibido: 24 Mar 2023
Aceptado: 31 Jul 2023
Publicado en línea: 30 Nov 2023
Publicado impreso: 22 Dic 2023
Editora: Norma Hilgert 

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

INTRODUCCIÓN

Según la Convención de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 1972), el patrimonio o acervo cultural de un pueblo es la herencia de una comunidad, desde su pasado hasta la actualidad, e incluye el conocimiento sobre todos los diferentes aspectos de su cultura. Uno de éstos es el conocimiento sobre las plantas medicinales empleadas por los pobladores locales, el cual es estudiado por la Etnobotánica médica. La misma constituye una rama de la Etnobotánica, disciplina que analiza el papel que poseen las plantas en el contexto cultural de un grupo humano, entre otros numerosos temas (Ford, 1994; Arenas & Martínez, 2012). El conocimiento etnobotánico de un pueblo es transmitido a través de las generaciones sin dejar registro escrito, en la mayor parte de los casos. Así, la falta de documentación, junto con la transculturación, llevan a la paulatina pérdida de estos saberes (González *et al.*, 2001; Scarpa, 2007).

Durante las últimas décadas, se han realizado estudios de etnobotánica médica, en comunidades Huarpes de las provincias de Mendoza y San Juan (Gambier, 2000; Gaviorno, 2005; Montani & Vega Riveros, 2010; Montani, 2012). En cambio, el patrimonio etnobotánico, y entre ellos el etnobotánico médico, de la comunidad Huarpe de San Luis, aún no ha sido documentado y podría llegar a perderse. A nivel provincial, se ha publicado recientemente un trabajo sobre la flora del Parque Nacional Sierra de las Quijadas (Petenatti *et al.*, 2020) que incluye a la flora de la región que habita el Pueblo Nación Huarpe, pero sin referencias etnobotánicas. Los trabajos relacionados con esta disciplina, realizados en San Luis, están referidos principalmente a plantas medicinales y aromáticas de uso popular, e incluyen listados con aplicaciones actuales de las mismas (Del Vitto *et al.*, 1997, 1998; Suyama *et al.*, 2014). Sin embargo, no consideran, en particular, a la etnobotánica de pueblos originarios, tales como la comunidad Huarpe puntana. La pregunta-problema que motivó este trabajo fue ¿qué plantas medicinales utilizan los pobladores huarpes de San Luis y cuáles son sus usos? Se planteó, como objetivo general, recopilar el acervo etnobotánico medicinal del Pueblo Nación Huarpe de San Luis de la localidad de La Represita

y de esta forma contribuir, de manera transversal, a afianzar las raíces culturales del pueblo y conservar sus recursos vegetales nativos medicinales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Contexto histórico, sociocultural y geográfico

El trabajo se realizó en el marco del proyecto de Extensión de la Secretaría de Políticas Universitarias (SPU) del Ministerio de Educación de la Nación, denominado “Astica: el valor de los recursos vegetales huarpes”, a través de un convenio entre la Universidad Nacional de San Luis y el Pueblo Nación Huarpe en 2016, y continuó hasta 2019 para ampliar la recolección de datos. En el mismo se autorizaba explícitamente el uso de la información obtenida, a través de la firma de un documento de acuerdo entre las partes. El trabajo se desarrolló en el paraje La Represita (Departamento Ayacucho, provincia de San Luis, Argentina) (Fig. 1), donde se asienta la comunidad de mayor cantidad de habitantes del Pueblo Nación Huarpe de San Luis. En esta provincia existe otro núcleo menor, de unos 80 pobladores, denominado Pueblo Huarpe Pinkanta, en las proximidades del Encón. La Represita se encuentra ubicada en el seno del Pueblo Nación Huarpe de San Luis, que tiene una extensión aproximada de 6800 ha y a la que actualmente se anexó el Parque Nacional Sierra de las Quijadas y constituye un punto de contacto con las provincias de Mendoza y San Juan. Junto con las mismas, desde el 2007, forma parte del Sitio Ramsar “Lagunas de Guanacache, del Bebedero y el Desaguadero” (Sosa, 2012). Este humedal constituyó el hábitat de los huarpes prehispánicos, una de las etnias más importantes de la región de Cuyo en épocas pasadas, cuyos descendientes ocupan actualmente el área. La comunidad local se encuentra formada por aproximadamente 120 pobladores y 22 familias. El Pueblo Nación Huarpe de San Luis ha sufrido a lo largo de su historia importantes cambios sociales y llegó a considerarse extinto hacia finales del siglo XVII y principios del siglo XVIII (Métraux, 1937; Canals Frau, 1946; Michieli, 1983; Escolar, 2006).

Metodología general

El primer paso de la investigación fue realizar visitas a la zona, para entrar en contacto con los

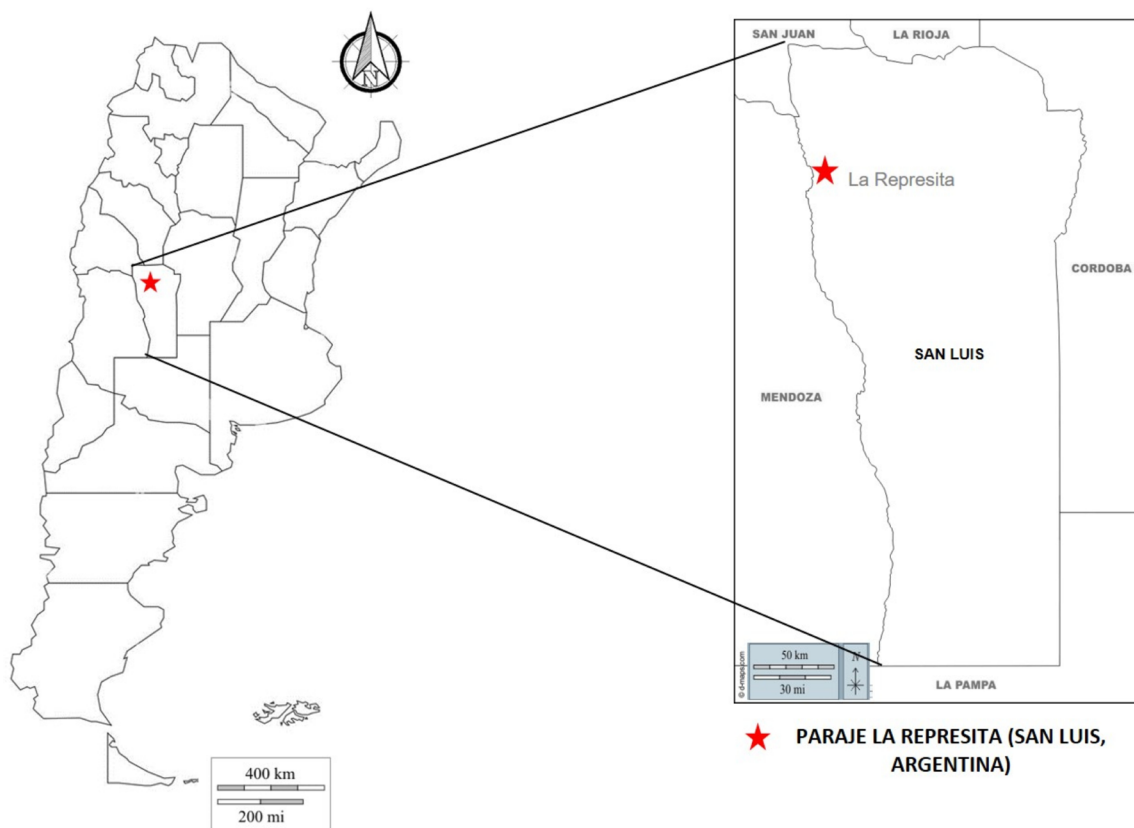


Fig. 1. Ubicación geográfica del área de estudio, correspondiente al paraje La Represita (Departamento Ayacucho, provincia de San Luis, Argentina).

pobladores, conocer acerca de su entorno, de sus problemáticas sociales, del uso de las plantas a nivel local, la participación en ceremonias rituales y visitas a los sitios emblemáticos para la comunidad. El trabajo de campo incluyó entrevistas semiestructuradas y encuestas que contenían preguntas de respuesta cerrada dicotómica y de respuesta abierta (Mat. Supl. 1). Las entrevistas, a los pobladores en general, fueron realizadas en domicilios particulares, durante talleres participativos o en sus lugares de trabajo. En el establecimiento educativo local, además, se entrevistaron a cinco pobladores considerados informantes clave, debido a sus conocimientos sobre plantas y sobre la historia, costumbres, problemas e intereses de la comunidad. Éstos, fueron dos caciques, una mujer y un hombre, que gobernaron durante el periodo de estudio (2011-2019). También fueron referentes una pobladora

con amplio conocimiento en el uso de plantas y dos docentes mujeres del establecimiento educativo local. En estas entrevistas, de carácter informal, tres preguntas de base marcaron el punto de partida y estructuración de las mismas. A partir de las respuestas, surgieron otros temas referidos al uso de plantas que también se incorporaron a los resultados del estudio. Siguiendo las recomendaciones de Martínez (1998) acerca de la planificación y el desarrollo de las entrevistas semiestructuradas, las preguntas fueron: ¿Cuál es el significado de las plantas para el Pueblo Nación Huarpe? ¿Qué plantas utilizan? ¿Para qué y cómo las utilizan? Las entrevistas fueron registradas en un cuaderno de campo. Las encuestas se realizaron durante dos encuentros participativos abiertos a todos los integrantes de la comunidad, siguiendo las pautas señaladas en Rojas Tejada *et al.* (1998). Participaron 22 mujeres y 9 hombres,

de edades comprendidas entre los 21 y 65 años. En los mismos, se entregó un impreso que incluía preguntas acerca del nombre con el que conocían a las plantas, el tipo y forma de uso y la parte utilizada de las mismas (Mat. Supl. 1). Las plantas, identificadas con números para evitar nombrarlas, fueron reconocidas por los pobladores a través de la proyección de imágenes y de la observación de ejemplares de herbario. Por otra parte, se realizaron tres talleres con la comunidad educativa de la escuela que, a diferencia de los encuentros antes citados, incluyeron actividades prácticas en los que participaron docentes, estudiantes y padres. En el transcurso de los mismos, entre los integrantes de la comunidad local y los extensionistas se intercambiaron saberes sobre el uso de plantas medicinales, se realizó el cultivo en vivero de plantas y se elaboraron alimentos, tinturas medicinales, cremas y otros productos medicinales a partir de plantas de “jarillas” (*Larrea divaricata* Cav. y *L. cuneifolia* Cav., Zygophyllaceae). Asimismo, con la participación de informantes clave, se realizó la identificación *in situ* de ejemplares que fueron herborizados y depositados en un herbario didáctico, creado *ad-hoc* para la escuela local, y en el herbario del proyecto Energía Solar, Atmósfera y Medioambiente, de la Universidad Nacional de San Luis PROICO-031320. Para la validación de los datos se siguió el criterio propuesto por Scarpa (2000) y utilizado posteriormente por Montani (2012). Siguiendo este criterio, se consideraron válidos los datos referidos por al menos dos personas, siempre que hubiera sido mencionada la misma parte de la planta para el mismo uso. También se consideraron válidos los datos aportados por un solo informante cuando se cumplían las siguientes condiciones: 1. Provenían de un informante clave. 2. Cuando se encontraban citados en bibliografía. 3. Cuando los usos fueron registrados durante el trabajo de campo. Las categorías que se utilizaron en el presente trabajo fueron las empleadas por Montani (2012), tomando en cuenta que los resultados se iban a comparar, principalmente, con los obtenidos por esta autora para la comunidad Huarpe de Lagunas del Rosario. Las mismas fueron AP (afecciones de la piel), O (sistema osteo-muscular), OD (odontológico), OS (órganos de los sentidos), P (preventivo), PM (preventivo mágico), SC (sistema circulatorio, hemorragias y

cardiotónico), SD (sistema digestivo), SN (sistema nervioso), SR (sistema respiratorio), SRH (sistema reproductivo humano) y U (sistema urinario). No obstante, debido a que dos tipos de usos registrados no se correspondían con ninguna de las categorías adoptadas por Montani, se incluyeron dos nuevas: MET (síndrome metabólico) e INF (enfermedades infecciosas), tomadas de Staub *et al.* (2015). Además, se definieron tres categorías nuevas para incluir los usos veterinarios: SREV (sistema reproductivo en veterinaria), APV (afecciones de la piel en veterinaria) y SDV (sistema digestivo en veterinaria), siguiendo un criterio similar. Finalmente, se realizó una evaluación de los datos registrados, utilizando los índices etnobotánicos de Frecuencia relativa de citación (RFCs), Nivel de fidelidad (FL %) y Valor de Uso (UV), los cuales fueron empleados en conjunto en un detallado trabajo etnobotánico en Taiwan (Wali *et al.*, 2022). El RFCs indica la importancia de cada taxón y se calcula tomando en cuenta la frecuencia de citación. Este índice varía desde 0, cuando ninguna de las personas menciona la planta como útil, a 1, cuando todas la mencionan (Tardío & Pardo de Santayana, 2008). El UV, propuesto por Yabesh *et al.* (2014), guarda relación con RFCs, ya que es un indicador de la importancia comparativa de cada especie de planta empleada por los informantes. El FL, desarrollado por Phillips & Gentry (1993), corresponde con el porcentaje de informantes que cita el uso de una determinada planta con el mismo propósito (Friedman *et al.*, 1986; Alexiades & Sheldon, 1996). Este índice se calculó sólo para las plantas más citadas por su uso medicinal en La Represita, con valores UV próximos a 0,6 o mayores y/o que fueron citadas por más de la mitad de los pobladores para un uso específico. Finalmente, se calculó el Índice de Novedad, propuesto Bibi *et al.* (2022), sobre la base del Índice de Jaccard (JI). Este índice permite comparar los datos de plantas citadas con usos etnobotánicos obtenidos en una investigación, con los previamente publicados para zonas climática y geográficamente similares. El mismo se utilizó para comparar los resultados de citas de plantas medicinales obtenidos para La Represita con los registrados para la comunidad Huarpe de Lagunas del Rosario (Mendoza), localidad próxima al área de estudio y de condiciones climáticas similares y que, además, contaba con datos cuantitativos de uso de plantas medicinales.

Análisis florístico

La información obtenida sobre plantas medicinales se sistematizó en la Tabla 1. La clasificación de los taxones dentro de las categorías nativas (N) y exóticas (E) se realizó sobre la base del trabajo de Richardson & Pyšek (2006). Según estos autores, especies exóticas son aquellas que no se originaron en el territorio biogeográfico en el que se encuentran, o que no se dispersaron naturalmente hasta el mismo, sino que llegaron con la ayuda, intencional o no, del ser humano. Siguiendo este criterio, el “cedrón” (*Aloysia citrodora* Palau, Verbenaceae) y el “pimiento” (*Schinus areira* L., Anacardiaceae), ambas citadas en IBODA (2022) como nativas del Conosur pero cultivadas en La Represita, fueron consideradas exóticas. Para la nomenclatura de los taxones de plantas nativas se utilizó el criterio del IBODA (2022) mientras que para las exóticas se siguió el Catálogo del Kew del Royal Botanical Garden (POWO, 2023).

RESULTADOS

Usos medicinales

Se registraron 84 usos *emic* totales, 77 medicinales y 7 veterinarios, entre las 48 especies botánicas en la comunidad Huarpe de La Represita, que fueron clasificados en 14 categorías *etic* medicinales y tres veterinarias (Tabla 1). Las plantas medicinales se encuentran distribuidas en 25 familias, de las cuales las mejor representadas fueron las Asteraceae, con 8 taxones, seguidas por las Verbenaceae con 5, las Fabaceae y Amaranthaceae, ambas con 4 y las Apocynaceae con 3 (Tabla 1; Fig. 2). También se registró el uso de esporas de un hongo gasteroide, para el tratamiento de afecciones en la piel, como cicatrizante, del cual no se obtuvo registro de herbario, y que, por la descripción realizada por los pobladores, posiblemente pertenezca al género *Battarrea* sp. o *Tulostoma* sp. (Agaricaceae), Si bien este taxón no se incluyó en los análisis, debido a que pertenece al reino Fungi, se consideró importante mencionarlo en este trabajo, puesto que los pobladores de la comunidad Huarpe lo reconocen como parte de su acervo etnobotánico medicinal.

La forma más frecuente de aplicación es la infusión (Fig. 3) y las partes más utilizadas son las hojas, solas o en combinación con otras estructuras,

y los tallos o partes de estos. En este aspecto, un uso original del tallo es el registrado para la “penca del burro” (*Trichocereus candicans* (Gillies ex Salm-Dyck) Britton & Rose) al cual, luego de cortarlo, se le eliminan las espinas y se lo ahueca (TC) para entablillar brazos, en casos de fracturas óseas o esguinces. Un 25 % de las plantas citadas como medicinales son exóticas y el 75 % restante nativas. En relación con el tipo biológico, el más utilizado como medicinal es el de los arbustos, seguido por el de las hierbas perennes y los árboles (Fig. 4) y las categorías *etic* más citadas son las relacionadas con los sistemas digestivo y respiratorio (Fig. 5).

Entre las especies utilizadas con fines medicinales se destacan por su diversidad de usos las “jarillas” (*Larrea cuneifolia* Cav. y *L. divaricata* Cav., Zygophyllaceae). Sus ramas y hojas son usadas para realizar una infusión contra el resfrío, para tratar afecciones hepáticas, para el tratamiento de micosis de los pies y a través de vahos y baños, para combatir los sabañones y como desinfectante de heridas. Los dos últimos usos fueron citados por un solo poblador, no considerado informante clave. Otras formas de aplicación registradas para estas especies son: polvo, crema y tintura. Por otra parte, sus ramas y hojas poseen usos mágicos y rituales para hacer escobas que ahuyentan los males y en ceremonias locales.

Índices etnobotánicos (Tabla 1)

El Valor de Uso (UV) y la Frecuencia relativa de citación (RFCs) estimados, fueron particularmente importantes para algunas especies aromáticas de uso medicinal, como el “usillo” (*Aloysia gratissima* (Gillies & Hook. ex Hook.) Tronc. var. *gratissima*, Verbenaceae), el “burrito” (*A. polystachya* (Griseb.) Moldenke, Verbenaceae), el “poleo” (*Lippia turbinata* Griseb. f. *turbinata*, Verbenaceae), la “menta” (*Mentha* spp. Lamiaceae), la “ruda” (*Ruta chalepensis* L., Rutaceae), y también para otras plantas leñosas no aromáticas como la “yerba del pollo” (*Alternanthera pungens* Kunth, Amaranthaceae), el “quebracho” (*Aspidosperma quebracho-blanco* Schltld., Apocynaceae), el “matagusano” (*Atamisquea emarginata* Miers ex Hook. & Arn., Capparaceae), las “zampas” (*Atriplex lampa* (Moq.) D. Dietr. y *A. spagazzinii* A. Soriano ex Múlgura, Amaranthaceae), el “palo azul” (*Cyclolepis genistoides* Gillies ex D. Don., Asteraceae), el “chañar” (*Geoffroea decorticans*

Tabla 1. Usos medicinales de plantas por la Comunidad huarpe de La Represita (San Luis)

Nombre científico	Nombre vulgar local	Familia	Origen	Categorías etic	Categorías emic	Forma de uso	TB	Parte utilizada	NUM	US	FCs	RFCs	UV	FL %
<i>Allium cepa</i> L.	cebolla	Alliaceae	E	SR (1)	Resfríos	I	Hp	Bulbo	1	1	1	0,03	0,03	
<i>Allium sativum</i> L.	ajo	Alliaceae	E	AP (4)	"Para calmar picaduras de insectos" (Calmante)	T (mezclado con leche)	Hp	Bulbo	1	4	4	0,13	0,13	
<i>Aloysia citrodora</i> Palau	cedrón	Verbenaceae	E (cult)	SD (3), OS (2)	Digestivo y aromatizante y saborizante de infusiones medicinales	I	Ab	Hojas y tallos	2	5	3	0,1	0,16	
<i>Aloysia gratissima</i> (Gillies & Hook. ex Hook.) Tronc. var. <i>gratissima</i>	usillo, ausillo	Verbenaceae	N	SD (15), OS (22)	Digestivo y aromatizante y saborizante de infusiones medicinales	I	Ab	Hojas y tallos	2	37	25	0,81	1,19	OS: 88
<i>Aloysia polystachya</i> (Griseb.) Moldenke	burrito	Verbenaceae	N	SD (21), OS (16)	Digestivo y aromatizante y saborizante de infusiones medicinales	I	Ab	Hojas	2	37	21	0,68	1,19	SD: 100 OS: 76
<i>Alternanthera pungens</i> Kunth	yerba del pollo	Amaranthaceae	N	SD (28)	"Empachos" (Digestivo)	I o C	Hp	Planta entera	1	28	28	0,9	0,9	SD: 100
<i>Araujia brachystephana</i> (Griseb.) Fontella & Goyder	tasia, tasi	Apocynaceae	N	SD (1), SRH (1)	"Para tener leche" (Galactagogo) y "para el empacho" (Digestivo, hepático)	I	Ep	Raíz y frutos	2	2	2	0,06	0,06	
<i>Araujia odorata</i> (Hook. & Arn.) Fontella & Goyder	tasia, tasi	Apocynaceae	N	SD (1), SRH (1)	"Para tener leche" (Galactagogo) y para el "empacho" (Digestivo, hepático)	I	Ep	Raíz y frutos	2	2	2	0,06	0,06	
<i>Aristida mendocina</i> Phil.	flechilla	Poaceae	N	SREV (1)	Eliminar la placenta (Oxitócico)	I	Hp	Plantas entera	1	1	1	0,03	0,03	

Nombre científico	Nombre vulgar local	Familia	Origen	Categorías etic	Categorías emic	Forma de uso	TB	Parte utilizada	NUM	US	FCs	RFCs	UV	FL %
<i>Artemisia douglasiana</i> Besser	matico, ajenco	Asteraceae	E	SD (8)	"Empachos" (Digestivo, hepático)	I	Hp	Hojas	1	8	8	0,26	0,26	
<i>Aspidosperma quebracho-blanco</i> Schidl.	quebracho	Apocynaceae	N	SD (1), SN (3), AP (23), MET (1)	"Empachos" (Digestivo, hepático), "para bajar el azúcar de la sangre" (Antidiabético), "para el dolor de cabeza" (Cefalálgico) y "para combatir los piojos" (Pediculicida)	I, C	A	Fruto y corteza	4	28	25	0,81	0,9	AP: 92
<i>Atamisquea emarginata</i> Hook. & Arn.	matagusano	Capparaceae	N	P (3), APV (5), OD (13)	Repelente de insectos, para curar las "bicheras" (Miasis del ganado) y "dolor de muelas" (Odontálgico)	H y/o F, I, M	Ab	Ramitas y hojas (medicinal)	3	21	14	0,45	0,68	OD: 93
<i>Atriplex lampa</i> (Moq.) D. Dietr.	cachiyuyo, zampa	Amaranthaceae	N	SREV (5), SRH(1) PM (1)	"Pasmos" después del parto en vacas (Trastornos de espasmos posparto), para desear buena vida (Ritual) y "para aumentar el deseo sexual" (Afrodisíaco)	I, H y/o F	Ab	Ramitas y hojas. Planta entera (repelente)	3	7	6	0,19	0,22	
<i>Atriplex spagazzinii</i> A. Soriano ex Múlgura	zampa	Amaranthaceae	N	SREV (16), SRH (1) PM (1),	"Pasmos" después del parto en vacas (Trastornos de espasmos posparto), "para desear buena vida" (Ritual) y "para aumentar el deseo sexual" (Afrodisíaco)	I, H y/o F	Ab	Ramitas y hojas	3	18	16	0,52	0,58	SREV: 100

Nombre científico	Nombre vulgar local	Familia	Origen	Categorías etic	Categorías emic	Forma de uso	TB	Parte utilizada	NUM	US	FCs	RFCs	UV	FL %
<i>Baccharis salicifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	chilca	Asteraceae	N	SD (4)	"Empacho" (Digestivo, hepático)	I	Ab	Tallos y hojas	1	4	4	0,13	0,13	
<i>Cortesia cuneifolia</i> Cav.	campo	Boraginaceae	N	AP (1), SD (1)	"Para sanar heridas" (Cicatrizante), "Empacho" (Digestivo, hepático)	I	Ab	Parte aérea	2	2	1	0,03	0,06	
<i>Cyclelepis geristoides</i> Gillies ex D. Don	palo azul	Asteraceae	N	U (25)	"Para orinar" (Diurético)	I	Ab	Ramitas y hojas	1	25	25	0,81	0,81	U: 100
<i>Datura ferox</i> L.	chamico	Solanaceae	N	SR (3)	"Falta de aire", asma (Broncodilatador)	H y/o F	Ha	Planta entera	1	3	3	0,1	0,1	
<i>Dysphania ambrosioides</i> (L.) Mosyakin & Clements	paico	Amaranthaceae	N	SD (13)	"Empacho" (Digestivo) (13), "para los parásitos intestinales" (Antiparasitario) (3)	I, C	Hp	Ramitas y hojas	2	16	13	0,42	0,52	
<i>Ephedra triandra</i> Tul. emend. J. H. Hunz.	frutilla del campo	Ephedraceae	N	SDV (1)	"Problemas digestivos en vacas" (Digestivo, veterinario)	C	Ab	Parte aérea	1	1	1	0,03	0,03	
<i>Equisetum giganteum</i> L.	cola de caballo	Equisetaceae	N	U (3)	"Para orinar" (Diurético)	I	Hp	Ramitas y hojas	1	3	3	0,1	0,1	
<i>Geoffroea decorticans</i> (Gillies ex Hook. & Arn.) Burkart	chañar	Fabaceae	N	SR (31)	"Para la tos" (Antitusivo)	I	A	Flor, fruto y entrecorteza	1	31	31	1	1	SR:100
<i>Heliotropium curassavicum</i> L. var. <i>curassavicum</i>	cola de zorro, suela	Boraginaceae	N	INF (1)	"Para sanar las paperas" (Combatir la parotiditis)	I	Hp	Planta entera	1	1	1	0,03	0,03	

Nombre científico	Nombre vulgar local	Familia	Origen	Categorías etic	Categorías emic	Forma de uso	TB	Parte utilizada	NUM	US	FCs	RFCs	UV	FL %
<i>Larrea cuneifolia</i> Cav.	jarilla	Zygophyllaceae	N	AP (26), SR (3), SD (3) PM (3)	"Para combatir los hongos del pie y canchas" (Antimicótico), "para los resfríos" (Respiratorio), "para el hígado" (Hepático), "para barrer la mala suerte", en el "Inti Raymi" y "Ceremonia del humito" (Ritual)	T, I, E	Ab	Ramas y hojas	4	35	29	0,93	1,13	AP: 90
<i>Larrea divaricata</i> Cav.	jarilla	Zygophyllaceae	N	AP (26), SR (3), SD (3) PM (3)	"Para combatir los hongos del pie y canchas" (Antimicótico), "para los resfríos" (Respiratorio), "para el hígado" (Hepático), "para barrer la mala suerte", en el "Inti Raymi" y "Ceremonia del humito" (Ritual)	T, I, E	Ab	Ramas y hojas	4	35	29	0,93	1,13	AP: 90
<i>Ligaria cuneifolia</i> (Ruiz & Pav.) Tiegh.	liga	Loranthaceae	N	SC (10) MET (8)	"Para bajar la presión y el colesterol" (Hipotensor e hipocolesterolémico)	I	Ab (hemiparásita)	Ramas y hojas	2	18	10	0,32	0,58	SC: 100 MET: 80
<i>Lippia turbinata</i> Griseb. f. turbinata	poleo	Verbenaceae	N	SD (26), OS (26)	Digestivo y aromatizante y saborizante de infusiones medicinales	I	Ab	Hojas y tallitos tiernos	2	52	26	0,84	1,68	SD: 100 OS: 100
<i>Malvella leprosa</i> (Ortega) Krapov.	malva	Malvaceae	N	AP (1)	"Para irritaciones de la piel" (Emoliente)	M o J	Hp	Hojas	1	1	1	0,03	0,03	

Nombre científico	Nombre vulgar local	Familia	Origen	Categorías etic	Categorías emic	Forma de uso	TB	Parte utilizada	NUM	US	FCS	RFCs	UV	FL %
<i>Matricaria chamomilla</i> L.	manzanilla	Asteraceae	E	U (8)	Cistitis (Desinflamante urinario)	I	Ha	Parte aérea	1	8	8	0,26	0,26	
<i>Mentha</i> spp.	menta	Lamiaceae	E	SD (27), U (1), SR (15)	Digestivo, "para orinar" (Diurético), resfríos y/o gripes	I	Hp	Hojas	3	43	27	0,87	1,39	SD: 100
<i>Monttea aphylla</i> (Miers) Benth. & Hook.	ala de loro	Plantaginaceae	N	SD (3)	"Empacho" (Trastornos digestivo y hepáticos)	I	Ab	Ramas	1	3	3	0,1	0,1	
<i>Parthenium hysterophorus</i> L.	altamisa	Asteraceae	N	SREV (1)	"Pasmos" después del parto en vacas (Trastornos de espasmos posparto)	T (en forma de aceite para hacer friegas)	Ha	Planta entera	1	1	1	0,03	0,03	
<i>Phyla nodiflora</i> (L.) Greene var. <i>minor</i> (Gillies & Hook. ex Hook.) N.O Leary & P.Peralta	santamaría	Verbenaceae	N	AP (18), SREV (1)	"Para sanar heridas" (18) y curar las "canchas" (5) (Cicatrizante y antimicótico -contra la tina-). Para el "pasma" del ganado (Problemas post parto) (1)	I (uso externo)	Hp	Planta entera	3	24	19	0,61	0,77	AP: 95
<i>Prosopanche americana</i> (R. Br.) Baill.	flor de tierra	Hydrocaraceae	N	SR (4)	"Falta de aire", asma (Broncodilatador)	I	Hppar	Fruto	1	4	4	0,13	0,13	
<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch	durazno	Rosaceae	E	SD (1)	"Empacho" (Digestivo) (1), "para los parásitos intestinales" (Antiparasitario) (1)	M o J	A	Fruto	2	2	1	0,03	0,06	
<i>Punica granatum</i> L.	granada	Punicaceae	E	SD (6)	"Para combatir las diarreas" (Antidiarreico)	I	A	Cáscara del fruto	1	6	6	0,19	0,19	

Nombre científico	Nombre vulgar local	Familia	Origen	Categorías efic	Categorías emic	Forma de uso	TB	Parte utilizada	NUM	US	FCS	RFCs	UV	FL %
<i>Ruta chalepensis</i> L.	ruda	Rutaceae	E	SRH (2), SD (26), PM (5)	Abortivo, "Empacho" (Digestivo) y contra "los males" (Ritual)	I, M o J	Hp	Hojas y tallos tiernos	3	33	27	0,87	1,06	SD: 96
<i>Schinus molle</i> L.	pimiento	Anacardiaceae	E (cult)	SR (14), SRH (1)	"Abortivo y para la gripe"	I	A	Frutos y hojas	2	15	15	0,48	0,48	
<i>Schukhria pinnata</i> (Lam.) Kuntze ex Thell.	matapulga	Asteraceae	N	P (2)	"Repelente de insectos"	H y/o F	Ha	Planta entera	1	2	2	0,06	0,06	
<i>Strombocarpa reptans</i> (Benth.) A. Gray	espina blanca, fruto: retortuño	Fabaceae	N	OD (4), SC (3), PM (1)	"Para el dolor de muelas" (Odontálgico) y "para el sangrado" (Antihemorrágico) y contra "los males" (Ritual)	I, C, Amu	Ab	Fruto	3	8	4	0,13	0,26	
<i>Strombocarpa strobilifera</i> (Lam.) A. Gray.	espina blanca, fruto: retortuño	Fabaceae	N	OD (4), SC (3), PM (1)	"Para el dolor de muelas" (Odontálgico) y "para el sangrado" (Antihemorrágico) y contra "los males" (Ritual)	I, C, Amu	Ab	Fruto	3	8	4	0,13	0,26	
<i>Tessaria absinthioides</i> (Hook. & Arn.) DC.	chilca	Asteraceae	N	SD (1)	"Para el estómago" (Estomacal)	I	Ab	Tallos y hojas	1	1	1	0,03	0,03	
<i>Tilia americana</i> L.	tilo	Malvaceae	E	SN (5)	"Para los nervios" (Sedante)	I	A	Flores	1	5	5	0,16	0,16	
<i>Tillandsia xiphioides</i> Ker Gawl. var. <i>xiphioides</i>	flor del aire	Bromeliaceae	N	SC (6)	"Para el corazón" (Cardiotónico)	M o J	HPep	Planta entera	1	6	6	0,19	0,19	

Nombre científico	Nombre vulgar local	Familia	Origen	Categorías etic	Categorías emic	Forma de uso	TB	Parte utilizada	NUM	US	FCs	RFCs	UV	FL %
<i>Trichocereus candicans</i> (Gillies ex Salm-Dyck)	penca del burro	Cactaceae	N	O (2)	"Para entabillar quebraduras"	TC	SubAb (suculento)	Tallos ahuecados y pulpa	1	2	2	0,06	0,06	
Britton & Rose														
<i>Vachellia aroma</i> (Gillies ex Hook. & Arn.) Seigler & Ebinger	tusca	Fabaceae	N	SR (2)	Gripe	I	A	Flores, semilla	1	2	2	0,06	0,06	
<i>Xanthium spinosum</i> L. var. <i>spinosum</i>	abrojo, cadillo	Asteraceae	N	SD (9)	"Empacho" (Digestivo, hepático)	I	Ha	Parte aérea	1	9	9	0,29	0,29	
<i>Zea mays</i> L.	maíz (pelo de choclo)	Poaceae	E	U (8)	"Para orinar" (Diurético)	I	Ha	Estilos y estigmas	1	8	8	0,26	0,26	

Referencias. NUM= N° de usos medicinales, TB= Tipo biológico. Categorías etnobotánicas medicinales (*etic*). Abreviaturas= AP: afecciones de la piel; INF: enfermedades infecciosas; MET: síndrome metabólico; O: sistema osteo-articular; OD: odontológico; OS: órganos de los sentidos; P: preventivo; PM: preventivo mágico; SC: sistema circulatorio, hemorragias y cardiotónico; SD: sistema digestivo; SN: sistema nervioso; SR: sistema respiratorio; SRH: sistema reproductivo humano; U: sistema urinario. Categorías etnobotánicas veterinarias (*etic*). SREV: sistema reproductivo veterinario; APV: afecciones de la piel en veterinaria y SDV: sistema digestivo en veterinaria. Formas de uso. C: cocimiento; H y/o F: humo y fumatorio; I: infusión; M: masicadorio; M y J: macerado y jugo; T: tónico; TC: tallo cortado. Tipo biológico. A: árbol; Ab: arbusto; Ep: enredadera perenne; Ha: hierba anual; Hp: hierba perenne; Hppar: hierba perenne parásita; Hpep: hierba perenne epífita; SubAb: sub arbusto. Origen. Cult: cultivada; E: exótico; N: nativo. Índices etnobotánicos. FCs: número de pobladores que citan un determinado taxón como medicinal; FL: nivel de fidelidad (%) para plantas con UV 0,6 o mayores y que fueron citadas por más de la mitad de los pobladores para un uso específico; RFCs: frecuencia relativa de citación; U: número de usos reportados por cada informante; US: sumatoria de usos para cada taxón; UV: valor de uso.

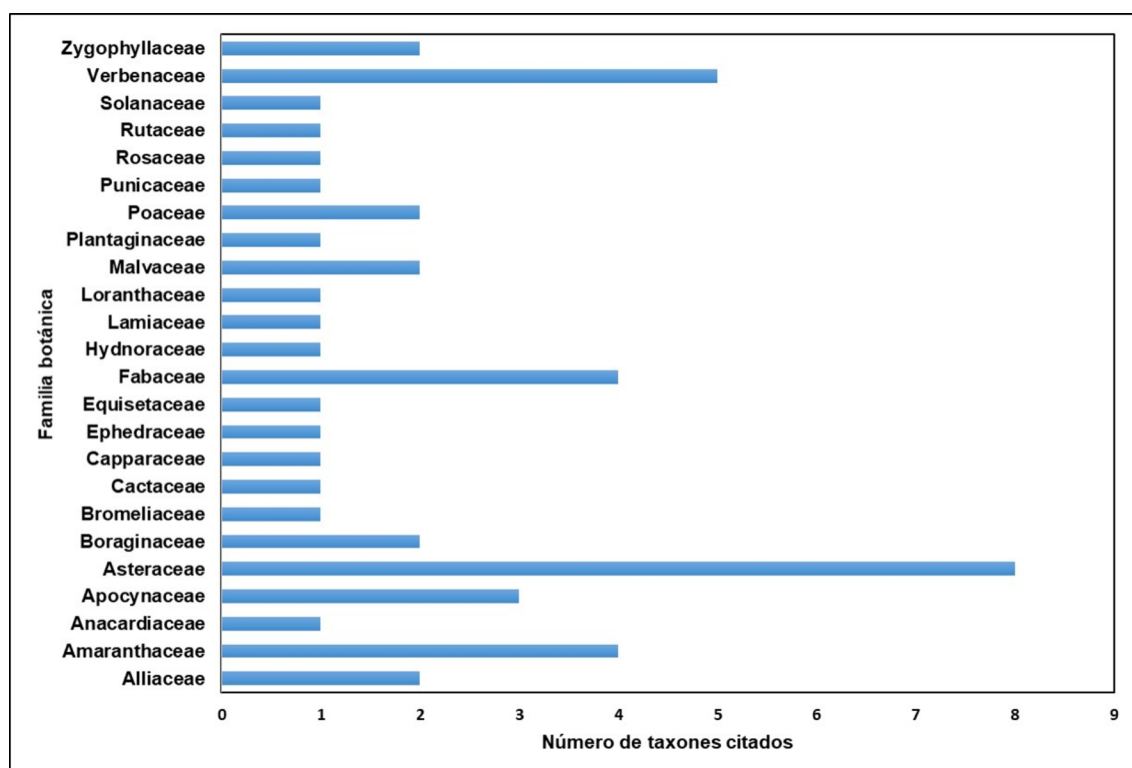


Fig. 2. Familias botánicas según la riqueza de taxones utilizados con fines medicinales por la Comunidad Huarpe de La Represita (San Luis).

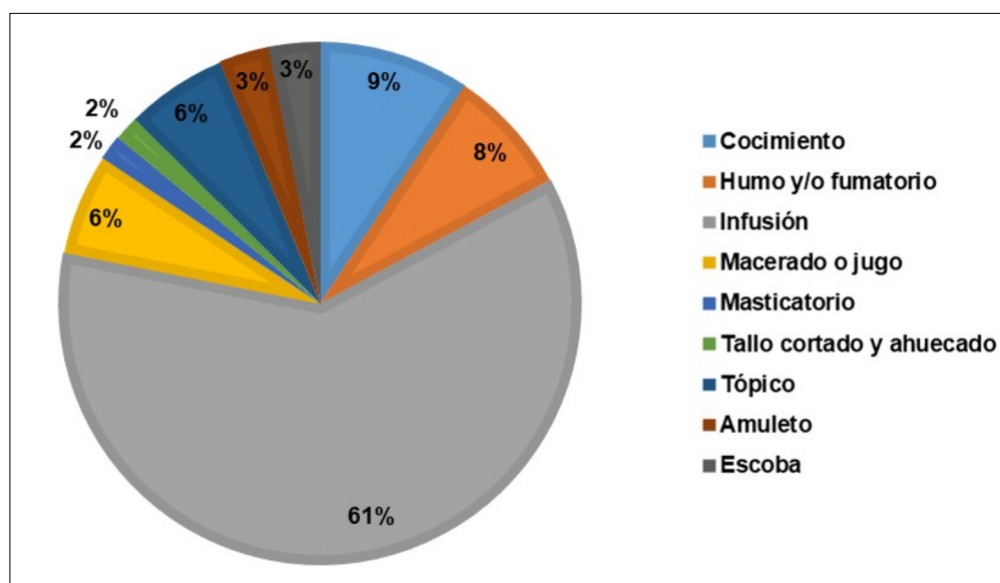


Fig. 3. Formas de uso de las plantas medicinales utilizadas por la comunidad Huarpe de La Represita (San Luis).

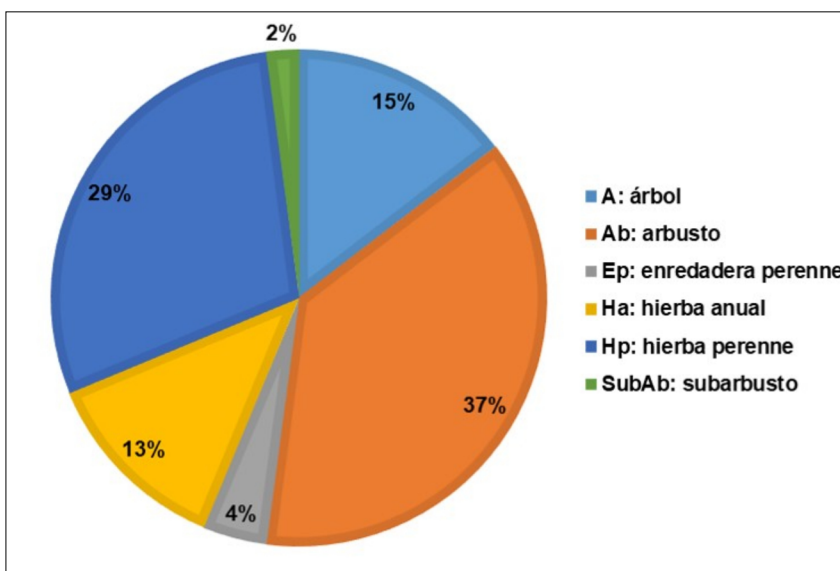


Fig. 4. Tipos biológicos (%) de las plantas medicinales utilizadas por la comunidad Huarpe de La Repesita (San Luis).

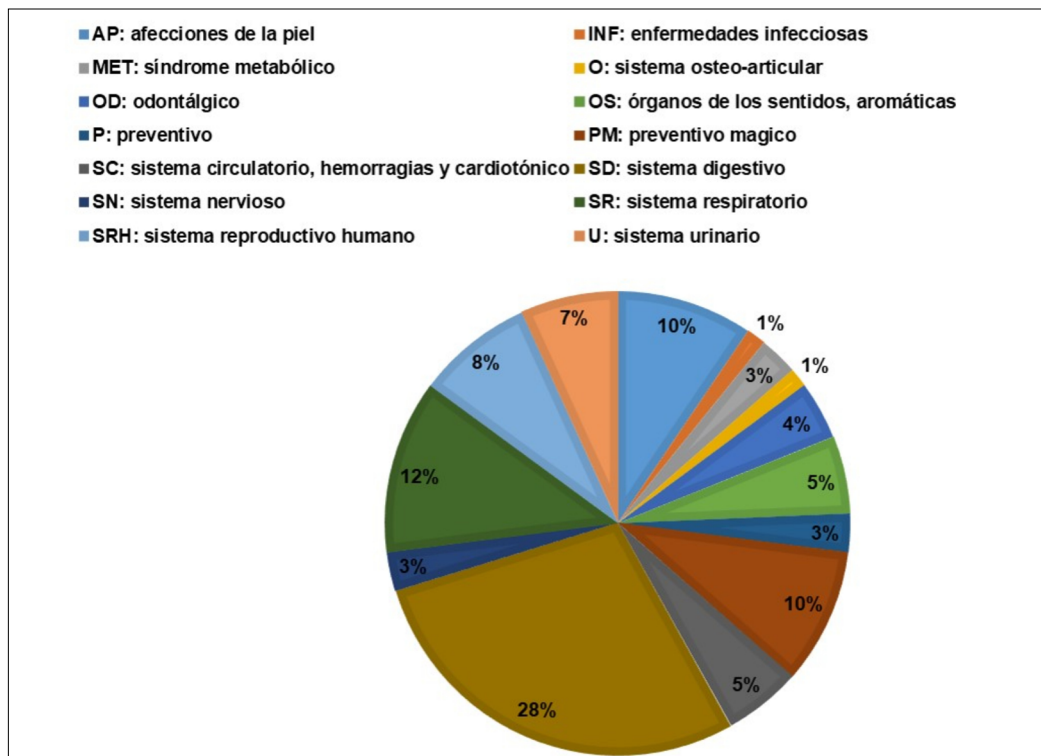


Fig. 5. Categorías etnobotánicas medicinales (*etic*) identificadas para la comunidad Huarpe de La Repesita (San Luis), según la riqueza de taxones citados.

(Gillies ex Hook. & Arn.) Burkart, Fabaceae), las “jarillas” (*Larrea* spp.), la “liga” *Ligaria cuneifolia* (Ruiz & Pav.) Tiegh., Loranthaceae) y la “Santamaría” (*Phyla nodiflora* (L.) Greene var. *minor* (Gillies & Hook. ex Hook.) N.O’Leary & P.Peralta, Verbenaceae).

En relación al Nivel de fidelidad estimado (FL), para afecciones particulares de los taxones más citados, fue también elevado para especies aromáticas y/o digestivas como *Aloysia gratissima*, *A. polystachya*, *Alternanthera pungens*, *Mentha* spp. y *Ruta chalepensis*. Otras especies con elevado FL fueron: *Alternanthera pungens* para trastornos del sistema digestivo, *Aspidosperma quebracho-blanco* como piojicida, *Atamisquea emarginata* con uso odontálgico, *Cyclolepis genistoides* como urinario, para afecciones del sistema respiratorio *Geoffroea decorticans*, como antimicóticas *Larrea* spp., como hipotensor *Ligaria cuneifolia* y como cicatrizante *Phyla nodiflora*. El índice de novedad (JI) obtenido fue de 28,23 %.

DISCUSIÓN

Para Lagunas del Rosario, Mendoza (comunidad donde habita actualmente el núcleo mayor de la población Huarpe, integrado por 13 comunidades), la diversidad de taxones, usos y familias registrados fue mayor, con 140 aplicaciones medicinales para 59 especies vegetales, agrupadas en 28 familias (Montani, 2012). Estos datos denotan un mayor número de especies vegetales con uso medicinal, entre los pobladores huarpes mendocinos.

Entre los usos medicinales, el más frecuentemente registrado fue para trastornos digestivos-hepáticos y respiratorios, lo que coincide con los principales usos citados en comunidades actuales de otras regiones del país como en Santiago del Estero (Carrizo *et al.*, 2005) y Mendoza (Gaviorno, 2005; Muiño, 2011; Montani, 2012). Asimismo, se registraron especies utilizadas sólo por el grupo puntano y otras sólo por la comunidad de Lagunas del Rosario, como también a una misma planta utilizada con diferentes fines terapéuticos en estos sitios. Las especies citadas como medicinales sólo para La Represita fueron: *Allium cepa* L., *Aloysia citrodora* Palau, *A. gratissima* (Gillies & Hook. ex Hook.) Tronc. var. *gratissima*, *Araujia brachystephana* (Griseb.)

Fontella & Goyder, *Aristida mendocina* Phil., *Aspidosperma quebracho-blanco* Schltld., *Atriplex spagazzinii* A. Soriano ex Múlgura, *Cortesia cuneifolia*, Cav., *Datura ferox* L., *Ephedra triandra* Tul. emend. J. H. Hunz., *Larrea cuneifolia* Cav., *Ligaria cuneifolia* (Ruiz & Pav.) Tiegh., *Malvella leprosa* (Ortega) Krapov., *Matricaria chamomilla* L., *Monttea aphylla* (Miers) Benth. & Hook., *Parthenium hysterophorus* L., *Prunus persica* (L.) Batsch, *Punica granatum* L., *Schkuhria pinnata* (Lam.) Kuntze ex Thell., *Strombocarpa reptans* (Benth.) A. Gray, *Tilia americana* L., *Tillandsia xiphioides* Ker Gawl. var. *xiphioides*, *Trichocereus candicans* (Gillies ex Salm-Dyck) Britton & Rose y *Vachellia aroma* (Gillies ex Hook. & Arn.) Seigler & Ebinger. Entre estas especies, *Aspidosperma quebracho-blanco*, no citada como medicinal para Lagunas del Rosario (Montani, 2012), en San Luis es una de las que registra mayor cantidad de usos. Entre éstos. el principal es el que se realiza de forma externa con fines pediculicidas en el lavado del cabello, con una infusión de cinco frutos en agua, que se deben hervir en el lapso de media hora. Asimismo, sus frutos son utilizados de forma interna, para afecciones hepáticas y digestivas, como antidiabético y para el dolor de cabeza, en forma de infusión. El uso como antidiabético de esta especie, no estaría registrado para Argentina, y pocas veces fue evocada como pediculicida (De Almeida *et al.*, 2019; Manzano-García & Martínez, 2022). No obstante, la aplicación de la corteza de tallos desecada de esta especie con fines fitoterápicos está prohibida por el ANMAT (2001), debido a sus posibles efectos tóxicos. Además, se han registrado otros usos de especies no citadas por Montani (2012) como el de la hierba *Parthenium hysterophorus*, denominada localmente “altamisa”, la cual se utiliza para el “pasma del ganado”, en forma de aceite con el que se hacen friegas. Por otro lado, *Tessaria absinthioides* (Hook. & Arn.) DC., la “chilca”, fue citada para calmar el dolor de estómago. Este uso también fue reportado por los huarpes de Lagunas del Rosario (Mendoza) pero no se registra en otras comunidades a nivel nacional (Barboza *et al.*, 2009). También, los frutos de *Cortesia cuneifolia* “campa”, además de servir de alimento para los “avestruces” *Rhea amaricana* (Aves, Rheidae) y ser consumido como alimento -especialmente por los niños- es usada con fines medicinales como digestivo pero, particularmente,

como cicatrizante. En concordancia con este uso, la corteza de una especie afín, *Ehretia tinifolia* L., es utilizada en México con este fin (BDMTM, 2009) y también para trastornos digestivos. Si bien *C. cuneifolia* está registrada como planta medicinal en Argentina (Del Vitto *et al.*, 1997; Barboza *et al.*, 2009) en ninguno de estos trabajos se informó su uso como cicatrizante, como tampoco se registra este uso medicinal por la comunidad Huarpe de Lagunas del Rosario (Montani, 2012).

Otro uso medicinal no citado para Lagunas del Rosario es el de *Heliotropium curassavicum* L. var. *curassavicum*, denominada localmente “cola de zorro” o “suelda”, la cual fue registrada para combatir las “paperas”. No obstante, esta especie se encuentra prohibida por el ANMAT (2001) ya que presenta actividad genotóxica, al igual que *Dysphania ambrosioides* (L.) Mosyakin & Clemants, utilizada con fines similares, para el sistema digestivo, por ambas comunidades originarias y también como antiparasitario en La Represita. En relación con el uso de especies que pueden ocasionar daños a la salud, durante uno de los talleres se informó a los pobladores sobre sus efectos nocivos, particularmente aquellos genotóxicos, mediante la visualización de imágenes de células meristemáticas de ápices de raíces adventicias de *Allium cepa* L., “cebolla”, a las que se les realizó el test de *Allium cepa* L. (Camilo-Cotrim *et al.*, 2022). Esta información fue incluida, junto con todas las actividades y otros aspectos etnobotánicos desarrollados en los talleres, en un documento didáctico que se entregó a los docentes de la escuela local. En relación con los usos etnomedicinales, uno de los aspectos relevantes es poder lograr, a través de los mismos, la manera de que el saber local pueda coexistir con los resultados de los trabajos científicos, cuando una práctica tradicional puede constituir un riesgo para la salud. En este sentido, la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2013), en el documento Estrategia de la OMS sobre medicina tradicional 2014-2023, propone la utilización segura y eficaz de la medicina tradicional y complementaria (MTC) a través de la reglamentación y la investigación, así como mediante la incorporación de productos, profesionales y prácticas en los sistemas de salud que tomen en cuenta los usos tradicionales. En los talleres, además, se hizo hincapié sobre la conveniencia de consultar con profesionales de la

salud que respeten las decisiones de los usuarios, tal como recomienda la OMS (2013).

Otra especie, que tampoco fue registrada como medicinal en Lagunas del Rosario, es *Monttea aphylla*, utilizada en la Represita para afecciones digestivas y hepáticas “empacho”, si bien fue citada como medicinal para Mendoza por Ruiz Leal (1972). *Phyla nodiflora*, una de las especies más citada por los pobladores de La Represita con fines medicinales, es considerada cicatrizante, para lavar heridas, y se usa para el tratamiento de “canchas”, afecciones micóticas que producen manchas de forma circular en la piel y que cuando ocurren en zonas cubiertas de pelo generan su caída “tiña”. Si bien se registran usos similares para Lagunas del Rosario, en La Represita se utiliza también para “cuando las cabras tienen crías”, para “deshincharlas” y evitar el “pasma”: inflamación y espasmos ocasionados post parto, por la expulsión de la placenta y loquios. Este último uso no se encuentra registrado en Argentina y sería un uso etnoveterinario endémico. Tampoco se citan usos medicinales por los huarpes de las Lagunas del Rosario para *Tillandsia xiphioides*, la cual, según el relato de la ex-cacique de la comunidad Huarpe, se coloca en tinajas con agua para beber y sirve para tratar problemas cardíacos.

Un 75% de las especies usadas como medicinales fueron nativas, mientras que en Mendoza las nativas estuvieron representadas por un 61%, lo cual indicaría un mayor uso de especies nativas por la comunidad puntana. Estos resultados podrían atribuirse a una mayor influencia hispánica entre los pobladores de la comunidad mendocina, provincia en la cual, según Roig (2002), entre los años 1778 y 1888, el 70% de las plantas cultivadas en los jardines correspondía a plantas aromáticas y medicinales y muchas de estas eran, incluso, clones heredados de la época colonial. Esta costumbre tradicional de la población mendocina, y que comenzó a desaparecer hacia mediados del siglo pasado, según el autor antes mencionado, podría haber quedado más arraigada en los pueblos originarios de la provincia.

Entre los usos rituales, el atribuido a las escobas de “jarilla” (*Larrea* spp.) para ahuyentar males, informado por la ex cacique de la comunidad Huarpe, no se cita en bibliografía. Si bien, su uso como escoba para barrer es frecuente en áreas rurales donde se desarrollan estas especies y fue

registrado para el pueblo originario ranquel (Steibel, 1997). La “jarilla” también es empleada para mantener vivo el “fuego sagrado” en el Inti Raymi y para agradecer y pedir permiso al ecosistema y desear buena vida en la “Ceremonia del humito”, donde se queman sus ramas juntamente con otras plantas, como las “zampas”. Usos rituales similares para esta especie, también se citan para lagunas del Rosario (Montani, 2012).

Además se registraron usos medicinales para *Araujia brachystephana* (Griseb.) Fontella & Goyder y *A. odorata* (Hook. & Arn.) Fontella & Goyder. Estas lianas son utilizadas por la comunidad Huarpe de San Luis como galactagogas y digestivas, usos también ampliamente citados para *A. odorata* en otras comunidades de Argentina (Roig, 2002; Montani & Vega Riveros, 2010; Montani, 2012; Alonso & Desmarchelier, 2015), aunque no fue registrado para *A. brachystephana* en Lagunas del Rosario.

Geoffroea decorticans, un árbol ampliamente difundido en Argentina, ha sido y sigue siendo utilizado en la actualidad para diversos fines, principalmente alimenticios y medicinales, tanto por pueblos originarios como los ranqueles (Steibel, 1997) como por otros pobladores de Argentina (Alonso & Desmarchelier, 2015). Todas las personas encuestadas de La Represita lo reconocieron, identificándolo como “chañar” y a su uso medicinal para afecciones respiratorias como antitusivo. *Cyclolepis genistoides*, el “palo azul”, también es citado con usos medicinales para diferentes zonas de Argentina (Alonso & Desmarchelier, 2015). Así, en La Represita, el FL para el uso urinario de esta especie fue de 100%. *Vachellia aroma*, la “tusca”, un árbol típico de la Provincia fitogeográfica chaqueña, fue citada en la Represita como medicinal, mientras que para las Lagunas del Rosario no se registra su uso (Montani, 2012).

En relación con el tipo biológico, el más utilizado como medicinal en La Represita fue el de los arbustos, seguido por el de las hierbas perennes. Probablemente, estos valores sean un reflejo de la disponibilidad de recursos vegetales, puesto que las plantas dominantes en la zona son de tipo arbustivo y herbáceo (Petenatti *et al.*, 2020).

El II indicó un bajo nivel de similitud entre las especies medicinales utilizadas por la comunidad Huarpe de La Represita y Laguna del Rosario. Posiblemente, las diferencias reflejen,

en parte, la distribución marginal del núcleo puntano y del entorno biogeográfico en el que se asientan las poblaciones. El grupo puntano ocupa territorios de un ecotono Chaco Seco-Monte, mientras que el grupo del Oeste está inmerso en el Monte propiamente dicho (Cabrera, 1976). Así, por ejemplo, a diferencia del grupo huarpe de las provincias de San Juan y Mendoza (Gaviorno, 2005; Montani, 2012), los huarpes puntanos utilizan como medicinal a *Aspidosperma quebracho-blanco*, especie típicamente chaqueña, entre otras especies sólo registradas para La Represita. Además, 35 especies mencionadas por la comunidad de Lagunas del Rosario, no se citaron con entre los pobladores de la comunidad Huarpe de San Luis. Asimismo, al igual que en el núcleo puntano, las especies del género *Larrea* también registraron la mayor cantidad de usos medicinales en las Lagunas del Rosario (Montani, 2012). Las especies que presentaron elevados UV, FL y RFCS, también poseen alto grado de citación y son de gran uso, y con fines similares, en Lagunas del Rosario (Montani, 2012). Por otra parte, a través del intercambio de saberes sobre cultivo y elaboración de productos medicinales y alimenticios, se implementaron tres invernaderos, se realizaron preparados medicinales y productos alimenticios con hierbas medicinales aromáticas. El intercambio dialógico entre la comunidad local y la universitaria permitió conocer y discutir acerca de la utilización de los recursos vegetales de la localidad y compartirlo con las nuevas generaciones de pobladores, quienes, a través de las actividades realizadas y los relatos de sus pobladores mayores, acompañados por el grupo extensionista, pudieron conocer los múltiples usos y también los riesgos que puede implicar el uso de plantas con fines medicinales.

CONCLUSIONES

Se concluye que los pobladores Huarpes de San Luis atesoran diversos conocimientos sobre las plantas medicinales que forman parte de las acciones de su vida diaria, realizando un amplio uso de éstas para diferentes afecciones, siendo las pobladoras mujeres quienes realizaron el mayor aporte de saberes. Si bien el uso de plantas medicinales fue mayor en la comunidad

de Lagunas del Rosario, se registraron marcadas diferencias entre ambas comunidades originarias y se identificaron importantes usos originales para la localidad de La Represita. No obstante, los usos principales, para afecciones respiratorias y digestivas, fueron compartidos por ambas. A través del encuentro dialógico entre el Pueblo Nación Huarpe de San Luis y la Universidad, en el marco de la Extensión Universitaria, se logró obtener el registro escrito, que asegura la permanencia en el tiempo de una parte importante de su acervo cultural y se proyectaron actividades de cultivo y uso de plantas medicinales nativas, lo cual redundará en beneficio de la comunidad. Por la importancia de los conocimientos aportados en este estudio, se considera de gran interés seguir indagando en el tema, a través de nuevos estudios en el núcleo Pinkanta de pobladores huarpes de San Luis, así como también en otras comunidades originarias de esta provincia.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Las autoras han realizado conjuntamente y a partes iguales la colecta de datos, su interpretación y redacción del manuscrito.

AGRADECIMIENTOS

Las autoras desean agradecer a los pobladores de La Represita por su buena predisposición, cordialidad y la valiosa información compartida, como también a la Secretaría de Políticas Universitarias (SPU) del Ministerio de Educación de la Nación y al Proyecto de CyT de la UNSL PROICO 03-1320 “Energía Solar, Atmósfera y Medio Ambiente”, que brindaron el apoyo económico para la concreción de este proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

- ALEXIADES, M. N. & J. W. SHELDON. 1996. *Selected guidelines for ethnobotanical research: a field manual*. New York Botanical Garden, New York.
- ALONSO, J. & C. DESMARCHÉLIER. 2015. *Plantas medicinales autóctonas de la Argentina. Bases para su aplicación en Atención Primaria de la Salud*. Corpus editorial y Distribuidora, Buenos Aires.
- ANMAT. 2001. Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica. Disposición ANMAT N° 1637/2001. Listado de hierbas cuyo uso se encuentra prohibido en la composición de los mencionados productos. [online]. Disponible en: <http://www.herbotecnia.com.ar/c-articu-024-disp-anmat-1637-01.html> [Acceso: 22 de agosto de 2022].
- ARENAS, P. & G. MARTÍNEZ. 2012. Estudio etnobotánico en regiones áridas y semiáridas de Argentina y zonas limítrofes. Experiencias y reflexiones metodológicas de un grupo de investigación. En ARENAS, P. (ed.), *Etnobotánica en zonas áridas y semiáridas del cono sur de Sudamérica*, 11-43. CEFYBO, CONICET, Buenos Aires.
- BARBOZA, G. E., J. J. CANTERO, C. NÚÑEZ, A. PACCIARONI & L. ARIZA ESPINAR. 2009. Medicinal plants: a general review and a phytochemical and ethnopharmacological screening of the native argentine flora. *Kurtziana* 34: 7-365.
- BDMTM. 2009. Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana. *Ehretia tinifolia* L. Atlas de las Plantas de la Medicina Tradicional Mexicana. [online]. Disponible en: <http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/index.html> [Acceso: 16 de febrero de 2022].
- BIBI, F., Z. ABBAS, N. HARUN, B. PERVEEN & R. W. BUSSMANN. 2022. Indigenous knowledge and quantitative ethnobotany of the Tanawal area, Lesser Western Himalayas, Pakistan. *PLoS ONE* 17: e0263604. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0263604>.
- CABRERA, A. L. 1976. *Regiones fitogeográficas argentinas. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Tomo II. Fascículo I*. Editorial ACME SACI, Buenos Aires.
- CAMILO-COTRIM, C. F., E. F. L. C. BAILÃO, L. S. ONDEI, F. M. CARNEIRO & L. M. ALMEIDA. 2022. What can the *Allium cepa* test say about pesticide safety? A review. *Environ. Sci. Pollut.* 29: 48088-48104. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-20695-z>
- CANALS FRAU, S. 1946. Etnología de los Huarpes: una síntesis [online]. Disponible en: <https://bdigital.uncu.edu.ar/13712> [Acceso: 10 de agosto de 2022].
- CARRIZO, E. del V., M. O. PALACIO & L. D. ROIC. 2005. Uso medicinal de algunas especies nativas en Santiago del Estero (República Argentina). *Dominguezia* 21: 25-32.

- DE ALMEIDA, V. L., SILVA, C. G., FONSECA SILVA, A., RODRIGUES VALLADARES CAMPANA, P., FOUBERT, K., DIAS LOPES, J. C. D. & L. PIETERS. 2019. *Aspidosperma species*: A review of their chemistry and biological activities. *J. Ethnopharmacol.* 231: 125-140. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2018.10.039>
- DEL VITTO, L. A., E. M. PETENATTI & M. E. PETENATTI. 1997. Recursos herbolarios de San Luis (República Argentina). Primera parte: plantas nativas. *Multequina* 6: 49-66.
- DEL VITTO, L. A., E. M. PETENATTI & M. E. PETENATTI. 1998. Recursos herbolarios de San Luis (República Argentina). Segunda parte: plantas exóticas, cultivadas, adventicias y/o naturalizadas. *Multequina* 7: 29-48.
- ESCOLAR, D. 2006. ¿Mestizaje sin mestizos?: Etnogénesis huarpe, campo intelectual y “regímenes de visibilidad” en cuyo, 1920-1940. *Anuario IEHS* 21: 151-179.
- FORD, R. 1994. Ethnobotany: historical diversity and synthesis. En FORD, R. (ed.). *The Nature and the Status of Ethnobotany, 2nd Ed*, 33-50. University of Michigan Press, Michigan. <https://doi.org/10.3998/mpub.1139636790094-2>
- FRIEDMAN, J., Z. YANIV, A. DAFNI & D. PALEWITCH. 1986. A preliminary classification of the healing potential of medicinal plants, based on a rational analysis of an ethnopharmacological field survey among Bedouins in the Negev Desert, Israel. *J. Ethnopharmacol.* 16: 275-287. [https://doi.org/10.1016/0378-8741\(86\)90094-2](https://doi.org/10.1016/0378-8741(86)90094-2)
- GAMBIER, M. 2000. *Prehistoria de San Juan*. Editorial Fundación Universidad Nacional de San Juan, San Juan.
- GAVIORNO, M. 2005. *Aportes al conocimiento etnobotánico de la Flora de San Juan (Argentina). Uso medicinal de las plantas en Balde del Rosario (Dpto. Valle Fértil)*. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional de San Juan, Argentina.
- GONZÁLEZ, B., M. MORA & M. CLAVIJO ORTÍZ. 2001. Estudio etnobotánico de las plantas medicinales empleadas por la comunidad rural de Zaque- municipio de Gachetá, Cundimarca. *Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología* 9: 35-43. <https://doi.org/10.17227/ted.num9-5621>
- IBODA. 2022. Instituto de Botánica Darwinion. Flora del Conosur. Catálogo de las plantas vasculares [online]. Disponible en: <http://www.darwin.edu.ar/proyectos/florargentina/fa.htm> [Acceso: 11 de agosto de 2022].
- MANZANO- GARCÍA, J. & G. J. MARTÍNEZ. 2022. La farmacopea vegetal en la etnomedicina de los pobladores rurales de Las Salinas Grandes de Córdoba, Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 57: 1-10. <https://doi.org/10.31055/1851.2372.v57.n3.37471>
- MARTÍNEZ, M. 1998. *La investigación cualitativa etnográfica en educación*. Trillas, México.
- MÉTRAUX, A. 1937. Contribución a la etnografía y arqueología de la provincia de Mendoza. *Revista de la Junta de Estudios Históricos de Mendoza* 15-16: 1-66.
- MICHIELI, C. T. 1983. *Los huarpes protohistóricos*. Instituto de Investigaciones Arqueológicas y Museo. Universidad Nacional de San Juan, San Juan.
- MONTANI, C. 2012. Uso medicinal de plantas entre descendientes huarpes en la comunidad de Lagunas del Rosario, Mendoza, Argentina. En ARENAS, P. (ed.). *Etnobotánica en zonas áridas y semiáridas del cono sur de Sudamérica*, pp. 251-270. CEFYBO, CONICET, Buenos Aires.
- MONTANI, M. C. & C. VEGA RIVEROS. 2010. *Raíces huarpes. Uso medicinal de plantas en la comunidad de Lagunas del Rosario, Mendoza, Argentina*. Universidad Nacional de San Juan, San Juan.
- MUÑO, W. A. 2011. La etnobotánica médica del área de transición pampeano-cuyana. *Bonplandia (Corrientes)* 20: 353-369. <https://doi.org/10.30972/bon.2021419>
- OMS. Organización Mundial de la Salud. 2013. Estrategia de la OMS sobre medicina tradicional 2014-2023 [online]. Disponible en: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/95008/9789243506098_spa.pdf. [Acceso: 14 de junio de 2023].
- PETENATTI, E. M., M. E. PETENATTI, M. V. PRÍNCIPE, P. CARDOSO-SCHIAVI, M. F. PASCUALI & L. A. DEL VITTO. 2020. Diversity and conservational status of vascular plants of “Sierra de las Quijadas” National Park (San Luis, Argentina). *Rev. FCA UNCuyo* 52: 215-252.
- PHILLIPS, O. & A. H. GENTRY. 1993. The useful plants of Tambopata, Peru: I. Statistical hypotheses tests with a new quantitative technique. *Econ. Bot.* 47:15-32. <https://doi.org/10.1007/BF02862203>.
- POWO. 2023. Plants of the World Online. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew [online]. Disponible en: <http://www.plantsoftheworldonline.org>. [Acceso 15 de enero 2023].
- RICHARDSON, D. M. & P. PYŠEK. 2006. Plant invasions: merging the concepts of species invasiveness and community invasibility. *Progress*

- in physical geography* 30: 409-431.
<https://doi.org/10.1191/0309133306pp490pr>
- ROIG, F. A. 2002. *Flora medicinal mendocina. Las plantas medicinales y aromáticas de Mendoza (Argentina)*. EDIUNC, Editorial Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza.
- ROJAS TEJADA, J., J. S. FERNÁNDEZ PRADOS & C. PÉREZ MELÉNDEZ. 1998. Investigar mediante encuestas. Fundamentos teóricos y aspectos prácticos. Síntesis, España.
- RUIZ LEAL, A. 1972. Flora Popular mendocina. *Deserta* 3: 9-296.
- SCARPA, G. F. 2000. *Estudio etnobotánico de la subsistencia de los criollos del Chaco Noroccidental argentino*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.
- SCARPA, G. F. 2007. Etnobotánica de los Criollos del oeste de Formosa: Conocimiento tradicional, valoración y manejo de las plantas forrajeras. *Etnobotánica* 33: 153-174.
- SOSA, H. J. 2012. *Restauración y conservación del sitio Ramsar Lagunas de Guanacache, Desaguadero y del Bebedero*. Fundación Humedales/Wetlands International en Argentina, Buenos Aires.
- STEIBEL, P. E. 1997. Nombres y usos de las plantas aplicados por los indios ranqueles de La Pampa [online]. Disponible en: <https://repo.unlpam.edu.ar/handle/unlpam/5903> [Acceso: 8 de agosto de 2022].
- SUYAMA, M., C. GALLI, A. RISSO, C. ARDANAZ & A. POSADAZ. 2014. *Aporte al conocimiento de la flora aromática y medicinal del noreste de San Luis. Proyecto: Plataformas tecnológicas y comerciales, para aromáticas cultivadas-nativas y medicinales*. Instituto Nacional de Tecnologías Agropecuarias, Buenos Aires.
- TARDÍO, J. & M. PARDO DE SANTAYANA. 2008. Cultural importance indices: a comparative analysis based on the useful wild plants of Southern Cantabria (Northern Spain). *Econ. Bot.* 62: 24-39.
<https://doi.org/10.1007/s12231-007-9004-5>
- UNESCO. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. 1972. Convención sobre la protección del patrimonio mundial, cultural y natural [online]. Disponible en: <https://whc.unesco.org/archive/convention-es.pdf> [Acceso: 10 de mayo de 2022].
- WALI, R., M. FARAZ KHAN, A. MAHMOOD, M. MAJID MAHMOOD & R. QURESHI. 2022. Ethnomedicinal appraisal of plants used for the treatment of gastrointestinal complaints by tribal communities living in Diamir district, Western Himalayas, Pakistan. *PLoS One* 17: e0269445.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0269445>
- YABESH, J. M., S. PRABHU & S. VIJAYAKUMAR. 2014. An ethnobotanical study of medicinal plants used by traditional healers in silent valley of Kerala, India. *J. Ethnopharmacol.* 154: 774-89.
<https://doi.org/10.1016/j.jep.2014.05.004>

OBITUARIO

IRMA J. GAMUNDÍ DE AMOS

1927 - 2023

Con profunda tristeza, anunciamos el adiós de una científica brillante de un espíritu generoso: la profesora e investigadora Irma J. Gamundí de Amos, quien nos dejó el 17 de octubre de 2023 a los 96 años en la localidad patagónica de San Carlos de Bariloche (Río Negro).

Irma nació el 13 de enero de 1927 en González Moreno (partido de Rivadavia, provincia de Buenos Aires). Se graduó como Licenciada en Ciencias Exactas y Naturales (Orientación Biológica) en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires en 1953, y obtuvo su doctorado en la misma casa de Altos Estudios en 1959.

La Dra. Gamundí dejó una huella imborrable en el ámbito científico. Publicó una centena de artículos en revistas de jerarquía entre los que destaca la descripción de tres géneros y 15 especies nuevas para la ciencia. Estos hallazgos, junto a la descripción de numerosas especies registradas por primera vez para Argentina, contribuyeron de manera significativa al conocimiento de la diversidad fúngica de nuestro país. Por esta razón en 2008 recibió la mención “por el valioso aporte a la Conservación de la Biodiversidad”, en el III Congreso Argentino de la Conservación de la Biodiversidad. Todos los materiales que recolectó y estudió fueron depositados en el Fungario LPS del Instituto Spegazzini (Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata), acrecentando de esta manera el legado del Dr. Carlos Spegazzini. Además, la Dra. Gamundí realizó importantes estudios sobre fisiología y genética en hongos, sucesiones fúngicas en ambientes naturales y ensayos de producción de enzimas involucradas en la degradación de hojarasca.

En su prolífica vida científica obtuvo más de 20 menciones de honor por sus destacadas contribuciones a la Micología. Entre sus logros más relevantes se incluyen el premio “Cristóbal Hicken” en 1969, otorgado por la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Buenos Aires (Bienio 1961-62); el prestigioso Premio KONEX en Ciencia y Tecnología en Argentina en 2003, con el Diploma al Mérito por su sobresaliente trabajo en Biología Vegetal durante el período 1993-2003. En 2008 fue designada como Miembro Honorario de la “British Mycological Society” en Londres, un reconocimiento internacional a su influencia en el campo de la Micología.

Además de sus logros individuales, la Dra. Gamundí desempeñó un papel fundamental como Directora del Instituto Spegazzini (FCNyM-UNLP) desde 1975 hasta 1991. Durante su gestión, puso en valor el Fungario LPS del Instituto, logrando su reconocimiento a nivel internacional. Su liderazgo también promovió un mayor intercambio de materiales y visitas de investigadores tanto nacionales como internacionales. Su legado a la comunidad científica es incuestionable, y su contribución a la Micología es ampliamente reconocida y apreciada.

La Dra. Gamundí fue una destacada profesora en la Facultad de Ciencias Naturales y Museo, donde impartió cátedras de Introducción a la Botánica y Botánica Sistemática I (algas y hongos). Su compromiso con la enseñanza se destacaba por su responsabilidad y rigurosidad. Pasaba los fines de semana preparando sus clases, lo que reflejaba su dedicación. Frente a sus alumnos, se presentaba de manera sencilla y empática, lo que facilitaba el aprendizaje. Su habilidad para desarrollar los temas del día de manera clara y



concisa, con entusiasmo y rigurosidad, dejó una profunda impresión en todos sus estudiantes y colegas. Su legado en la educación perdura como un ejemplo de excelencia y pasión por el conocimiento.

En la formación de recursos humanos, demostraba una rigurosa y estricta disciplina, su carácter imponía respeto, actuaba con coherencia sin dar lugar a contradicciones, y se destacaba por su excepcional honestidad y equidad.

En los viajes de campaña, la Dra Gamundí se revelaba como una compañera ideal. Su profundo entusiasmo por la naturaleza se manifestaba con claridad mientras explorábamos los bosques andino-patagónicos. Con meticulosidad analizaba el contexto donde crecían hongos y recopilaba datos en su libreta, que siempre llevaba consigo, capturando cada detalle con esmerada precisión. Además de ser una científica apasionada, durante los merecidos descansos, nos sorprendía con deliciosas masas y tortas que había preparado con esmero para la campaña. Su generosidad y dedicación en todos los aspectos de la expedición hacían que cada viaje fuera memorable y enriquecedor, y su compañía invaluable.

Agradecida de haber podido compartir años con Irma y crecer como científica bajo su tutela.

Dra. Marta N. Cabello
Instituto de Botánica Spegazzini, Facultad de Ciencias Naturales
y Museo, Universidad Nacional de La Plata

OBITUARIO

JUAN CARLOS TIVANO

1953 - 2023

El pasado jueves 16 de noviembre de 2023 falleció trágicamente en la ciudad de Paraná el Dr. Juan Carlos Tivano. Se inició en la docencia universitaria como Ayudante Alumno en la Cátedra Botánica I (hoy Morfología Vegetal) de la Facultad de Agronomía y Veterinaria (hoy Facultad de Ciencias Agrarias) de la Universidad Nacional del Litoral (UNL, Esperanza, Santa Fé), donde se graduó de Ingeniero Agrónomo. Desarrolló en esa cátedra la carrera docente hasta llegar a ser Profesor Adjunto con dedicación exclusiva hasta el momento de su jubilación, ejerciendo también la docencia en el nivel secundario durante algunos años.



Fue un apasionado de las plantas, aficionado al cultivo de variedad de especies y a la fotografía. Se formó en Anatomía Vegetal y fue el creador del Laboratorio de Anatomía Vegetal de la Facultad de Ciencias Agrarias (UNL), del cual fue su director hasta su designación como Director de I+D en la Secretaría de Ciencia y Técnica de la UNL, cargo que desempeñó por más de 12 años.

Se Doctoró en Ciencias Biológicas en la Universidad Nacional de Córdoba, siendo su tema de tesis “Formas de crecimiento en *Pappophoreae* Kunth (*Chloridoideae-Poaceae*)”, en la que integró aspectos morfológicos, anatómicos y evolutivos. Participó con trabajos en numerosos congresos. Sus publicaciones abarcan libros y capítulos de libros, así como artículos en revistas nacionales e internacionales, siendo éstos sumamente variados en el ámbito de la botánica, trabajando especialmente en especies de Gramíneas y Ciperáceas.

Dispuesto siempre a sumarse a los viajes de colección, ha colaborado con los diversos proyectos y planes de tesis doctorales que lo requerían. Fue parte importante de la Comisión organizadora de las XIX Jornadas Argentinas de Botánica realizadas en la ciudad de Santa Fe en 1983; integró la Comisión Directiva de la Sociedad Argentina de Botánica (2002-2004). Fue Consejero Directivo por el Estamento de Profesores Adjuntos en la Facultad de Ciencias Agrarias (UNL, 2018-2021).

Juan Carlos Tivano fue una persona muy sociable, generoso, alegre, buen compañero, sincero y directo en sus expresiones, proclive fácilmente a “*que se le salga la cadena*”, pero de rápido retorno al diálogo cordial y sincero.

Los que tuvimos la suerte de conocerlo y compartir muchos gratos momentos a lo largo de los años, siempre lo recordaremos por sus ganas de enseñar y compartir sus conocimientos, y por su espíritu de colaboración en pro de mejorar las actividades de docencia e investigación en la Cátedra, la Facultad y la Universidad. Al ocupar el cargo de gestión en la UNL y después de su jubilación solía desaparecer por un tiempo, pero siempre volvía a la cátedra con nuevas experiencias y aventuras que contar. De este viaje lamentablemente ya no lo veremos volver, no regresará con sus orquídeas y lirios, tampoco recibiremos sus fotos de especies increíbles. Quedará en nuestro recuerdo por siempre su amable sonrisa de bienvenida y su cálido abrazo en la despedida.

*Abelardo Vegetti, Mariel Perreta & equipo
Cátedra Morfología Vegetal FCA-UNL
(ex integrantes y actuales)*

REVISORES

El comité editorial agradece a quienes han colaborado en la
revisión de manuscritos para el volumen 58 (2023).

- Amela García, María Teresa (Universidad de Buenos Aires, CABA, Buenos Aires, Argentina)
Aponte Rojas, Angélica María (Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia)
Apóstolo, Nancy Mariel (Universidad Nacional de Luján, Buenos Aires, Argentina)
Aragón, Myriam Roxana (Instituto de Ecología Regional, Universidad Nacional de Tucumán,
San Miguel de Tucumán, Argentina)
Arroyo Leuenberger, Silvia C. (Instituto de Botánica Darwinion, San Isidro, Buenos Aires, Argentina)
Aschero, Valeria (Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Argentina)
Becerra, Pablo (Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile)
Becerra, María Alejandra (Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal, Córdoba, Argentina)
Benech-Arnold, Roberto Luis (Instituto de Investigaciones Fisiológicas y
Ecológicas Vinculadas a la Agricultura, Buenos Aires, Argentina)
Bernardello, Gabriel (Universidad Nacional de Córdoba,
Academia Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina)
Bonasora, Marisa (Universidad de Buenos Aires, CABA, Argentina)
Brignone, Nicolás (Instituto de Botánica Darwinion, San Isidro, Buenos Aires, Argentina)
Brizuela, María Magdalena (Centro Regional de Investigaciones Científicas y
Transferencia Tecnológica de Anillaco, La Rioja, Argentina)
Buck, William (The New York Botanical Garden, Bronx, New York, USA)
Cabido, Marcelo (Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal, Córdoba, Argentina)
Cano, María (Universidad de Murcia, Murcia, España)
Carbone, Lucas M. (Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal, Córdoba, Argentina)
Catania, Myriam del Valle (Fundación Miguel Lillo, San Miguel de Tucumán, Tucumán Argentina)
Ceballos, Sergio (Instituto de Ecología Regional, Universidad Nacional de Tucumán,
San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina)
Chiuffo, Mariana (Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Medioambiente,
Universidad Nacional del Comahue, San Carlos de Bariloche, Río Negro, Argentina)
Cingolani, Ana (Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal, Córdoba, Argentina)
Colotti, María Teresita (Universidad Nacional de Tucumán, San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina)
Delucchi, Gustavo (Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires, Argentina)
Di Ciccio, Lucía Soledad (INTA, IPVet, Hurlingham, Buenos Aires, Argentina)
Echeverría, María Lis (Universidad Nacional de Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina)
Ezcurra, Cecilia (Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Medioambiente,
San Carlos de Bariloche, Río Negro, Argentina)
Fedosov, Vladimir (Biological Faculty, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia)
Fishchuk, Oksana (Lesya Ukrainka Volyn National University, Lutzh, Ukraine)
Franzece, Jorgelina (Universidad Nacional del Comahue, San Carlos de Bariloche, Río Negro, Argentina)
Friesen, Nikolai (Jardín Botánico de la Universidad de Osnabrück, Osnabrück, Alemania)
García Mendoza Abisaí Josué (Universidad Nacional Autónoma de México, CDMX, México)
Gatti, Genoveva (Universidad Nacional de Misiones, Misiones, Argentina)
Gavini, Sabrina (Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Medioambiente,
Universidad Nacional del Comahue, San Carlos de Bariloche, Río Negro, Argentina)
Giussani, Liliana M. (Instituto de Botánica Darwinion, San Isidro, Buenos Aires, Argentina)
Gyenge, Javier (Instituto de Innovación para la Producción Agropecuaria y el Desarrollo Sostenible,
Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina)

- Jiménez, Soledad (Instituto de Botánica del Nordeste, Corrientes, Argentina)
Labuckas, Diana (Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina)
Langdon, Bárbara (Laboratorio de Invasiones Biológicas, Facultad de Ciencias Forestales,
Universidad de Concepción, Instituto de Ecología y Biodiversidad, Santiago, Chile)
Machado, Raquel M. (Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, Brasil)
Marcora, Paula (Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal, Córdoba, Argentina)
Mariano, Lucia (Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires, Argentina)
Marino, Gustavo Daniel (Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina)
Márquez, Isabel (Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal)
Moglia, Marta Matilde (Universidad Nacional de San Luis, San Luis, Argentina)
Morales San Martín, Narkis (Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile)
Moreno Saiz, Juan Carlos (Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, España)
Moyano, Jaime (Universidad de Buenos Aires, CABA, Buenos Aires, Argentina)
Muiño Walter Alejandro (Universidad Nacional de La Pampa, Santa Rosa, La Pampa, Argentina)
Núñez, Cecilia (Centro Regional Universitario Bariloche, Universidad Nacional del Comahue,
San Carlos de Bariloche, Río Negro, Argentina)
O'Leary, Nataly (Instituto de Botánica Darwinion, San Isidro, Buenos Aires, Argentina)
Oleas, Nora (Universidad Tecnológica Indoamericana, Ecuador)
Palchetti, Virginia (Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal, Córdoba, Argentina)
Peralta, Denilson (Instituto de Botánica de São Paulo, Brasil)
Peter, Guadalupe (Universidad Nacional de Río Negro, Río Negro, Argentina)
Petrucci, Natalia Silvana (Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires, Argentina)
Posada, Mauricio (Universidad de Caldas, Manizales, Colombia)
Powell, Priscila Ana (Instituto de Ecología Regional, San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina)
Prémoli, Andrea (Laboratorio Ecotono, Universidad Nacional del Comahue,
San Carlos de Bariloche, Río Negro, Argentina)
Prina, Aníbal (Universidad Nacional de La Pampa, Santa Rosa, La Pampa, Argentina)
Reutemann, Andrea (Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina)
Rodríguez, Juan Manuel (Instituto de Investigaciones Biológicas y Tecnológicas, Córdoba, Argentina)
Romero, Stella Maris (Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal, Córdoba, Argentina)
Sader, Mariela (Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal, Córdoba, Argentina)
Sánchez Agudo, José (Universidad de Salamanca, Salamanca, España)
Saparrat, Mario (Instituto de Fisiología Vegetal La Plata, Buenos Aires, Argentina)
Scaramuzzino, Rosa (Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires,
Buenos Aires, Argentina)
Scervino, José Martín (Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Medioambiente,
Universidad Nacional del Comahue, San Carlos de Bariloche, Río Negro, Argentina)
Stampella, Pablo César (Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires, Argentina)
Striker, Gustavo (Universidad de Buenos Aires, CABA, Buenos Aires, Argentina)
Terlizzi, Natalia (Instituto de Biodiversidad y Biología Experimental y Aplicada,
Universidad de Buenos Aires, CABA, Buenos Aires, Argentina)
Torres, Romina Cecilia (Instituto de Investigaciones Biológicas y Tecnológicas, Córdoba, Argentina)
Viera Barreto, Jessica Noelia (Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires, Argentina)
Whitworth-Hulse, Juan I. (Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal, Córdoba, Argentina)
Yannelli Lucero, Florencia (Freie Universität Berlin, Alemania)
Zucol, Alejandro (Centro de Investigación Científica y de Transferencia de Tecnología a la Producción,
Entre Ríos, Argentina)

SOCIEDAD ARGENTINA DE BOTÁNICA

Comisión Directiva

Presidenta: Mariana Andrea GROSSI
Vice-Presidenta: Alicia LOPEZ MENDEZ
Secretaria: Agustina YAÑEZ
Secretario de Actas: Pedro Cayetano BERRUETA
Tesorera: Eliana COTUREL
Protesorera: Carmen Cecilia MACLUF

Vocales titulares

Adolfina SAVORETTI, Federico Omar ROBBIATI, Jorge Rafael FLORES, Vanina SALGADO,
Marisa BONASORA

Vocales suplentes

Renato Andrés GARCÍA, Jessica Noelia VIERA BARRETO, María Belén DOUMECQ,
Juan Facundo RODRIGUEZ CRAVERO

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, Argentin

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.