

DICIEMBRE 2019

VOLUMEN 54 (4)

Boletín de la
Sociedad Argentina de
BOTÁNICA



S Δ B

SOCIETAT ARGENTINA DE BOTÁNICA

SOCIETAT 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 dos entregas semestrales. 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> <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 (Instituto de Botánica del Nordeste, Corrientes), boletinsab@gmail.com

Editores Asociados

GABRIEL BERNARDELLO (Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal, Córdoba).

Biología Reproductiva. ANA CALVIÑO (Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal, Córdoba).

Briología. GUILLERMO SUAREZ (Instituto Miguel Lillo, Tucumán).

Ecología. RAMIRO AGUILAR (Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal, Córdoba).

OMAR VARELA (Universidad Nacional de Chilecito, La Rioja).

Etnobotánica. NORMAI. HILGERT (Instituto de Biología Subtropical, Puerto Iguazú).

Ficología. LUZ ALLENDE (CONICET, Universidad Nacional de Gral. Sarmiento, Bs. As).

EUGENIA A. SAR (Universidad Nacional de La Plata).

Fisiología. FEDERICO MOLLARD (Universidad de Buenos Aires).

Fitoquímica. MARÍA PAULA ZUNINO (Universidad Nacional de Córdoba, IMBIV, Córdoba).

Genética & Evolución. VIVIANA SOLIS NEFFA (Universidad Nacional del Nordeste, IBONE, Corrientes).

Micología. LEOPOLDO IANONNE (Universidad de Buenos Aires).

MARIA VICTORIA VIGNALE, (Universidad de Buenos Aires).

Morfología & Anatomía. ANA MARÍA GONZALEZ (Universidad Nacional del Nordeste, IBONE, Corrientes).

Paleobotánica. GEORGINA DEL FUEYO (Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia, CABA).

Palinología. GONZALO J. MARQUEZ (Universidad Nacional de La Plata).

Plantas Vasculares. CAROLINA I. CALVIÑO (Universidad Nacional del Comahue, Bariloche, Río Negro). FRANCO

E. CHIARINI (Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal, Córdoba). MASSIMILIANO DEMATTEIS (Universidad Nacional del Nordeste, IBONE, Corrientes). DIEGO GUTIÉRREZ (Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia, CABA). OLGA G. MARTINEZ (Universidad Nacional de Salta).

Secretaria de Edición

ADRIANA N. PEREZ (Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal, Córdoba).

Asesores Editoriales

Anatomía. NANUZA LUIZA DE MENEZES (Universidade de Sao Paulo, Sao Paulo, Brasil).

Biología Reproductiva. MARCELO AIZEN (Universidad Nacional del Comahue, Bariloche, Río Negro).

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

Ecología. MARCELO CABIDO (Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal, Córdoba).

Etnobotánica. PASTOR ARENAS (CEFYBO, Universidad de Buenos Aires).

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

Genética, Evolución. LIDIA POGGIO (Universidad de Buenos Aires).

Micología. MARIO RAJCHENBERG (Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico, Esquel, Chubut).

Paleobotánica, Palinología. MARTA MORBELLI (Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Buenos Aires).

Plantas Vasculares. CECILIA EZCURRA (Universidad Nacional del Comahue, Bariloche, Río Negro). JEFFERSON PRADO (Instituto de Botánica, San Pablo, Brasil). FERNANDO ZULOAGA (Instituto de Botánica 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, 2019.

Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal, Av. Vélez Sarsfield 299, 5000 Córdoba, Argentina. Tel.: 0351433 2104.

Queda hecho el depósito que establece la ley 11.723.

Inscripción en el Registro de la Propiedad Intelectual: en trámite.

Fecha de Distribución: 31 de Diciembre de 2019.

ÍNDICE

FICOLOGÍA - PHYCOLOGY

SEELIGMANN, C. T. & N. I. MAIDANA

- Consideraciones sobre la comunidad de diatomeas en relación a gradientes de altitud y salinidad en humedales de la Puna y los Altos Andes (Catamarca y Jujuy, Argentina). 475-486
Considerations on the community of diatoms in relation to gradients of Altitude and Salinity in wetlands of Puna and Andes of high altitude from Catamarca and Jujuy, Argentina

BRIOLOGÍA - BRYOLOGY

COTTET, A. C. & M. I. MESSUTI

- Dos nuevos registros de musgos (Bryophyta) para la Argentina. 487-491
Two new records of mosses (Bryophyta) for Argentina

ANATOMÍA Y MORFOLOGÍA VEGETAL - ANATOMY AND PLANT MORPHOLOGY

GONZALEZ-CORTÉS, A., F. RAMÍREZ-GODINA, M. H. REYES-VALDÉS, V. ROBLEDO-TORRES, M. Á. PÉREZ-RODRÍGUEZ, J. A. VILLARREAL-QUINTANILLA & A. LÓPEZ-BENÍTEZ

- Morfología de semillas de siete especies del género *Opuntia* (Cactaceae) del sureste de Coahuila (México). 493-507
Seed morphology of seven species from *Opuntia* genus (Cactaceae) collected at Coahuila's southeast (Mexico)

GALÍNDEZ, G., D. LÓPEZ-SPAHR, C. ANSELMO GÓMEZ, V. PASTRANA-IGNES, R. DÍAZ, T. BERTUZZI & P. ORTEGA-BAES

- Estructura morfo-anatómica y salida de dormición física de las semillas de *Malvastrum coromandelianum* ssp. *coromandelianum* (Malvaceae). 509-517
Morpho-anatomical structure and physical dormancy breaking of *Malvastrum coromandelianum* ssp. *coromandelianum* (Malvaceae) seeds

CARBONE, A. V., F. E. FERNÁNDEZ, M. P. HERNÁNDEZ & A. M. ARAMBARRI

- Morphoanatomy, histochemistry and crystals of the underground system of *Baccharis notoserghila* (Asteraceae). 519-532
Morfoanatomía, histoquímica y cristales del sistema subterráneo de *Baccharis notoserghila* (Asteraceae)

ECOLOGÍA Y FITOGEOGRAFÍA - ECOLOGY AND PHYTOGEOGRAPHY

NAVAS ROMERO, A. L., M. A. HERRERA MORATTA, E. MARTÍNEZ CARRETERO, M. C. FERNÁNDEZ BELMONTE & M. A. DUPLANCIC

- Caracterización microtopográfica e influencia de las costras biológicas en la rugosidad del suelo en el centro-oeste de la Argentina. 533-551
Microtopographic characterization and influence of biological soil crusts on the roughness of the soil in the center-west of Argentina

- PANIGO, E. S., I. M. DELLAFERRERA, C. A. ALESSO, A. C. VEGETTI & M. G. PERRETA
The role of bud bank in glyphosate tolerance of two herbaceous species. 553-565
El rol del banco de yemas en la tolerancia a glifosato de dos especies herbáceas

- GANDULLO, R., C. FERNÁNDEZ & A. I. JOCOU
Sintaxonomía de las comunidades de plantas vasculares del sistema de drenaje del Alto Valle de Río Negro, Patagonia, Argentina. 567-587
Syntaxonomy of the vascular plants communities of the drainage system of the Alto Valle of Río Negro, Patagonia, Argentina

SISTEMÁTICA DE PLANTAS VASCULARES - SYSTEMATICS OF VASCULAR PLANTS

- SCHIAVINATO, D. J. & A. BARTOLI
Clarificación y Epitipificación de *Tagetes iltisiana* (Asteraceae, Tageteae). 589-598
Clarification and Epitypification of *Tagetes iltisiana* (Asteraceae, Tageteae)

- JOCOU, A. I. & R. GANDULLO
Sinopsis de las especies de *Pyracantha* (Rosaceae, Maloideae) naturalizadas en la Argentina. 599-616
Synopsis of *Pyracantha* (Rosaceae, Maloideae) species naturalized in Argentina

ETNOBOTÁNICA - ETHNOBOTANY

- JIMÉNEZ-ESCOBAR, N. D. & G. J. MARTÍNEZ.
Plantas que mantienen al ganado: conocimiento campesino asociado a especies forrajeras en la Sierra de Ancasti (Catamarca, Argentina). 617-635
Plants to raise livestock: Peasant knowledge associated to fodder species in Sierra de Ancasti (Catamarca, Argentina)

- ROSSO, C. N. & G. F. SCARPA
Etnobotánica médica moqoit y su comparación con grupos criollos del Chaco argentino. 637-662
Medical ethnobotany of Moqoit Indians and its comparison with Criollos groups of argentinian Chaco

OBITUARIOS - OBITUARIES

- Carmen Lelia Cristóbal. 663-664
Vicki Ann Funk. 665-667

- REVISORES - REVIEWERS** 669-671



CONSIDERACIONES SOBRE LA COMUNIDAD DE DIATOMEAS EN RELACIÓN A GRADIENTES DE ALTITUD Y SALINIDAD EN HUMEDALES DE LA PUNA Y LOS ALTOS ANDES (CATAMARCA Y JUJUY, ARGENTINA)

CONSIDERATIONS ON THE COMMUNITY OF DIATOMS IN RELATION TO GRADIENTS OF ALTITUDE AND SALINITY IN WETLANDS OF PUNA AND ANDES OF HIGH ALTITUDE FROM CATAMARCA AND JUJUY, ARGENTINA

Claudia T. Seeligmann¹  y Nora I. Maidana^{2,3} 

SUMMARY

1. Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Naturales e IML, Argentina.

2. Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Biodiversidad y Biología Experimental, Laboratorio de Diatomeas Continentales, Buenos Aires, Argentina.

3. CONICET- Universidad de Buenos Aires, Instituto de Biodiversidad y Biología Experimental y Aplicada - (IBBEA), Laboratorio de Diatomeas Continentales, Buenos Aires, Argentina.


*claudiaseeligmann@gmail.com

Citar este artículo

SEELIGMANN, C. T. & N. I. MAIDANA. 2019. Consideraciones sobre la comunidad de diatomeas en relación a gradientes de altitud y salinidad en humedales de la Puna y los Altos Andes (Catamarca y Jujuy, Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 54: 475-486.

DOI: <http://dx.doi.org/10.31055/1851.2372.v54.n4.23902>



Recibido: 4 Abril 2019
Aceptado: 25 Octubre 2019
Publicado: 15 Diciembre 2019
Editora: Luz Allende 

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

Background and Aims: In the Argentinean Puna and Prepuna there is an important number of high altitude wetlands from purely fresh to frankly hyperhaline. This contribution aimed to integrate the information collected in eight years of study (1998 and 2005) and analyze the distribution of taxa along gradients of height (2600-4700 m asl) and salinity (0.2-104 g L⁻¹).

M&M: We analyzed the diatoms found in our previous surveys of 57 wetlands located in the provinces of Catamarca and Jujuy between 2340 and 4683 m asl.

Results: We identified 73 genera of diatoms with 375 infrageneric taxa and many of them recorded for the first time in the country (29) or in the region of our study (331). The best genera represented in terms of number of species were *Nitzschia* (43), *Navicula* (37), *Pinnularia* (21), *Surirella* (17), *Planothidium* (15), *Halamphora* (13) *Craticula* (12), *Amphora* and *Stauroneis* 10). In the oligohaline wetlands, specific richness fluctuated between 7 and 69, mesohaline between 18 and 54 and polyhaline between 29 and 49. Regarding the height, between 4,301-4,500 m asl, there was a significant decrease in the number of species.

Conclusions: The species richness does not seem to have a direct relation with the altitude and salinity, reason why we postulate that other factors have influence on the diversity in the environments of high altitude analyzed. In this contribution, we report new ranges of tolerance to salinity and height for many taxa.

KEY WORDS

Bacillariophyceae, salinity, altitude, wetlands.

RESUMEN

Introducción y objetivos: En la Puna y Prepuna Argentina existe un importante número de humedales de altura netamente dulces hasta francamente hiperhalinos. Este aporte tuvo como objetivos integrar la información recabada en ocho años de estudio (1998 y 2005) y analizar la distribución de los taxones a lo largo de gradientes de altura (2600-4700 m snm) y salinidad (0,2-104 g L⁻¹).

M&M: Analizamos las diatomeas halladas en 57 humedales ubicados en las provincias de Catamarca y Jujuy entre los 2340 y 4683 m snm de altura.

Resultados: Identificamos 73 géneros de diatomeas con 375 taxones infragénicos y a muchos de ellos los registramos por primera vez en el país (29) o en la región de estudio (331). Los géneros mejor representados en cuanto al número de especies fueron: *Nitzschia* (43), *Navicula* (37), *Pinnularia* (21), *Surirella* (17), *Planothidium* (15), *Halamphora* (13) *Craticula* (12), *Amphora* (11) y *Stauroneis* (10). En los humedales oligohalinos, la riqueza específica fluctuó entre 7 y 69, en los mesohalinos entre 18 y 54 y en los polihalinos entre 29 a 49. Respecto a la altura, entre los 4301-4500 m snm, ocurrió una importante disminución del número de especies.

Conclusiones: La riqueza específica no parece tener una relación directa con la altitud o la salinidad por lo que postulamos que serían otros factores los que condicionarían la diversidad en los ambientes de altura analizados. En este aporte damos a conocer nuevos rangos de tolerancia a la salinidad y la altura para numerosos taxones.

PALABRAS CLAVE

Bacillariophyceae, salinidad, altitud, humedales.

INTRODUCCIÓN

Los humedales de alta montaña son particularmente sensibles a los cambios climáticos y a los efectos antrópicos debido a su baja resiliencia. Se encuentran en geografías con drenajes esporádicos, arreicos y condiciones climáticas extremas, por lo que reaccionan rápidamente al estrés ambiental.

En Argentina, los ambientes de alta montaña se ubican en la Subregión Páramo Puneña de la Región Andina (Morrone, 2006). Este autor considera cinco provincias dentro de la subregión Páramo Puneña, de las cuales la Puna y Prepuna incluyen los ambientes de alta montaña de Argentina. Estas provincias están sometidas a grandes amplitudes térmicas, fuerte irradiación solar con precipitaciones que, en forma de lluvias, nieve y/o granizo, no superan los 200 mm anuales. Con estas condiciones, los humedales de esta región registran fluctuaciones notables del espejo y nivel del agua y, en su mayoría, tienden a ser salinos debido al aporte del entorno geológico y a la relación que se establece entre la baja precipitación y la alta evaporación. Entre la gran diversidad de los humedales de altura, se pueden hallar lagunas hiperhalinas ($> 60.000 \text{ scm}^{-1}$) y muy someras ($< 1 \text{ m}$) y otras con mayor profundidad y dulces o mesohalinas (Caziani *et al.*, 2001).

La mayor parte de los cuerpos de agua de alta montaña han sido objeto de escasa atención por parte de los limnólogos, quedando indefensos frente a la creciente incidencia antrópica. El escaso conocimiento de estos ambientes podría deberse, en parte, a su estratégica ubicación y difícil acceso (Williams, 1993; Caziani & Derlindati, 2000). A pesar de la alta diversidad de los humedales de la Puna y Prepuna (Cazianni *et al.*, 2001) solo muy pocos fueron abordados en relación a determinar el status de conservación. En tal sentido, Laguna Pozuelos fue ampliamente estudiada ecológicamente, conocimiento que llevó a declararla Sitio Ramsar en 1992 (García Fernández & Tecchi, 1991; Mascitti, 1996; Salusso *et al.*, 1997; Maidana *et al.*, 1998; González Achem *et al.*, 2014).

El cordón montañoso andino, con sus grandes extensiones, variada topografía y diferentes condiciones climáticas crea un escenario ideal para el desarrollo de una flora diatomológica heterogénea (Rumrich *et al.*, 2000). Es por ello

que en las últimas décadas se ha incrementado el interés por conocer la diatomoflora de humedales de altura y entre los aportes sobre diatomeas de los Andes se pueden citar las contribuciones realizadas por Rumrich *et al.* (2000); Álvarez-Blanco *et al.* (2011); Blanco *et al.* (2013); Díaz & Maidana (2005); González Achem *et al.* (2014); Maidana & Seeligmann (2006, 2015); Maidana *et al.* (2009 y 2011); Morales *et al.* (2012); Seeligmann & Maidana (2003, 2013); Seeligmann *et al.* (2008), entre otros. Estos estudios, en su mayoría, se centraron en la taxonomía, quedando como incógnita la información relacionada con los factores que regulan la riqueza y abundancia de las comunidades planctónicas y bentónicas. Rejas *et al.* (2012) y Frau *et al.* (2015) propusieron, de acuerdo a sus registros, que la disponibilidad de nutrientes (principalmente nitrógeno y fósforo), salinidad y altitud eran los factores que controlaban principalmente la composición y abundancia de las algas. En ambientes de altura, la riqueza específica de las diatomeas no siempre mostró una relación clara con la salinidad (Blanco *et al.*, 2013; Frau *et al.*, 2015; Maidana *et al.*, 2009). Servant-Vildary & Blanco (1984) consideran a la química del agua como la restricción limnológica principal que modela la estructura de las comunidades algales. En humedales salinos de altura Frau *et al.* (2015) hallaron en Catamarca que en los lagos hipohalinos ($3-20 \text{ gL}^{-1}$) y mesohalinos ($20-50 \text{ gL}^{-1}$), según la clasificación dada por Hammer (1986), las muestras tuvieron como dominantes a las Bacillariophyceae, con los géneros *Surirella* Turpin y *Navicula* Bory.

Las elevadas salinidades de estos ambientes representan una primera barrera para el desarrollo de los organismos que deben adaptarse, por ejemplo, a alta presión osmótica, densidad óptica y baja solubilidad del oxígeno, variables que tienen una importante influencia sobre los organismos fotosintéticos (Bucher, 2006).

En un estudio realizado en lagunas de la Puna jujeña, Salusso *et al.* (1997) observaron que las diferencias entre los humedales estuvieron, principalmente, dadas por las concentraciones de iones, las que a su vez estaban fuertemente condicionadas por la geología del entorno.

En esta contribución se dan a conocer los resultados obtenidos de estudios diatomológicos realizados en 57 cuerpos de agua (ríos, vegas y lagunas), en las provincias argentinas de Catamarca

y Jujuy. Los objetivos propuestos fueron integrar la información recabada en los ocho años de estudio y analizar la distribución de los taxones a lo largo de gradientes amplios de altura (2600-4700 m snm) y salinidad (0,2-104 g L⁻¹).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizaron los resultados de las investigaciones realizadas sobre las diatomeas presentes en muestras de agua de 57 humedales de altura obtenidas durante un período de 8 años (1998 y 2005), en ríos, vegas y lagunas ubicadas en las provincias de Catamarca (35) y Jujuy (22) entre los 2340 y 4683 m snm y entre 22° - 28° S y 65° - 69° O (Fig. 1). En cada humedal se tomaron 3 muestras de agua, tratando de abarcar, en lo posible la heterogeneidad del ambiente. Se midieron *in situ* temperatura, pH, conductividad y, en algunos casos, se contó con datos (inéditos) de análisis químicos propios y otros proporcionados por el Grupo de Conservación de Flamencos Altoandinos (GCEA). La salinidad fue estimada según la fórmula de Dejoux (1993). Para clasificar los humedales de acuerdo a su salinidad, se utilizó el sistema de Cowardin *et al.* (1979) para aguas continentales: dulces (< 0,5 g L⁻¹), oligohalinos 0,5-5 (g L⁻¹), mesohalinos (5-18 g L⁻¹), polihalinos (18-30 g L⁻¹), hiperhalinos (> 40g L⁻¹).

Los requerimientos ecológicos de las distintas especies fueron consultados en Lowe (1974), De Wolf (1982), Van Dam *et al.* (1994), y de la literatura consultada en cada caso.

RESULTADOS

Desde el punto de vista químico, la mayoría de los humedales registraron aguas desde neutras a alcalinas (pH 7-11). En relación a la salinidad, los ríos, vegas y algunas lagunas, la mayor parte de ellas ubicadas en Jujuy, se incluyeron dentro del tipo de aguas netamente dulces. La mayoría de los humedales hiperhalinos estudiados están en Catamarca y, entre ellos, se destacaron por sus altos registros de salinidad, las lagunas Diamante (73,9 g L⁻¹) (Fig. 1B; sitio 28), Carachi Pampa (68,8 g L⁻¹; Fig. 1B; sitio 14), Caro (68,4 g L⁻¹; Fig. 1B; sitio 29), Cabi (51,8 g L⁻¹; Fig. 1B; sitio 18), Purulla (50,3 g L⁻¹; Fig. 1B; sitio 13) y La Lagunita (50 g

L⁻¹; Fig. 1B; sitio 12). En Jujuy, sobresalieron por su grado salino las lagunas Guinda (105 g L⁻¹; Fig. 1A; sitio 10) y Honda (99 g L⁻¹; Fig. 1A; sitio 8). La salinidad de cada cuerpo de agua no tuvo una relación directa con la altitud a la que se encuentra (Fig. 2).

En relación a los iones mayoritarios, predominaron las aguas de tipo sódico-cloradas, con una secuencia Cl⁻>SO₄²⁻>HCO₃⁻. Los valores más altos de Na⁺ y cloruros se obtuvieron en la laguna La Lagunita (26°36'S-66°58'O, Catamarca) con 113 g L⁻¹ de Na⁺ y 235 g L⁻¹ de cloruros. En otras lagunas de la misma provincia, como Baya (Fig. 1B; sitio 20), Carachi Pampa, Caro, Diamante, Grande (Fig. 1B; sitio 19) y Purulla, las aguas también fueron altamente cloruradas, con lecturas de más de 58 g L⁻¹. No obstante, Carachi Pampa, Diamante y Baya fueron además marcadamente sulfatadas, con registros de hasta 35 g L⁻¹, aunque los cloruros se encontraron como dominantes. También en Jujuy, las lagunas Runtuyoc (Fig. 1A; sitio 3) y Catal (Fig. 1A; sitio 21) tuvieron mayor cantidad de sulfatos que de cloruros, siendo oligohalina la primera, con 0,15 g L⁻¹ de sulfatos y 0,045 g L⁻¹ de cloruros y polihalina la segunda, con 7 g L⁻¹ de sulfatos y 2,7 g L⁻¹ de cloruros. Cabe destacar que en algunas lagunas, como Purulla en Catamarca, se registraron elevadas lecturas de magnesio (4,7 g L⁻¹) y en otras de esta provincia como Baya y Diamante, y para Jujuy como Catal y Vilama (Fig. 1A; sitio 14), altas concentraciones de arsénico (8,9 mg L⁻¹, 84 mg L⁻¹, 13 mg L⁻¹ y 9 mg L⁻¹, respectivamente).

Desde el punto de vista taxonómico, se identificaron 73 géneros con 375 taxones infragenéricos, muchos de ellos registrados por primera vez para el país (29) o para la región de estudio (331). La riqueza específica varió entre 7 y 69, en las lagunas Runtuyoc (Jujuy) y Lampacito (Catamarca, Fig. 1B; sitio 2), respectivamente. Se encontraron 168 taxones exclusivos de Catamarca, 70 de Jujuy y 130 especies fueron comunes a ambas provincias.

Los géneros mejor representados en cuanto al número de especies fueron *Nitzschia* Hassall (43), *Navicula* Bory (37), *Pinnularia* (Ehrenberg) Cleve (21), *Surirella* Turpin (17), *Planothidium* Round and Bukhtiyarova (15), *Halamphora* Lepkov (13), *Craticula* Grunow (12), *Amphora* Ehrenberg *ex* Kützing (11) y *Stauroneis* Ehrenberg (10).

No se encontraron especies que estuvieran

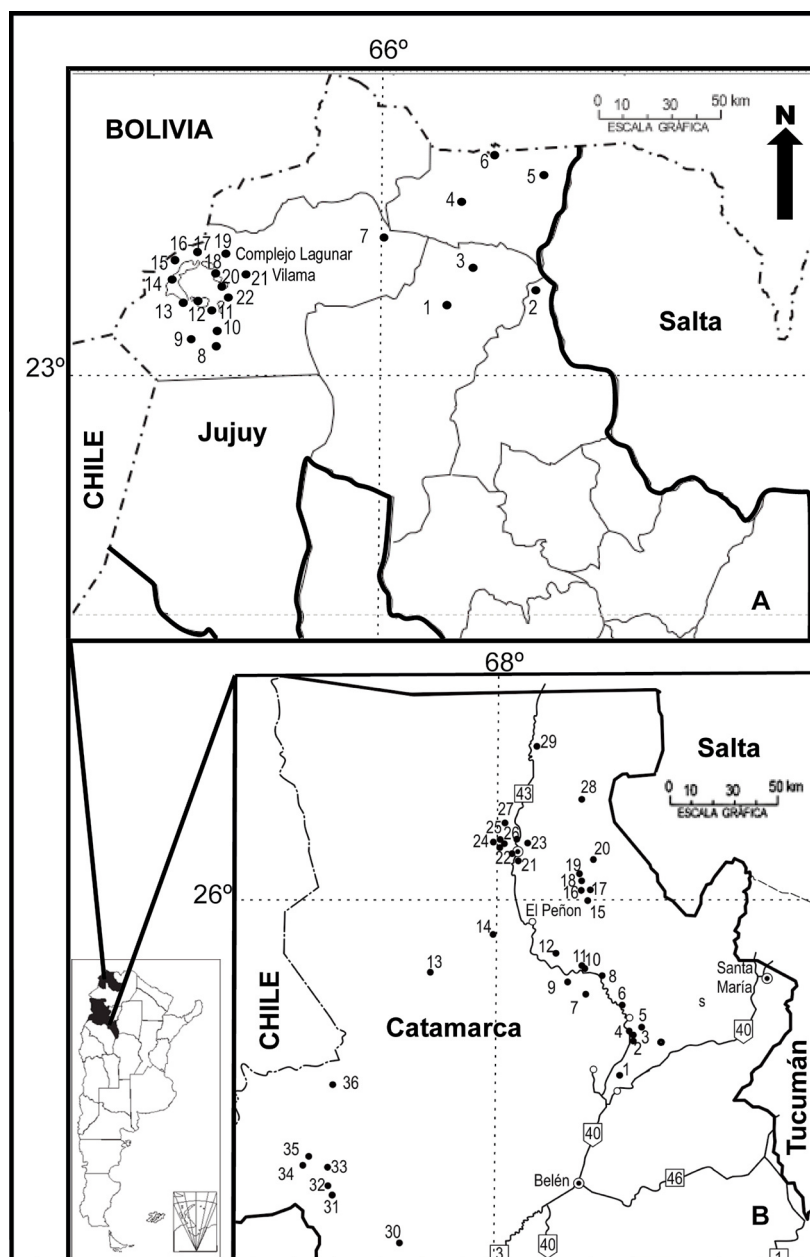


Fig. 1. Mapa del área de estudio. **A:** Ubicación de los sitios de muestreo en la provincia de Jujuy. **B:** Ubicación de los sitios de muestreo en la provincia de Catamarca.

presentes en los 57 humedales estudiados. Cuarenta y ocho taxones infraespecíficos (12,8%) tuvieron una frecuencia de ocurrencia mayor al 18 % (encontrados en más de 10 humedales) y 10 taxones (2,7%), una frecuencia de ocurrencia superior al 40 %

(encontrados en más de 24 humedales): *Cocconeis placentula* var. *euglypta*, *Denticula elegans*, *Halamphora veneta*, *Navicula lauca*, *N. parinacota*, *N. salinicola* var. *salinicola*, *N. veneta*, *Nitzschia bergii*, *N. halloyi* y *Tryblionella hungarica*.

El mayor número de especies (69) se registró en la laguna oligohalina Lampacito, con una salinidad inferior a $4,75 \text{ g L}^{-1}$ y estos valores se reducen a 11 especies en las lagunas hiperhalinas La Lagunita y Guinda y a 7 especies en la laguna de agua dulce Runtuyoc. Dentro de los máximos registros de salinidad (99 g L^{-1} y 104 g L^{-1}), la riqueza específica no fue mayor a 16. La figura 3 releja la escasa relación encontrada entre la riqueza específica y la salinidad en los humedales estudiados.

Las 10 especies, antes mencionadas, que tuvieron una frecuencia de ocurrencia mayor al 40 % se encontraron en aguas oligohalinas ($0,5\text{-}5 \text{ g L}^{-1}$) (Fig. 4), mientras que en aguas dulces ($< 0,5 \text{ g L}^{-1}$) y polihalinas ($18\text{-}30 \text{ g L}^{-1}$) se observó una ausencia importante de algunos de estos taxones. En aguas dulces, los más frecuentes fueron *Navicula lauca* y *Halamphora veneta* y en las polihalinas, no se destacó ninguna especie por su frecuencia de ocurrencia. También se observó que *Navicula parinacota* y *Nitzschia bergii* parecen preferir aguas con salinidades más elevadas.

En cuanto a la relación entre la altura (m snm) y el número de especies, (Fig. 5), se observa que la riqueza fue similar en un amplio rango altitudinal.

Entre los 3800 y 4100 m snm se encontraron los 9 géneros más frecuentes (Fig. 6) y se destacaron

en este nivel por el mayor número de especies *Halamphora*, *Navicula*, *Nitzschia* y *Surirella*. Entre los 4301 y los 4500 m snm ocurrió una importante disminución de la riqueza y solo *Navicula* y *Nitzschia* estuvieron bien representadas. *Pinnularia* y *Stauroneis*, que no se hallaron en este rango altitudinal, reaparecieron a partir de los 4500 m snm. En este último nivel de elevaciones, *Nitzschia* y *Navicula* fueron los géneros mejor representados, con 22 y 18 especies respectivamente, *Planothidium* y *Surirella* con 7, *Pinnularia* con 6 y *Amphora* con 5.

Especies como *Amphora affinis*, *Navicula cryptotenelloides*, *N. perminuta* y *Craticula buderi*, que si bien han sido halladas en sitios no montañosos de otras partes del país, se registraron solo en muestras ubicadas a partir de los 3500 m snm.

Más del 43 % de taxones fueron encontrados en una o dos muestras, en cuerpos de agua dulce como laguna Morada (Jujuy, Fig. 1A; sitio 2), mesohalinos como la vega de la laguna Negra (Catamarca, Fig. 1B; sitio 34) y en hiperhalinos como las lagunas Diamante y Vilama. En relación a la altitud, de los 127 taxones registrados en un solo humedal, el 84 % estuvo en humedales ubicados por arriba de los 4000 m snm.

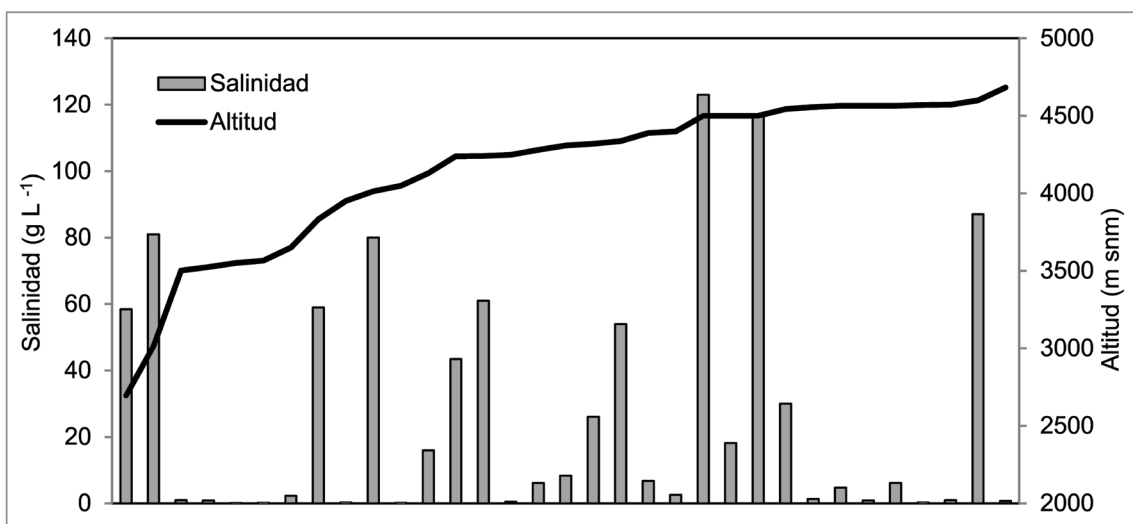


Fig. 2. Relación entre las variables altitud (m snm) y salinidad (g L^{-1}).

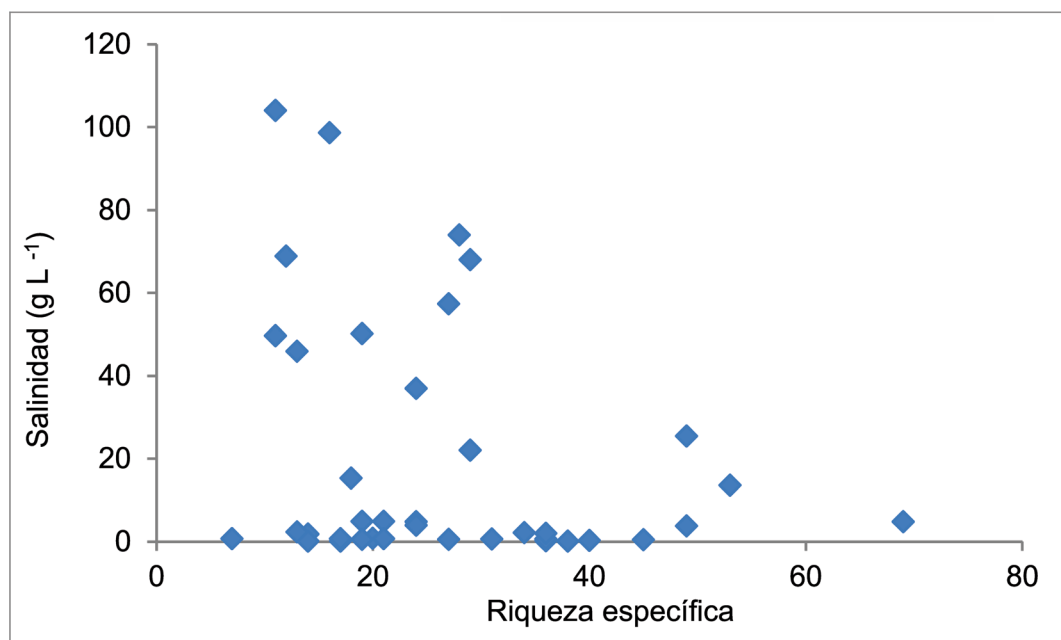


Fig. 3. Relación entre las variables riqueza específica y salinidad.

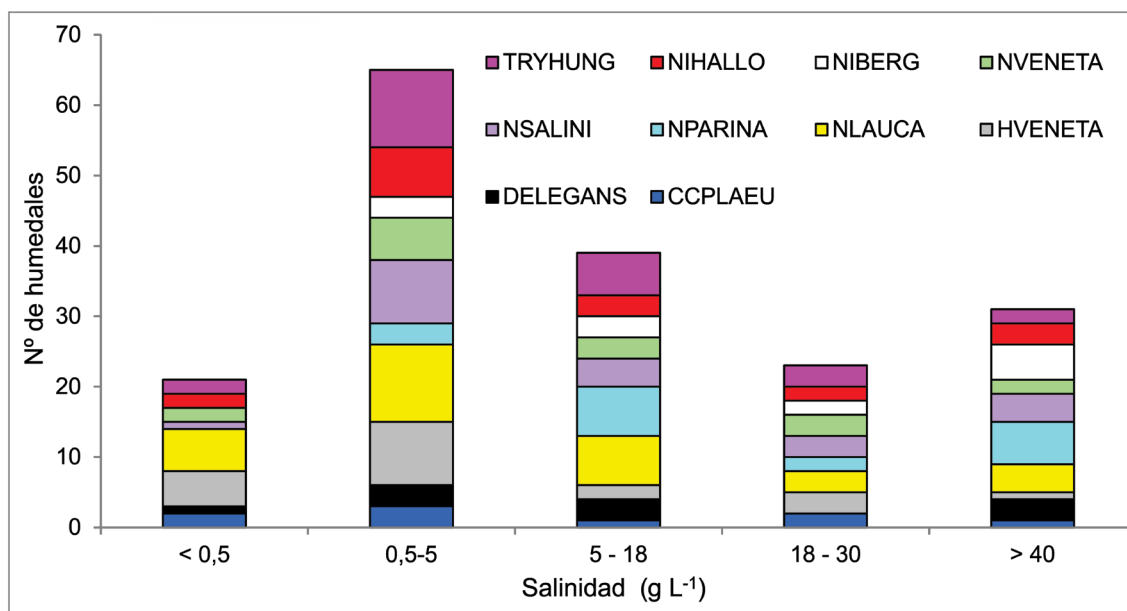


Fig. 4. Distribución de las especies *Cocconeis placentula* var. *euglypta* (CCPLAEU), *Denticula elegans* (DELEGANS), *Halamphora veneta* (HVENETA), *Navicula lauca* (NLAUCA), *N. parinacota* (NPARINA), *N. salinicola* (NSALINI), *N. veneta* (NVENETA), *Nitzschia bergii* (NIBERG), *N. halloyi* (NIHALLO) y *Tryblionella hungarica* (TIHUNG) en relación a gradientes de salinidad.

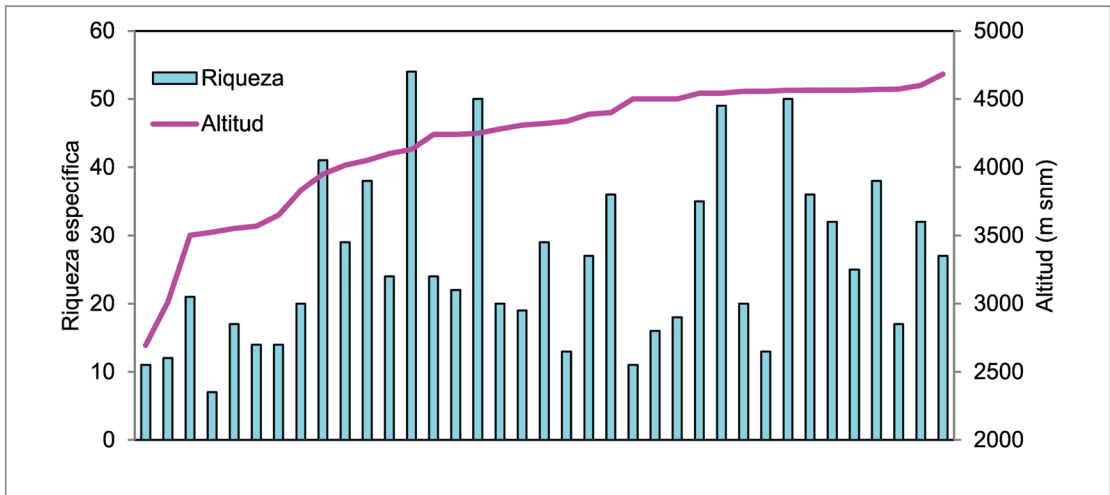


Fig. 5. Relación entre riqueza específica y altura.

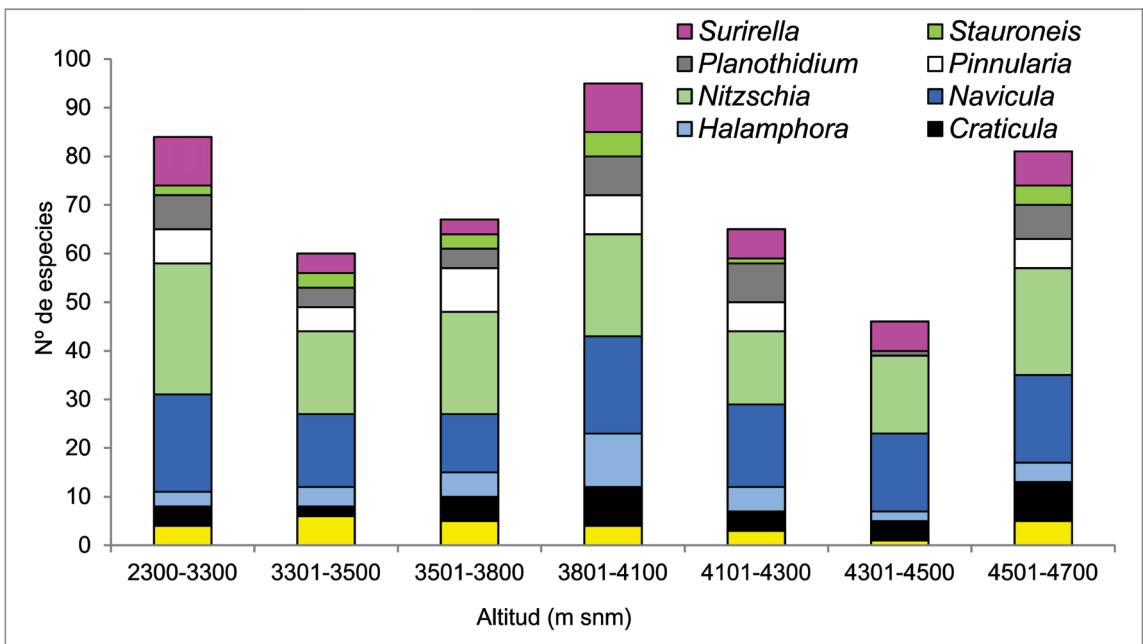


Fig. 6. Distribución de los géneros más frecuentes en relación a gradientes altitudinales.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La mayor parte de los humedales de alta montaña son salinos debido a la tasa diferencial entre precipitación y evaporación, lo que determina una acumulación de sales (Hammer, 1986) y

la concentración salina se ve favorecida por la presencia de cuencas arreicas en zonas con climas áridos (Williams *et al.*, 1990).

De acuerdo a Blinn (1993) la predominancia de los aniones cloruros y sulfatos se relaciona con la latitud y los amplios rangos de proporciones de iones

dependen, en gran parte, de su capacidad diferencial de precipitación. Bajo condiciones de evaporación altas, precipita primero el CaCO_3 , permitiendo que los iones SO_4^- y Cl^- se concentren en el agua. Nauwerck (1994) encontró, en humedales de alta montaña de Suiza, que a mayor altitud ocurría un incremento relativo de los sulfatos y cloruros.

La Puna y la Prepuna se caracterizan, en general, por su homogeneidad climática lo que marca una diferencia notable entre los sitios investigados con los estudiados por Blinn (1993). En el Complejo Lagunar Vilama, una de las zonas de la Puna jujeña analizadas en esta contribución, la altitud varía solo algunos metros entre un cuerpo de agua y otro y, sin embargo, hay diferencias importantes en la concentración y composición iónica entre cada uno de los humedales de este complejo (Salusso *et al.* 1997; Maidana *et al.* 2009). Así, el cloruro de sodio predomina en las lagunas Vilama, Palar, Colpayoc y Catal y el sulfato de sodio lo hace en Arenal, Pululos, Caití, Isla Grande y Cerro Negro. El factor dominante de influencia sobre los tipos de agua analizados estaría determinado más por el aporte del sustrato rocoso que por el clima local (Alonso, 2006).

El promedio de conductividad registrado en los humedales salinos de la Región Andina fue de $47,9 \text{ mS cm}^{-1}$, muy similar al de los ambientes marinos (48 mS cm^{-1}), en la mayoría de ellos se destacó el cloruro de sodio y muy pocos tuvieron sulfatos o bicarbonatos como dominantes. Los elevados registros de magnesio y/o sulfatos de algunos salares de la Puna, tales como los encontrados en las lagunas Baya, Caití y Carachi Pampa, son el producto de una intensa actividad volcánica durante el Mioceno que se extendió hasta el Cuaternario en el sur de la Puna (Alonso, 2006; Risacher & Ritz, 1991).

No encontramos una relación clara entre la conductividad y los tipos de iones dominantes ya que cuando hubo dominancia de MgSO_4 y/o NaCl se registraron bajos y altos valores de conductividad.

Los primeros bioensayos en los que se vinculó la distribución de especies de diatomeas con diferentes gradientes de salinidad fueron realizados en su mayor parte en relación a la variación de una única sal, el cloruro de sodio (Herbst & Blinn, 1998). Hecky & Kilham (1973) afirman que la química del agua tiene una influencia significativa sobre las diatomeas. Blinn (1993) encontró que el número de especies fue, en promedio, mayor en ambientes

dominados por cloruro de sodio que en aquellos donde predominaban los sulfatos y que cuando las concentraciones de MgSO_4 eran medias ($\text{Mg}^{+2} = 44,8 \text{ meq L}^{-1}$ y $\text{SO}_4^{-2} = 103 \text{ meq L}^{-1}$) se verificaba una alta riqueza específica de diatomeas mientras que por arriba o por debajo de estos valores el número de especies era drásticamente menor.

La importancia de la composición iónica sobre la comunidad de diatomeas se hizo evidente cuando otros autores (Potapova & Charles, 2003) incluyeron en sus estudios distintos tipos de sales y observaron que la composición diatomológica estuvo fuertemente correlacionada con la proporción de cationes monovalentes/bivalentes.

En este trabajo, los humedales con elevados contenidos de magnesio y/o sulfatos, en general, mostraron menores valores de riqueza específica, en coincidencia con lo mencionado por Blinn (1993). En particular, en las lagunas Baya y Carachi Pampa, con altas conductividades (54 g L^{-1} y 84 g L^{-1} respectivamente) y con sales sulfatadas fue donde la riqueza no superó las 13 especies. Estos humedales tuvieron en común la presencia de *Discostella stelligera*, *Nitzschia epithemoides* y *Surirella wetzeli*. Las dos últimas especies son frecuentes en ambientes salinos pero la primera es una especie oligohalobial-halofila por lo que su presencia podría explicarse por transporte desde cuerpos de agua con menor salinidad.

Herbst & Blinn (1998) hallaron, también en sus estudios experimentales, que existía una drástica disminución de la riqueza específica cuando la salinidad era superior a 50 g L^{-1} como consecuencia de la reducción de la actividad fotosintética. En los humedales estudiados con salinidad superior a 37 g L^{-1} , se registraron entre 11 y 29 especies, similar a lo encontrado para valores de salinidad entre $0,7 \text{ g L}^{-1}$ - $25,4 \text{ g L}^{-1}$. A distintas salinidades, la riqueza específica fue muy variable: en humedales oligohalinos fue entre 7-69, en los mesohalinos entre 19-54 y en los polihalinos entre 29-49. Estos resultados muestran que el número de especies encontradas no tuvo una clara relación con la salinidad.

En relación a la distribución de los taxones y el grado de salinidad de los humedales en los que se las encontró, se observaron tres situaciones: a) especies con amplia distribución y tolerancia a los distintos tenores de salinidad como *Cocconeis euglypta*, *Denticula elegans*, *Halamphora veneta*,

C. T. Seeligmann y N. I. Maidana - Altitud y salinidad vs. diatomeas de gran altitud

Luticola mollis, *Navicula cryptotenella*, *N. lauca*, *N. libonensis*, *N. pseudogracilis*, *N. salinicola* var. *salinicola*, *N. veneta*, *Nitzschia halloyi*, *Tryblionella hungarica* y *Surirella utahensis*. b) especies que fueron encontradas en pocos humedales y que igualmente mostraron amplia tolerancia a diferentes salinidades (desde dulces a hiperhalinas) como *Luticola cohni*, *Navicula atacamana* y *Nitzschia gracilis* y c) aquellas especies que si bien estuvieron presentes en numerosos humedales, solo lo fueron a partir de aguas oligohalinas como *Nitzschia epithemoides*, *N. pusilla* y *Surirella wetzelii*.

En ambientes montañosos, el incremento en altura va acompañado de una disminución de la temperatura y un aumento de la radiación UV, dos factores que afectan la actividad fotosintética disminuyendo, en consecuencia, el número de aquellas especies capaces de adaptarse a estas condiciones (Lukavsky, 1994; Sommaruga, 2001; Álvarez Blanco *et al.*, 2011; Frau *et al.*, 2015, entre otros) además de la reducida disponibilidad de recursos (Rautio, 2001). En nuestros estudios registramos, por un lado, una alta variabilidad en composición específica de las diatomeas en humedales ubicados a altitudes similares, como es el caso del Complejo Lagunar Vilama y, por otro, encontramos que, en el rango altitudinal entre 2300 y 3300 m snm, la riqueza fue menor (133 especies) que a mayor altitud (4500-4700 msnm) donde registramos 167 especies. Todo lo expuesto nos lleva a concluir que la altura *per se* y las condiciones ambientales que esta genera no serían las variables condicionantes de la riqueza y/o composición de diatomeas en este tipo de ambientes.

En el gradiente altitudinal analizado, la comunidad de diatomeas estuvo formada principalmente por especies de los géneros *Navicula* y *Nitzschia*, especies típicamente bentónicas cuya presencia en las muestras de agua libre se podría atribuir a las altas tasas de turbulencia de estos sistemas (Alvial *et al.* 2008; Frau *et al.*, 2015). Si bien la altitud y salinidad interactúan y son importantes estresores determinantes de la riqueza específica como lo señalan Frau *et al.* (2015), existen otros factores que afectan el número de especies, tales como como la permanencia del cuerpo de agua, la composición química, la irradiación, los vientos, la herbivoría, etc. En este sentido, los cambios que pueden ocurrir en la estructura de la comunidad fitoplanctónica están probablemente asociados con alta tasas de turbulencia (Blanco *et al.*, 2013).

La ausencia de especies comunes, aún entre aquellos humedales ubicados próximamente entre sí, como en el caso del Complejo Lagunar Vilama señala la importante variabilidad existente entre ellos. El alto porcentaje de taxones hallados una sola vez a partir de los 4000 m snm y la presencia de especies reportadas por primera vez para ambientes de altura, sugieren intensificar estudios que revelen la posible existencia de alguna dimensión del nicho ecológico no detectada hasta el momento.

En relación a la distribución y registro de especies, muy pocas (1,6%), y todas ellas consideradas cosmopolitas, aparecieron exclusivamente por debajo de los 3000 m snm. Entre los taxones que parecen preferir vivir a mayor altitud, 35 fueron hallados solo en humedales ubicados por encima de los 4200 m snm (*Achnanthes coarctata*, *Anomoeoneis* aff. var. *angusta* morf. 2, *A.* sp., *Caloneis schumanniana*, *Chaetoceros muelleri*, *Cocconeis neuquina*, *Discostella stelligera*, *Cymbella subcistula*, *Diploneis chilensis*, *Eunotia incisa*, *Fallacia monoculata*, *Frustulia crassinervia*, *F. saxonica*, *Gomphonema fereformosum*, *Gyrosigma balticum*, *Halamphora coffaeformis*, *Halamphora* sp., *Navicula phylleptosoma*, *Naviculadicta* sp., *Neidium affine*, *N. bisulcatum* var. *subundulatum*, *Nitzschia amphibia* fa. *umbrosa*, *N. compressa*, *N. elegantula*, *N. schwabei*, *N. sigma*, *P. perincognita*, *Planothidium ellipticum*, *P. pericavum*, *P. quadripunctatum*, *Rhopalodia brebisonii*, *Stauroneis valbardensis*, *S. latistauros*, *Staurophora elata* y *Thalassiosira patagónica*). Entre estas especies, destacamos a *Pulchella schwabei* (Krasske) Krammer que fue hasta el momento encontrada sólo en Sudamérica; a *Cocconeis neuquina*, *Diploneis chilensis*, *Nitzschia amphibia* fa. *umbrosa*, *Stauroneis latistauros*, *S. svalbardensis* y *Spicaticribrina patagónica* (Maidana) Kociolek & Khursevich, como exclusivamente americanas.

Esta contribución, que abarcó numerosos registros de una región pobremente conocida en cuanto a la diversidad de microalgas, nos permitió relacionar los niveles de salinidad y altura para algunas especies de diatomeas, con lo que podemos ampliar sus rangos de tolerancia hasta ahora conocidos para estos taxones, condiciones no reportadas previamente en la bibliografía. Ejemplos de esta situación serían *Amphora affinis*, *Craticula buderi*, *Navicula cryptotenella* y *N. perminuta* que no habían sido registradas hasta el momento en ambientes de altura.

Por su parte, *Navicula lauca*, junto a *N. parinacota* y *N. peregrina*, fueron encontradas en humedales hiperhalinos (Maidana *et al.*, 2011), a diferencia de lo esperado a partir de la información dada por Lange-Bertalot (2001), que las menciona para ambientes con bajos valores de salinidad. Otros taxones, como *Anomoeoneis sphaerophora* fa. *costata*, *Craticula halophila*, *Gomphonema parvulum*, *Halamphora veneta*, *Navicula cryptocephala*, *N. cryptotenella*, *Nitzschia frustulum*, *N. gracilis*, *N. palea*, *Pinnularia microstauron*, *Planothidium delicatulum* y *Surirella brebissoni* fueron encontradas en aguas con salinidades muy superiores a las indicadas como óptimas por Martínez Macchiavello & Salas Aramburu (1994), Wilson *et al.* (1996), Potapova & Charles (2003) y Licursi *et al.* (2010).

Además, *Anomoeoneis sphaerophora* fa. *costata*, *Denticula elegans*, *Diploneis chilensis*, *Navicula lauca*, *N. parinacota*, *N. peregrina*, *N. gracilis*, *N. liebethuthii*, *N. pusilla*, *Surirella brebissonii* y *S. utahensis* parecen ser tolerantes a salinidades muy altas, ya que fueron encontradas en lagunas con el máximo registro (105 g L⁻¹).

De los resultados obtenidos, se desprende la relevante valoración ecológica de la comunidad de diatomeas como descriptora ambiental, remarcando la necesidad de incorporar nuevos relevamientos en áreas montañosas para encontrar respuestas a estos y otros interrogantes todavía no resueltos.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

CTS y NIM diseñaron y realizaron la investigación. CTS coleccionó el material de campo. Ambas autoras participaron en la escritura del manuscrito.

AGRADECIMIENTOS

Deseamos agradecer a la Fundación Miguel Lillo por el lugar de trabajo proporcionado.

BIBLIOGRAFÍA

- ALONSO, R. 2006. Ambientes Evaporíticos Continentales de Argentina. *INSUGEO, Ser. Correl. Geol.* 21: 155-170.
- ÁLVAREZ-BLANCO, I., C. CEJUDO-FIGUEIRAS, I. DE GODOS, R. MUÑOZ & S. BLANCO. 2011. Las diatomeas de los salares del Altiplano boliviano: singularidades florísticas. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. Sec. Biol.* 105: 67-82.
- ALVIAL, I. E., F. J. CRUCES, A. E. ARANEDA, M. GROSJEAN & R. E. URRUTIA. 2008. Estructura comunitaria de diatomeas presentes en los sedimentos superficiales de ocho lagos andinos de Chile central. *Revista Chilena de Historia Natural* 81: 83-94.
<https://doi.org/10.4067/S0716-078X2008000100007>
- BLANCO, S., I. ÁLVAREZ-BLANCO, C. CEJUDO-FIGUEIRAS, I. DE GODOS, E. BÉCARES, R. MUÑOZ, H. O. GUZMAN, V. A. VARGAS & R. SOTO. 2013. New diatom taxa from high-altitude Andean saline lakes. *Diatom Res.* 28: 13-27.
<https://doi.org/10.1080/0269249X.2012.734528>
- BLINN, D.W. 1993. Diatom community structure along physicochemical gradients in saline lakes. *Ecology* 74: 1246-1263. <https://doi.org/10.2307/1940494>
- BUCHER, E.H. 2006. *Bañados del Río Dulce y Laguna de Mar Chiquita*. Córdoba-Argentina. Academia Nacional de Ciencias (Córdoba, Argentina).
- CAZIANI, S. & E. DERLINDATI. 2000. Abundance and habitat of Andes flamingos in northwestern Argentina. *Waterbirds* 23: 121-133.
<https://doi.org/10.2307/1522157>
- CAZIANI, S., E. DERLINDATI, A. TALAMO, A. SUREDA, C.E. TRUCCO & G. NICOLOSSI. 2001. Waterbird richness in altiplano wetlands of Northwestern Argentina. *Waterbirds* 24: 103-117.
<https://doi.org/10.2307/1522249>
- COWARDIN, L. M., V. CARTER, F.C. GOLET & E.T. LAROE. 1979. *Classification of wetlands and deepwater habitats of the United States*. U. S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, Washington, D.C.
- DEJOUX, C. 1993. Benthic invertebrates of some lakes of SudLipez region, Bolivia. *Hydrobiologia* 267: 257-267.
https://doi.org/10.1007/978-94-011-2076-0_21
- DE WOLF, H. 1982. Method of coding of ecological data from diatoms for computer utilization. *Mededel. Rijks Geol. Dienst.* 36: 95-110.
- DÍAZ, C. & N. I. MAIDANA. 2005. *Diatomeas de los salares de Atacama y Punta Negra II región*. Chile. Centro de Ecología Aplicada, Santiago.
- FRAU, D., Y. BATTAUZ., G. MAYORA & P. MARCONI. 2015. Controlling factors in planktonic communities

C. T. Seeligmann y N. I. Maidana - Altitud y salinidad vs. diatomeas de gran altitud

- over a salinity gradient in high-altitude lakes. *Ann. Limnol. - Int. J. Lim.* 51: 261-272.
<https://doi.org/10.1051/limn/2015020>
- GARCÍA FERNÁNDEZ, J. & Y. R. TECCHI. 1991. *La Reserva de la Biosfera Laguna de los Pozuelos: un ecosistema pastoril en los Andes centrales*. PERINBIAL UNJu, Argentina, Unesco ORCYT-MAB.
- GONZÁLEZ ACHEM, A. L., C. T. SEELIGMANN & M. ALDERETE. 2014. Variaciones espacio-temporales de la flora diatomológica en Laguna de Los Pozuelos (Jujuy, Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 49: 177-193.
- HAMMER, U. T. 1986. *Saline Lake Ecosystems of the World*, Junk Publishers, Dordrecht, Holland.
- HECKY, R. & P. KILHAM. 1973. Diatoms in alkaline, saline lakes: ecology and geochemical implications. *Limnol. Oceanogr.* 18: 53-71.
<https://doi.org/10.4319/lo.1973.18.1.0053>
- HERBST, D. & D. BLINN. 1998. Experimental mesocosm studies of salinity effects on the benthic algal community of saline lake. *J. Phycol.* 34: 772-778.
<https://doi.org/10.1046/j.1529-8817.1998.340772.x>
- LANGE-BERTALOT, H. 2001. *Diatoms of Europe 2. Navicula sensu stricto. 10 Genera Separated from Navicula sensu lato*. *Frustulia*. A.R.G. Gantner Verlag, Ruggell.
- LICURSI, M., N. GÓMEZ & J. DONADELLI. 2010. Ecological optima and tolerances of coastal benthic diatoms in the freshwater-mixohaline zone of the Río de la Plata estuary. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 418: 105-117. <https://doi.org/10.3354/meps08865>
- LOWE, R. L. 1974. *Environmental requirements and pollution tolerance of freshwater diatoms*. National Environmental Research Center. U. S. Environmental Protection Agency, Cincinnati, Ohio.
- LUKAVSKY, J. 1994. Algal flora of the High Tatra Mountains (Slovakia). *Hydrobiologia* 274: 65-74.
https://doi.org/10.1007/978-94-017-2095-3_8
- MAIDANA, N.I., M.S. VIGNA & V. MASCITTI. 1998. Ficoflora de la Laguna de Pozuelos (Jujuy, Argentina) I: Bacillariophyceae. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 33: 171-179.
- MAIDANA, N.I. & C.T. SEELIGMANN. 2006. Diatomeas (Bacillariophyceae) de ambientes acuáticos de altura de la Provincia de Catamarca, Argentina II. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 41: 1 - 13.
- MAIDANA, N.I. & C.T. SEELIGMANN. 2015. Diatomeas (Bacillariophyceae) en humedales de altura de la provincia de Catamarca (Argentina). III. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 50: 447-466.
- MAIDANA, N.I., C.T. SEELIGMANN & M. R. MORALES. 2009. Bacillariophyceae del Complejo Lagunar Vilama (Jujuy, Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 44: 257-271.
- MAIDANA, N.I., C.T. SEELIGMANN & M.R. MORALES. 2011. El género *Navicula sensu stricto* (Bacillariophyceae) en humedales de altura de Jujuy, Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 46: 13-29.
- MARTÍNEZ MACCHIAVELLO, J.C. & W. SALAS ARANBURU. 1994. Catálogo taxonómico ecológico de las diatomeas no-marinas recientes y fósiles de la República Argentina. Instituto Antártico Argentino. Buenos Aires.
- MASCITTI, V. 1996. Partición del recurso en la comunidad de flamencos de Laguna Los Pozuelos, Jujuy, Argentina. Tesis Doctoral N° 2904 UBA.
- MORALES, E.A., M.H. NOVAIS, G. CHÁVEZ, L. HOFFMANN, & L. ECTOR. 2012. Diatoms (Bacillariophyceae) from the Bolivian Altiplano: three new araphid species from the Desagüadero River draining Lake Titicaca. *Fottea* 12: 41-58.
<https://doi.org/10.5507/fot.2012.004>
- MORRONE, J. J. 2006. Biogeographic areas and transition zones of Latin America and the Caribbean islands based on panbiogeographic and cladistics analyses of the entomofauna. *Annual Rev. Entomol.* 51: 467-494.
<https://doi.org/10.1146/annurev.ento.50.071803.130447>
- NAUWERCK, A. 1994. A survey on water chemistry and plankton in high mountain lakes in northern Swedish lapland. *Hydrobiologia* 274: 91-100.
https://doi.org/10.1007/978-94-017-2095-3_11
- POTAPOVA, M. & D. CHRALES. 2003. Distribution of benthic diatoms in U.S. rivers in relation to conductivity and ionic composition. *Freshwater Biol.* 48: 1311-1328.
<https://doi.org/10.1046/j.1365-2427.2003.01080.x>
- RAUTIO, M. 2001. Zooplankton assemblages related to environmental characteristics in treeline ponds in Finnish Lapland. *Arct. Antarct. Alp. Res.* 33: 289-298.
<https://doi.org/10.1080/15230430.2001.12003433>
- REJAS, D., C. VALVERDE, C.E. FERNÁNDEZ. 2012. Limitación por nutrientes y pastoreo como factores de control las densidades de bacterias y algas planctónicas en una laguna altoandina (Cochabamba, Bolivia). *Rev. Bol. Ecol. y Cons. Amb.* 30: 1-12.
- RISACHER, F. & B. RITZ. 1991. Geochemistry of Bolivian salars, Lipez, southern Altiplano: origin of solutes and brine evolution. *Geochim. Cosmochim. Acta.* 55: 687-705.
[https://doi.org/10.1016/0016-7037\(91\)90334-2](https://doi.org/10.1016/0016-7037(91)90334-2)

- RUMRICH, U., H. LANGE-BERTALOT & M. RUMRICH. 2000. Diatoms of the Andes: from Venezuela to Patagonia/Tierra del Fuego. *Iconogr. Diatomol.* 9: 1-649.
- SALUSSO, M., S. M. CAZIANI, & S. M. MORAÑA. 1997. *Distribución de plancton en relación a los caracteres limnológicos y a la avifauna de la Puna Jujeña*. CAL II.
- SEELIGMANN, C.T. & N.I. MAIDANA. 2003. Diatomeas (Bacillariophyceae) en ambientes de altura de la provincia de Catamarca (Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 38: 39-50.
- SEELIGMANN, C.T. & N.I. MAIDANA. 2013. ¿Existen especies de *Navicula* (Bacillariophyta) exclusivas de ambientes de alta montaña en Argentina? *Bol. Soc. Argent. Bot.* 48: 421-433.
- SEELIGMANN, C.T., N.I. MAIDANA & M. MORALES. 2008. Diatomeas (Bacillariophyceae) de humedales de altura de la Provincia de Jujuy - Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 43: 1-517.
- SERVANT-VILDARY, S. & M. BLANCO. 1984. Les diatomées fluvio-lacustres plio-pléistocènes de la formation Charaña (Cordillère occidentale des Andes, Bolivie). *Cahiers ORSTOM, Série Géologie* 14: 55-102.
- SOMMARUGA, R. 2001. The role of UV radiation in the ecology of alpine lakes. *J. Photochem. Photobiol., B.* 62: 35-42.
[https://doi.org/10.1016/S1011-1344\(01\)00154-3](https://doi.org/10.1016/S1011-1344(01)00154-3)
- VAN DAM, H., A. MERTENS & J. SINKELDAM. 1994. A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. *Netherlands J. Aquat. Ecol.* 28: 117-133.
<https://doi.org/10.1007/BF02334251>
- WILLIAMS, W. D. 1993. Conservation of salt lakes. *Hydrobiologia* 267: 291-306.
https://doi.org/10.1007/978-94-011-2076-0_23
- WILSON, S.E., B.F. CUMMING & J.P. SMOL. 1996. Assessing the reliability of salinity inference models from diatoms assemblages: an examination of 219 lake data set from western North America. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 53: 1580-1594.
<https://doi.org/10.1139/cjfas-53-7-1580>



DOS NUEVOS REGISTROS DE MUSGOS (BRYOPHYTA) PARA LA ARGENTINA

TWO NEW RECORDS OF MOSSES (BRYOPHYTA) FOR ARGENTINA


Agustina Celeste Cottet^{1*}  y María Inés Messuti¹ 

1. Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Medioambiente (INIBIOMA); Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) – Universidad Nacional del Comahue (UNComahue), Quintral 1250, San Carlos de Bariloche, Río Negro – CP 8400, Argentina.

*agustina.c.cottet@gmail.com

Citar este artículo

COTTET, A. C. & M. I. MESSUTI. 2019. Dos nuevos registros de musgos (Bryophyta) para la Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 54: 487-491.

 DOI: <http://dx.doi.org/10.31055/1851.2372.v54.n4.24114>



SUMMARY

Background and aims: Although the flora of mosses in Argentina has been extensively studied, there are still areas to explore and taxa to register. The aim of this study was to record *Fabronia macroblepharis* Schwägr. and *Rhynchostegium serrulatum* (Hedw.) A. Jaeger for Argentina in the National Park Lago Puelo, Chubut.

M&M: The material examined was studied according to the traditional techniques for bryophytes.

Results & Conclusions: In this contribution *Fabronia macroblepharis* and *Rhynchostegium serrulatum* are cited for the first time for Argentina. Descriptions, illustrations, distribution and comments of each of them are here presented.

KEYWORDS

Argentina, Bryophyta, *Fabronia*, *Rhynchostegium*.

RESUMEN

Introducción y objetivo: Si bien la flora de musgos de la Argentina ha sido ampliamente estudiada aún quedan ambientes por explorar y taxones para registrar. El objetivo de este trabajo fue registrar *Fabronia macroblepharis* Schwägr. y *Rhynchostegium serrulatum* (Hedw.) A. Jaeger para la Argentina en el Parque Nacional Lago Puelo, Chubut.

M&M: El material examinado fue estudiado de acuerdo a las técnicas tradicionales para las briofitas.


Resultado y Conclusión: En esta contribución se citan por primera vez a *Fabronia macroblepharis* y *Rhynchostegium serrulatum* para la Argentina. Se presentan descripciones, ilustraciones, distribución y comentarios para cada una de ellas.

PALABRAS CLAVE

Argentina, Bryophyta, *Fabronia*, *Rhynchostegium*.

INTRODUCCIÓN

Si bien la flora de musgos de la Argentina ha sido ampliamente estudiada [por ejemplo: Müller (1881, 1897), Schiavone (1988, 1993), Schiavone & Sarmiento (1985), Schiavone & Biasuso (1997), Suárez & Schiavone (2010) y Jimenez *et al.*, (2015) para la región norte; Hosseus (1937, 1938, 1939, 1940), para el centro y noreste, y Dusén (1903, 1906), Cardot (1905, 1908), Cardot & Brotherus (1923) y Kühnemann (1938, 1944) Matteri (1968, 1972, 1980, 1982, 1983, 1984, 1986, 1989), Kühnemann & Gonçalves-Carralves (1975, 1979), Fife & Matteri (1984), Rodríguez de Sarmiento & Schiavone (1988, 1993), Matteri & Ochira (1989), Matteri & Schiavone (1988, 1991), Matteri & Hyvönen (1992) Rovere & Calabrese (2011) y Cottet *et al.*, (2016) para la región austral] (*vide* Matteri, 2003; Suárez & Schiavone, 2010; Rovere & Calabrese, 2011; Jimenez *et al.*, 2015; Cottet *et al.*, 2016) aún quedan ambientes inexplorados con taxones por registrar.

Recibido: 29 Abril 2019
Aceptado: 10 Octubre 2019
Publicado: 15 Diciembre 2019
Editor: Guillermo Suárez 

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

En este trabajo se cita por primera vez para la Argentina a *Fabronia macroblepharis* Schwägr. (Fabroniaceae) and *Rhynchostegium serrulatum* (Hedw.) A. Jaeger (Brachytheciaceae). Estas especies fueron encontradas creciendo en bosques dominados por *Nothofagus* spp. en el noroeste de la provincia de Chubut, Argentina. Se incluyen descripciones, ilustraciones, distribución y comentarios de cada una de las especies.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se basa en ejemplares coleccionados en el Parque Nacional Lago Puelo, provincia de Chubut, Argentina, depositados en el herbario BCRU y en la revisión bibliográfica que incluye las especies estudiadas tales como Buck (1983, 1994), McFarland (1994), Calabrese (1995), Buck (1998) y Fuertes & Marchessi (2013). El material examinado fue procesado de acuerdo a las técnicas convencionales para el estudio de las briofitas (Frahm, 2003).

RESULTADOS

Tratamiento taxonómico

Fabronia macroblepharis Schwägr., Spec. Musc. Suppl. 3(1): 247a. 1828. TIPO:

BRAZIL, *s. loc.*, on rotting wood, D. Pohl (*Holotipo*, G n.v.) (Buck, 1983) Fig. 1 A-E.

Plantas verde claro-lustrosas a grisáceas; matas laxas y delicadas de hábito extendido corto ascendente. **Tallo** rastrero, 1-3 cm, irregularmente ramificado, ramas 0,4-0,7 cm de longitud; en sección transversal cordón central ausente; rizoides agrupados debajo del tallo; parafilias ausentes; pseudoparafilias foliosas; pelos axilares de dos células, la basal corta y la distal alargada. **Hojas** del tallo y las ramas indiferenciadas, las de las ramas levemente menores. **Hojas de las ramas** erectas cuando secas, extendidas cuando húmedas, ovado a ovado-lanceoladas, 0,4-0,6 × 0,2-0,5 mm, ápice largo-acuminado; margen plano, entero en la base, dentado hasta ciliado hacia el ápice; costa 3/4 del largo de la lámina, débil; células de la lámina lisas, paredes delgadas, células apicales y superiores oblongo-fusiformes hasta lineares; células medias

largo-hexagonales, 50-65 × 9-13 μm; región alar diferenciada, cuadradas, 20-32 × 13-17 μm. **Hojas periqueciales** ovado-lanceoladas, 0,6-0,8 × 0,4-0,5 mm. **Seta** elongada, 2-4 mm de longitud, erecta o levemente curvada, lisa. **Cápsula** erecta, urna ovoide, 0,1-0,15 × 0,05-0,07 mm, células del exotecio cuadradas hasta corto-rectangulares; estomas faneróporos en el cuello de la cápsula. **Peristoma** simple, 16 dientes en 8 pares, 250-200 μm de longitud, papilosos. **Opérculo** cónico. **Caliptra** lisa. **Esporas** ovoides, 30-35 × 18-22 μm, fuertemente papilosas.

Distribución. Esta especie se distribuye desde México hasta el sur de Brasil (Buck, 1998). En este trabajo se cita por primera vez para la Argentina (Fig. 2).

Comentarios. Esta especie se caracteriza por ser de color gris verdoso, tener hojas apesadas, oblongo-lanceoladas y gradualmente acuminadas con el margen dentado que se extiende muy por debajo de la lámina media (Buck, 1998). La mayoría de las características observadas en el material examinado coinciden con la descripción presentada por Buck (1998). Sin embargo, se observan diferencias en la forma y en el tamaño de las esporas (ovoides, 30-35 × 18-22 μm), respecto a la descripción presentada por Buck (1998) (globosas, 10-17 μm).

Fabronia ciliaris (Brid.) Brid., también presente en los bosques andinos patagónicos, se diferencia de *F. macroblepharis* por presentar hojas ovadas a lanceoladas extendidas y por sus hojas periqueciales más pequeñas que las rameales (Buck, 1994, 1998).

Material examinado. ARGENTINA. Chubut: Depto. Cushamen, Parque Nacional Lago Puelo, Sendero Jardín Botánico, sobre suelo, 19/I/2014, A. C. Cottet (BCRU 5436); *ibid.*, Sendero La Voz del Arce, sobre suelo, 01/II/2014, A. C. Cottet (BCRU 5439); *ibid.*, 30/VIII/2014, A. C. Cottet (BCRU 5449).

Rhynchostegium serrulatum (Hedw.) A. Jaeger, Ber. Thätigk. St. Gallischen Naturwiss. Ges. 1876-77: 370. 1878. *Hypnum serrulatum* Hedw. Spec. Musc. Frond. 238-240, pl. 60. 1801. *Eurhynchium serrulatum* (Hedw.) Kindb., Ottawa Nat. 7: 21. 1870. (Ignatov, 2014). *Brachythecium serrulatum* (Hedw.) H. Rob., Bryologist 65: 125. 1962. (Ignatov, 2014).

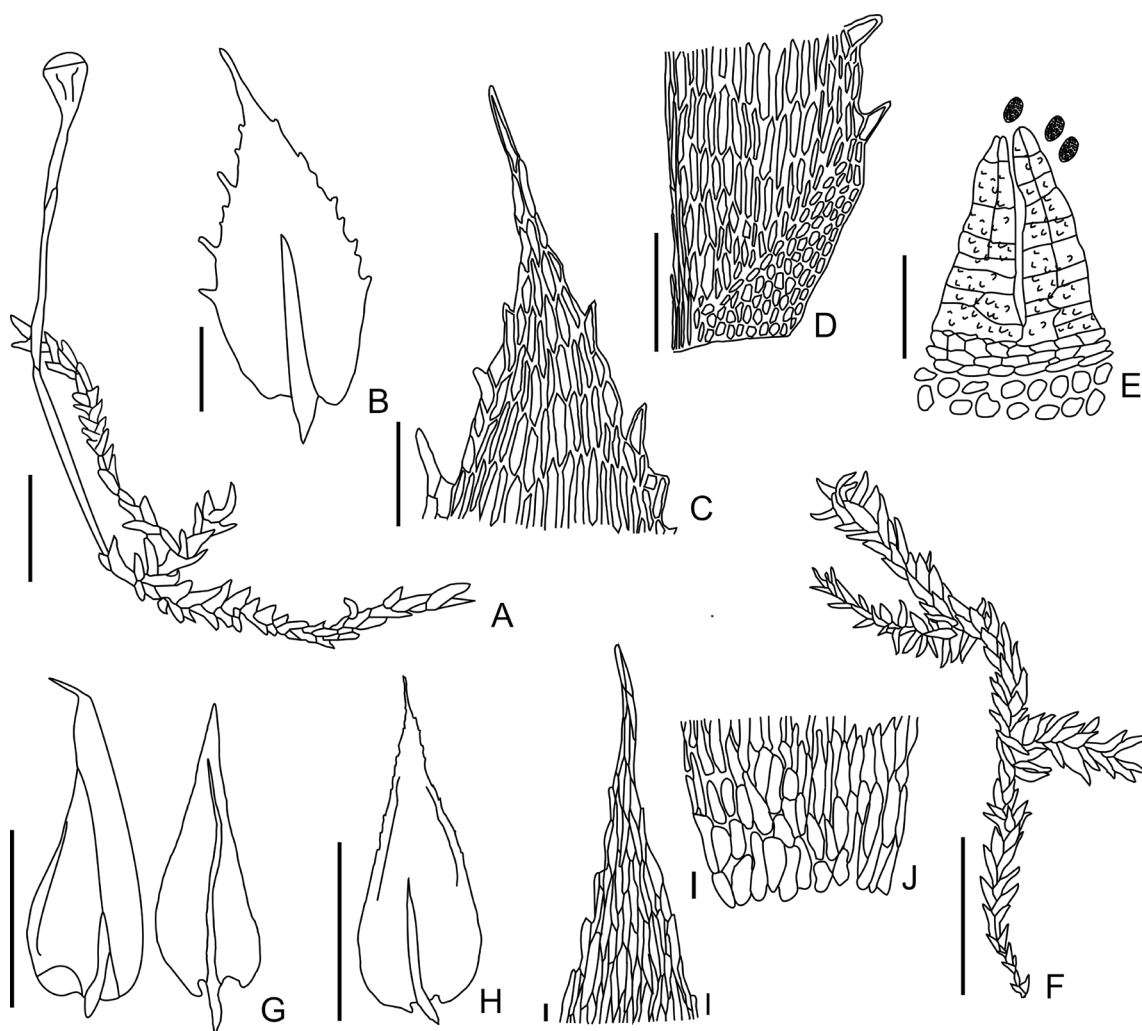


Fig. 1. *Fabronia macroblepharis* Schwägr. (BCRU 5449) **A:** Hábito. **B:** Hojas de la rama **C:** Detalle del ápice de la hoja de la rama **D:** Detalle de la región alar de la hoja de la rama **E:** Porción del peristoma con esporas. *Rhynchoszegium serrulatum* (Hedw.) A. Jaeger (BCRU 5455) **F:** Hábito. **G:** Hoja del tallo. **H:** Hoja de la rama. **I:** Detalle del ápice de la hoja de la rama. **J:** Detalle de la región alar de la hoja de la rama. Escala = F: 1 cm; A, G, H: 1 mm; B, C, D, E: 100 μ m; I, J: 10 μ m.

Steelecus serrulatus (Hedw.) H. Rob., *Mem. New York Bot. Gard.* 45: 678-681. 1987. (Ignatov, 2014). TIPO: *Ind. loc.* «*Lancastrina in Pennsylvania lecta specimina terrestria*» (Tipo no localizado) (Fuentes & Marchessi, 2013). Fig. 1 F-J.

Plantas verde oscuras, amarillentas o doradas, brillantes; matas más o menos laxas a frondosas. **Tallos** extendidos, 4-7 cm de longitud; en sección transversal 2-3 hileras de células pequeñas con paredes

engrosadas rodeando células grandes de paredes delgadas, cordón central presente; pseudoparafilias foliosas. **Hojas** de los tallos y ramas muy similares, erecto-extendidas a complanadas en estado seco y húmedo, ovado-lanceoladas, 1,4-2,3 \times 0,4-0,8 mm, lisas a levemente plicadas distalmente, ápice largo acuminado, algo retorcido, base levemente decurrente; margen plano, serrulado hacia el ápice; costa débil, 1/2-3/4 de la longitud de la lámina; células apicales similares a las medias, lineares, con paredes



Fig. 2. Mapa de distribución global de *Fabronia macroblepharis* Schwägr. Registros previos (triángulos), nuevo registro (estrella).

poco engrosadas, $52-80 \times 6,5-9,4 \mu\text{m}$; región alar poco desarrollada, con células cuadradas a cortorectangulares. **Autoicas. Hojas periqueciales** largoracuminadas. **Seta** elongada, 1-1,5 cm de longitud, lisa, levemente retorcida. **Cápsula** inclinada, urna ovoide a cilíndrica, $1-1,5 \times 0,7-1 \text{ mm}$; células exoteciales corto rectangulares; dientes del exostoma marrones, triangulares, basalmente estriados y distalmente papilosos, $550-560 \mu\text{m}$ de longitud; endostoma papiloso, membrana basal alta, cilias presentes generalmente en grupos. **Esporas** esféricas, $15-17 \mu\text{m}$, mayormente lisas.

Distribución. Esta especie se distribuye en el Este de América del Norte, América Central y el norte de los Andes de América del Sur y Uruguay, Japón y Corea (McFarland, 1994; Buck, 1998; Fuertes & Marchessi, 2013). Se la registra por primera vez para Argentina (Fig. 3).

Comentarios. Las especies incluidas en el género *Rhynchostegium* pueden ser confundidas con las del género *Eurhynchum* Bruch & Schimp. Este último también incluido en la familia Brachytheciaceae. Sin embargo, *Rhynchostegium serrulatum* tiene las hojas del tallo y de las ramas similares (ovado-lanceoladas); mientras que *Eurhynchum fuegianum* Card., también

presente en los bosques andino patagónicos dominados por *Nothofagus* spp., posee diferenciación entre las hojas de tallo y de las ramas (ovado-cordadas y ovadas respectivamente) (Calabrese, 1995).

Material examinado. ARGENTINA. Chubut: Depto. Cushamen, Parque Nacional Lago Puelo, Sendero Jardín Botánico, sobre suelo, 21/II/2014, A. C. Cottet (BCRU 5434); *ibid.*, Sendero Pitranto Grande, sobre suelo, 24/XI/2014, A. C. Cottet (BCRU 5455).

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

ACC coleccionó el material examinado. Ambas autoras realizaron la investigación y preparación del manuscrito.

AGRADECIMIENTOS

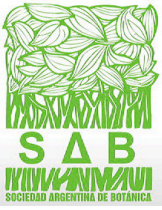
Las autoras agradecen a A. W. Archer (NSW, Australia) y a G. M. Suárez (LIL, Argentina) por sus comentarios sobre la preparación de este el manuscrito. Este trabajo fue financiado por el CONICET y la UNComahue.



Fig. 3. Mapa de distribución global de *Rhynchoszegium serrulatum* (Hedw.) A. Jaeger. Registros previos (triángulos), nuevo registro (estrella).

BIBLIOGRAFÍA

- BUCK, W. R. 1983. A Synopsis of the South American Taxa of *Fabronia* (Fabroniaceae). *Brittonia* 35: 248-254.
- BUCK, W. R. 1994. Fabroniaceae. En: SHARP, A. J., H. CRUM & P. M. ECKEL (eds.), The Moss Flora of Mexico. *Mem. New York Bot. Gard.* 69: 860-867.
- BUCK, W. R. 1998. Pleurocarpus mosses of the West Indies. *Mem. N. Y. Bot. Gard.* 82: 1-400.
- CALABRESE, G. M. 1995. Flora muscinal de Puerto Blest y alrededores (Parque Nacional Nahuel Huapi, Argentina). Trabajo para optar al grado de Licenciado en Ciencias Biológicas. Centro Regional Universitario Bariloche. Universidad Nacional del Comahue. San Carlos de Bariloche.
- COTTET, A. C., G. M. SUÁREZ, M. M. SCHIAVONE & M. I. MESSUTI. 2016. *Cryphaea consimilis* (Cryphaeaceae, Bryophyta), nueva cita para la Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 51: 219-222.
- FRAHM, J. P. 2003. Manual of tropical bryology. *Trop. Bryol.* 23: 1-200.
- FUERTES, E. & J. E. MARCHESSI. 2013. Notula taxonómica, nomenclatural y corológica de *Steeeracleus* (Bryophyta: Brachytheciaceae) en Uruguay. *Bot. Complut.* 37: 35-39. http://dx.doi.org/10.5209/rev_BOCM.2013.v37.42266
- IGNATOV, M. S. 2014. Brachytheciaceae. En: Flora of North America Editorial Committee (eds.). *Flora of North America North of Mexico*, Vol. 28, pp. 404-468. Oxford University Press, New York and Oxford.
- JIMENEZ M. S., M. M. SCHIAVONE, G. M. SUÁREZ, & C. DELGADILLO. 2015. *Neosharpiella aztecorum* H. Rob. & Delgad. (Gigaspermaceae), new to the bryophyte flora of South America. *Cryptogam. Bryol.* 36: 69-74.
- MATTERI, C. M. 2003. Los Musgos (Bryophyta) de la Argentina. *Trop. Bryol.* 24: 33-100
- MCFARLAND, K. D. 1994. *Rhynchoszegium*. En: SHARP, A. J., H. CRUM & P. M. ECKEL (eds.), The Moss Flora of Mexico. *Mem. New York Bot. Gard.* 69: 932-941.
- ROVERE, A. E. & G. M. CALABRESE. 2011. Diversidad de musgos en ambientes degradados sujetos a restauración en el Parque Nacional Lago Puelo (Chubut, Argentina). *Rev. Chil. Hist. Nat.* 84: 571-580.
- SUÁREZ, G. M. & M. M. SCHIAVONE. 2010. La familia Cryphaeaceae (Bryophyta) en los bosques del noroeste de Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 45: 29-45.



MORFOLOGÍA DE SEMILLAS DE SIETE ESPECIES DEL GÉNERO *OPUNTIA* (CACTACEAE) DEL SURESTE DE COAHUILA (MÉXICO)

SEED MORPHOLOGY OF SEVEN SPECIES FROM *OPUNTIA* GENUS (CACTACEAE) COLLECTED AT COAHUILA'S SOUTHEAST (MEXICO)

Areli Gonzalez-Cortés¹, Francisca Ramírez-Godina^{1*}, M. Humberto Reyes-Valdés¹, Valentín Robledo-Torres², Miguel Ángel Pérez-Rodríguez³, José A. Villarreal-Quintanilla³ y Alfonso López-Benítez¹

SUMMARY

1. Programa de Doctorado en Recursos Fitogenéticos para Zonas Áridas. 2. Depto. de Fitomejoramiento, Depto. de Horticultura. 3. Depto. de Botánica. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro 1923, Buenavista, 25315 Saltillo, Coahuila, México.


*godramf@gmail.com

Citar este artículo

GONZALEZ-CORTÉS, A., F. RAMÍREZ-GODINA, M. H. REYES-VALDÉS, V. ROBLEDO-TORRES, M. Á. PÉREZ-RODRÍGUEZ, J. A. VILLARREAL-QUINTANILLA & A. LÓPEZ-BENÍTEZ. 2019. Morfología de semillas de siete especies del género *Opuntia* (Cactaceae) del sureste de Coahuila (México). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 54: 493-507.

DOI: <http://dx.doi.org/10.31055/1851.2372.v54.n4.23572>



Recibido: 26 Febrero 2019
Aceptado: 12 Septiembre 2019
Publicado: 15 Diciembre 2019
Editora: Ana Calviño 

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

Background and aims: *Opuntia*'s natural distribution encompasses from Canada to Argentina and it is part of the landscape in some regions of the world. There are between 191 and 215 *Opuntia* species. The *ex situ* conservation of this phylogenetic resource has gained relevance, but the species identification using the seeds is a limitation when there is a lack of reliable morphological traits. The purpose of this research work was to characterize the seed morphology of seven *Opuntia* species and identify their own morphological traits, in order to establish the species' identification criteria when seeds are the only source of preserved plant material.

M&M: We used the attrition and image analysis technique to measure: seed coat thickness (GT), ventral funicular coat thickness (GCFV), embryo's length, embryo's surface area, major axis length and minor axis length. The most outstanding traits were detected through exploratory ANDEVA and main components methods. The species classification and forecasting were based on a supervised multivariate analysis.

Results: Differences in all the variables among species were significant. *Opuntia ficus-indica* had the largest seeds. GCFV and GT were the most helpful variables in terms of discrimination. The main component analysis explained 92% of the total variation. K- Nearest Neighbor method was able to forecast correctly 83% of the species classification cases.

Conclusions: The assessed seed traits, mainly GCFV and GT, can help in the morphological description of prickly pear species and in the *Opuntia* species identification, when there are only seeds.

KEY WORDS

Cactaceae, traits, embryo, morphology, *Opuntia*, seed coat.

RESUMEN

Introducción y Objetivos: *Opuntia* se distribuye naturalmente desde Canadá hasta Argentina, actualmente forma parte del paisaje en algunas regiones del mundo, comprende entre 191 y 215 especies; la conservación *ex situ* de este recurso fitogenético ha adquirido relevancia, pero la identificación de especies por semilla es una limitante cuando no existen caracteres morfológicos confiables. El objetivo del estudio fue caracterizar la morfología de semillas de siete especies de *Opuntia* e identificar caracteres morfológicos propios, para tener un criterio en la identificación de especies cuando el material vegetal conservado es semilla.

M&M: Mediante la técnica de desgaste y análisis de imágenes se evaluó: grosor de testa (GT), grosor de la cubierta funicular ventral (GCFV), longitud del embrión, área del embrión, longitud del eje mayor y eje menor. Con ANDEVA exploratorios y componentes principales se detectaron los caracteres más sobresalientes. Para la clasificación y predicción de especies se realizó un análisis supervisado con los métodos K-NN y LDA.

Resultados: Las diferencias en todas las variables entre especies fueron significativas. *Opuntia ficus-indica* presentó semillas de mayor tamaño. Las variables que más ayudan a discriminar son GCFV y GT. El análisis de componentes principales explicó el 92% de la variación total. El método K-NN, fue capaz de predecir correctamente el 83% de los casos en la clasificación de las especies.

Conclusiones: Los caracteres de semillas evaluados, principalmente el GCFV y GT, pueden coadyuvar en la descripción morfológica de las especies de nopal o en identificación de especies de *Opuntia* cuando sólo se tiene semilla.

PALABRAS CLAVE

Cactaceae, caracteres, embrión, morfología, *Opuntia*, testa.

INTRODUCCIÓN

Los nopales, como se los conoce comúnmente a las cactáceas con cladodios planos de los géneros *Opuntia* y *Nopalea*, son un recurso biológico, cultural, económico y social; actualmente se reportan más de 20 usos entre los que sobresalen alimenticio, medicinal, forrajero, ornato, combustible y control de desertificación (Mandujano *et al.*, 2001; Reyes-Agüero *et al.*, 2005; Sáenz, 2006). Sus especies son parte del paisaje natural y de sistemas agrícolas de diferentes regiones del mundo, en América se distribuyen desde Canadá hasta Argentina (Anderson, 2001). México tiene la mayor diversidad de opuntias, por ello se considera un área de endemismo y centro de diversificación (Scheinvar *et al.*, 2010).

En el género *Opuntia*, actualmente se reconocen entre 191 y 215 especies (Anderson, 2001; Hunt, 2002), de las cuales 83 se distribuyen en México (Guzmán *et al.*, 2003) principalmente en las zonas áridas y semiáridas del país, aunque algunos autores reportan más de 93 especies silvestres (Mandujano *et al.*, 2002; Guzmán *et al.*, 2007; Scheinvar, 2010), y se han documentado alrededor de 144 variantes adicionales (Reyes-Agüero, 2005). Se cree que la diferencia en el número es por los problemas de identificación y delimitación de especies existentes en el género, debido a la variación morfológica continua, falta de descriptores claros para cada especie, alta plasticidad fenotípica, diferentes niveles de ploidía (Reyes-Agüero *et al.*, 2005), y a que las especies de *Opuntia* continúan en proceso de diferenciación, evolución y domesticación (Pinkava, 2002; Reyes & Aguirre, 2006); Actualmente la conservación *ex situ* de diferentes especies de *Opuntia*, tiene como objetivo preservar el germoplasma de este género, mejorar la semilla y elaborar guías de descripción; sin embargo, se pueden cometer errores de clasificación en los distintos procesos, desde la adquisición hasta el almacenamiento y la distribución (FAO, 2014), principalmente cuando sólo se tiene la semilla y varias accesiones, y las técnicas utilizadas en la clasificación de especies o variedades se vuelven una limitante, pues la identificación de variedades y especies de *Opuntia* se basan en características morfológicas de la planta como frutos, cladodios, espinas, areolas y flores (Valdez-Cepeda *et al.*, 2003; Reyes-Agüero *et al.*, 2005; Peña-Valdivia *et al.*, 2008; Gallegos-Vázquez *et al.*, 2011; Gallegos-Vázquez *et al.*, 2012; Espinoza-Sánchez *et al.*, 2014;

Samah & Valadez-Moctezuma, 2014). A pesar de que existe información acerca de la familia Cactaceae, las características morfológicas de las semillas se conocen poco (Prieto-García *et al.*, 2008), pues no se cuenta con caracteres recientes y confiables para la identificación de especies por medio de semillas, sumado a que los estudios morfológicos se restringen principalmente en especies comerciales. El análisis morfológico de las semillas de *Opuntia* puede ofrecer información adicional en los bancos de germoplasma (conservación *ex situ*) y en las descripciones morfológicas para identificación de especies (Johri, 1984), ya que las características de las semillas son fijadas genéticamente (Corner, 1976; Guerrero-Muñoz *et al.*, 2006), y tienen características distintivas, pues están completamente cubiertas por un tejido esclerificado derivado del funículo y presentan un grueso funículo blanco que las rodea, así como polispermo bien desarrollado y embriones curvos (resultado de la curvatura campilotrópica del óvulo; Stuppy, 2002) y una cubierta dura (Orozco-Segovia *et al.*, 2007), que para romperla se requieren presiones entre 0,2 y 4,6 kN (López-Palacios *et al.*, 2015; Aguilar-Estrada *et al.*, 2003; Reyes-Agüero *et al.*, 2005).

La importancia de la morfología de las semillas ha sido reconocida en otros grupos de plantas (Davitashvili & Karree, 2010; Liu *et al.*, 2013), y uno de los caracteres relevantes es el tamaño ya que presenta variaciones considerables en la testa y el embrión, dicho carácter puede ayudar a la identificación en el proceso de conservación *ex situ* de las especies, además se puede combinar con análisis moleculares (Hoogendijk & Williams, 2001).

La importancia de la conservación *ex situ* de *Opuntia*, y considerando a la caracterización morfológica de semillas como el conjunto de características para formar un criterio para identificar especies, en el presente estudio se estableció como objetivo evaluar las características morfológicas externas e internas de semillas de siete especies del género *Opuntia* (*Opuntia durangensis* Britton & Rose, *Opuntia engelmannii* Salm-Dyck ex Engelm, *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill, *Opuntia megacantha* Salm-Dyck, *Opuntia microdasys* (Lehm.) Pfeiff, *Opuntia rastrera* F. A. C. Weber y *Opuntia stenopetala* Engelm.), se localizan en diferentes localidades del noreste de México, con el fin de encontrar caracteres morfológicos confiables que permitan su identificación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitios de recolecta

Durante el 2016 y 2017 se recolectaron frutos maduros de siete especies del género *Opuntia* de importancia económica: tres semi-domesticadas (recolectadas en solares) que se cultivan para producir fruta y cladodios que se consumen como verdura (*O. durangensis*, *O. ficus-indica*, y *O. megacantha*), y cuatro silvestres (recolectadas en ambientes silvestres), de las cuales tres se utilizan como forraje (*O. engelmannii*, *O. rastrera* y *O. stenopetala*) y una se considera de tipo ornamental (*O. microdasys*). Las recolectas fueron en cinco municipios ubicados en el sureste del estado de Coahuila, México (Arteaga, General Cepeda, Parras de la Fuente, Ramos Arizpe y Saltillo, entre 25° 02,406' a 25° 50,657' N y 100° 00,646' a 101° 57,720' O), en altitudes ente 930 y 2464 m (Tabla 1, Fig. 1A-B, Fig. 2A-G). Los ejemplares de referencia se encuentran resguardados en el herbario del Departamento de Botánica, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Saltillo Coahuila, México (González 101564, 101565, 101566, 101567, 101568, 101569, 101570, ANSM).

Recolecta y limpieza de semilla

Se eliminaron las gloquidias y la cubierta carpelar o cascara de los frutos; cada fruto se colocó en una licuadora con las aspas cubiertas con cinta para evitar que se dañara la semilla, se licuaron por un lapso de cinco segundos con la finalidad de separar la pulpa de las semillas, para recuperarlas se filtró el líquido a través de un colador o cernedor de mano; y se realizaron varios lavados con agua corriente para eliminar los restos de pulpa y dejar completamente limpias las semillas. Estas se deshidrataron en papel filtro por 72 h a temperatura ambiente promedio de 25°C; para evitar el crecimiento de hongos, se almacenaron en bolsas de papel kraft debidamente etiquetadas con el nombre de la especie, sitio de recolecta, número de fruto y planta, a una temperatura de 25°C hasta su utilización. Las semillas pequeñas de color claro, abortivas y con malformaciones se eliminaron; dejando para el análisis las que estaban completamente desarrolladas y sin daño aparente (López-Palacios *et al.*, 2015).

Caracterización externa de la semilla

De cada especie se tomó una muestra aleatoria de 51 semillas provenientes de tres plantas por localidad, de acuerdo a Laynez *et al.* (2007). Por la dureza, tamaño y por ser campilótropas, para el estudio y análisis de las semillas se aplicó la técnica de desgaste sugerida por Guerrero-Muñoz *et al.* (2006). Cada semilla limpia, seca y viable se fijó a un portaobjetos con un adhesivo de cianocrilato, orientadas paralelamente a la sección mediana, se dejaron secar con el adhesivo durante 5 min; se fotografiaron para evaluar los caracteres externos: longitud (mm) del eje mayor (LEMA) o longitud de la línea más larga que se puede dibujar a través del objeto y longitud en mm del eje menor (LEME) o longitud de la línea más larga que se puede dibujar sobre el objeto perpendicular al eje mayor. Las fotografías fueron tomadas con una cámara digital Dino-Lite USB y el análisis de imágenes se realizó con el software Dino-Capture 2,0 (Fig. 2H).

Caracterización interna de la semilla

Después de medir los caracteres externos, las semillas se desgastaron simétricamente con una lija de agua (180 granos por unidad de superficie) hasta exponer el embrión y el endospermo, de acuerdo con lo propuesto por Guerrero-Muñoz *et al.* (2006); la superficie de cada semilla desgastada se limpió con un pincel y se le colocó una solución de IKI (0,5 % de yoduro de potasio en agua + yodo elemental hasta saturación) para teñir el almidón (Jensen, 1962) y diferenciar el área de la semilla: embrión, perispermo y testa (Guerrero-Muñoz *et al.*, 2006). La tinción se dejó reposar por 15 min., posteriormente se tomaron fotografías individuales para evaluar los caracteres internos de la semilla: grosor (mm) de testa (GT), grosor (mm) de la cubierta funicular ventral (GCFV), área (mm²) del embrión (AEM) y longitud (mm) del embrión (LE). La captura de imágenes también se realizó con la cámara digital Dino-Lite y se evaluaron con el software Dino-Capture 2,0 (Fig. 2I).

Diseño experimental y Análisis estadístico

El diseño experimental fue completamente al azar, con tres repeticiones (51 semillas por repetición). Se evaluaron seis variables cuantitativas: dos externas y cuatro internas de la semilla. El análisis incluyó, una distribución de las frecuencias ANDEVA, cuando el valor de *F* fue

Tabla 1. Sitios de recolecta, series y váucher de herbario de siete especies del género *Opuntia* distribuidas en el sureste del estado de Coahuila, México.

Num.	Especie	Serie	Grado de domesticación	Herbario y No. váucher	Sitio de colecta	Latitud norte	Longitud oeste	Altitud (m)
1	<i>Opuntia durangensis</i> Britton & Rose.	MacDougallianae	Medianamente cultivada	ANSM-101564	Rincón de los pastores, Saltillo.	25° 23,452	101° 06,465	2016
2	<i>Opuntia engelmannii</i> Salm-Dyck ex Engelm.	Phaeacanthae	Silvestre	ANSM-101565	Jaralito, General Cepeda. Cañada Ancha, Ramos Arizpe. San Martín, Ramos Arizpe. Palma Gorda, Saltillo. San Martín, Ramos Arizpe.	25° 20,297 25° 32,612 25° 34,420 25° 23,713 25° 34,433	101° 26,600 101° 02,708 101° 11,360 101° 06,143 101° 11,341	1576 1499 1793 1982 1790
3	<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill.	Ficus-indicae	Medianamente cultivada	ANSM-101566	Piedra Blanca, Arteaga. El Tunal, Arteaga. La India, Saltillo. Ramos Arizpe. Cañada Ancha, Ramos Arizpe. San Martín, Ramos Arizpe.	25° 27,793 25° 25,070 25° 02,833 25° 31,831 25° 32,612 25° 34,433	100° 36,553 100° 38,150 101° 16,304 101° 09,944 101° 02,708 101° 11,341	2304 2266 1947 1714 1499 1790
4	<i>Opuntia megacantha</i> Salm-Dyck.	Streptacanthae	Medianamente cultivada	ANSM-101567	El Tunal, Arteaga. Piedra Blanca, Arteaga. Palma Gorda, Saltillo. La Angostura, Saltillo.	25° 26,470 25° 27,780 25° 23,713 25° 19,641	100° 36,596 100° 36,580 101° 06,143 101° 03,615	2464 2296 1982 1803
5	<i>Opuntia microdasys</i> (Lehm.) Pfeiff.	Basilares	Silvestre	ANSM-101568	Jaralito, General Cepeda. El Clavel, General Cepeda. La India, Saltillo. Cañada Ancha, Ramos Arizpe. La Paila, Parras de la Fuente. Cañada Ancha, Ramos Arizpe. El Clavel, Ramos Arizpe. Palma Gorda, Saltillo.	25° 20,297 25° 39,601 25° 02,931 25° 32,626 25° 29,994 25° 32,612 25° 39,601 25° 23,713	101° 26,600 101° 43,194 101° 15,965 101° 02,644 102° 11,327 101° 02,708 101° 43,194 101° 06,143	1576 1178 1950 1499 1403 1499 1178 1982
6	<i>Opuntia rasfrena</i> F. A. C. Weber.	Phaeacanthae	Silvestre	ANSM-101569	Rincón de los Pastores, Saltillo. Santa Fe de los linderos, Saltillo. Agua Nueva, Saltillo. Jame, Arteaga. Cuautémoc, Saltillo.	25° 22,544 25° 11,534 25° 08,467 25° 15,830 25° 16,753	101° 06,568 101° 02,499 101° 06,635 100° 36,670 101° 55,175	2029 2068 2073 2056 2396
7	<i>Opuntia stenopetala</i> Engelm.	Stenopetalae	Silvestre	ANSM-101570				



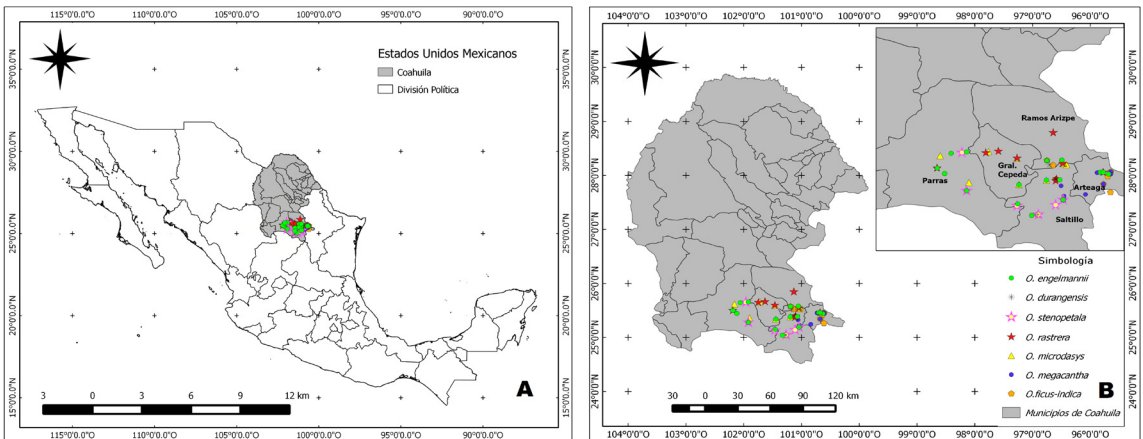


Fig. 1. Localidades de recolecta de frutos de las siete especies del género *Opuntia*, en el sureste de Coahuila, México.

significativo se realizó una comparación de medias con la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$).

Un análisis de componentes principales (CP) para identificar agrupación de las especies, respecto a las variables morfológicas confiables y discriminantes. Además, se llevó a cabo un análisis supervisado de

predicción para la clasificación de especies, y para este, se probaron dos métodos K-NN (K-Nearest-Neighbor) y LDA (Linear Discriminant Analysis) para ver cuál era mejor predictor. Los análisis se realizaron utilizando el software estadístico R (R Core Team, 2017).



Fig. 2. Frutos recolectados de las especies. **A:** *O. engelmannii*. **B:** *O. rastrera*. **C:** *O. durangensis*. **D:** *O. ficus-indica*. **E:** *O. microdasys*. **F:** *O. stenopetalae*. **G:** *O. megacantha*. **H:** Semilla de *O. rastrera* con mediciones de caracteres externos (LEMA y LEME). **I:** Semilla de *O. rastrera* limada en plano mediano con mediciones de GT. Escalas= H-I: 1 mm.

RESULTADOS

Existen diferencias entre especies con respecto a las seis variables evaluadas. *O. ficus-indica* mostró los valores de los caracteres externos (Fig. 3A, B) e internos (Fig. 4A-D) mayores. En contraste *O. engelmannii* y *O. microdasys* presentaron valores menores en los seis caracteres (Fig. 3A-B y Fig. 4A-D).

Caracterización externa de las semillas

Las semillas con mayor tamaño de LEMA y LEME se presentaron en *O. ficus-indica*; sin embargo, *O. rastrera* y *O. megacantha* mostraron una longitud similar con un tamaño de LEMA por encima de los 4 mm; en *O. durangensis* y *O. stenopetala* se observó que el tamaño de semilla es menor a las especies antes mencionadas, con una LEMA y LEME promedio de 3 mm, pero las especies *O. engelmannii* y *O. microdasys* son las que presentaron semillas más pequeñas con longitudes promedio de 2,5 mm (Tabla 2).

Caracterización interna de las semillas

GT no presentó diferencias significativas entre *O. durangensis* y *O. engelmannii*. Además, GCFV y AEM en *O. durangensis* y *O. stenopetala* tampoco mostraron diferencias significativas, generando

así un GCFV promedio de 0,99 mm, y un AEM promedio de 4 mm²; por otro lado, al analizar el carácter LE, *O. ficus-indica* y *O. rastrera* tuvieron valores similares, con un valor promedio mayor (10,99 mm). En GT también las semillas de *O. ficus-indica* presentaron una testa más gruesa con 0,80 mm, seguido de *O. rastrera* y *O. megacantha* con más de 0,60 mm de grosor, mientras que las especies *O. durangensis*, *O. engelmannii*, *O. microdasys* y *O. stenopetala* evidenciaron un GT menor a 0,55 mm. *O. microdasys* es la especie que mostró semillas con una testa más delgada menor a 0,4 mm. Para el GCFV, *O. ficus-indica* y *O. megacantha* expusieron una diferencia mayor llegando a tener semillas con un grosor por encima de 1,2 mm, en contraste *O. durangensis*, *O. engelmannii* y *O. microdasys* exhibieron un GCFV menor a 1 mm. El AEM también fue mayor en la especie *O. ficus-indica* con cerca de 7 mm², seguido de las especies *O. rastrera* con 1 mm² menos y *O. megacantha* con 2 mm² menos, mientras que *O. stenopetala* y *O. durangensis* mostraron un área del embrión similar (4 mm²), por último las especies *O. engelmannii* y *O. microdasys* mantuvieron una área menor a 3 mm². En cuanto a LE, las semillas de las especies *O. ficus-indica* y *O. rastrera* exteriorizaron valores mayores, con embriones mayores a 10 mm de longitud, mientras que en *O. megacantha* los

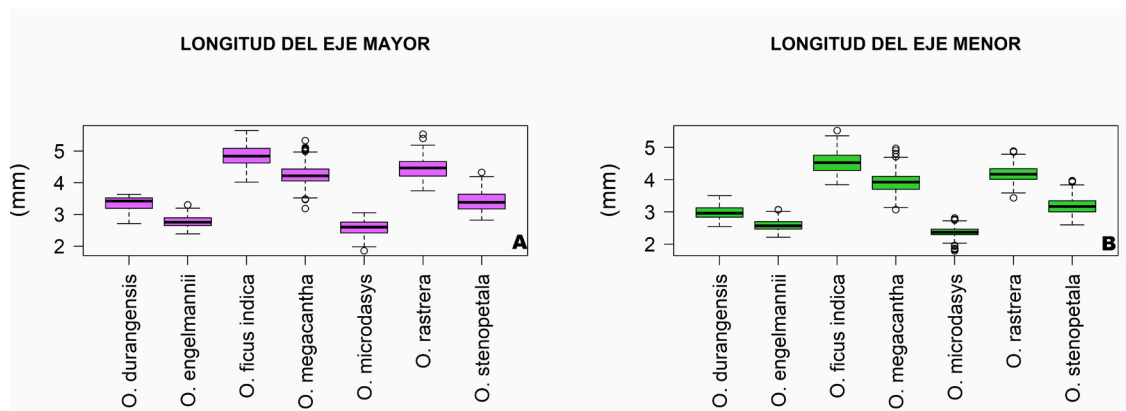


Fig. 3. Rango y distribución de los caracteres externos de siete especies del género *Opuntia*. **A:** LEMA: longitud del eje mayor en mm. **B:** LEME: longitud del eje menor en mm. Las líneas horizontales en el interior de la caja son los valores medianos. La altura de la caja es igual a la distancia intercuartil, que indica la distribución del 50% de los datos. Aproximadamente el 99% de los datos se encuentran dentro de los bigotes (las líneas de puntos que se extienden desde la parte superior e inferior de la caja). Los datos atípicos están indicados por círculos, después del extremo superior o inferior.

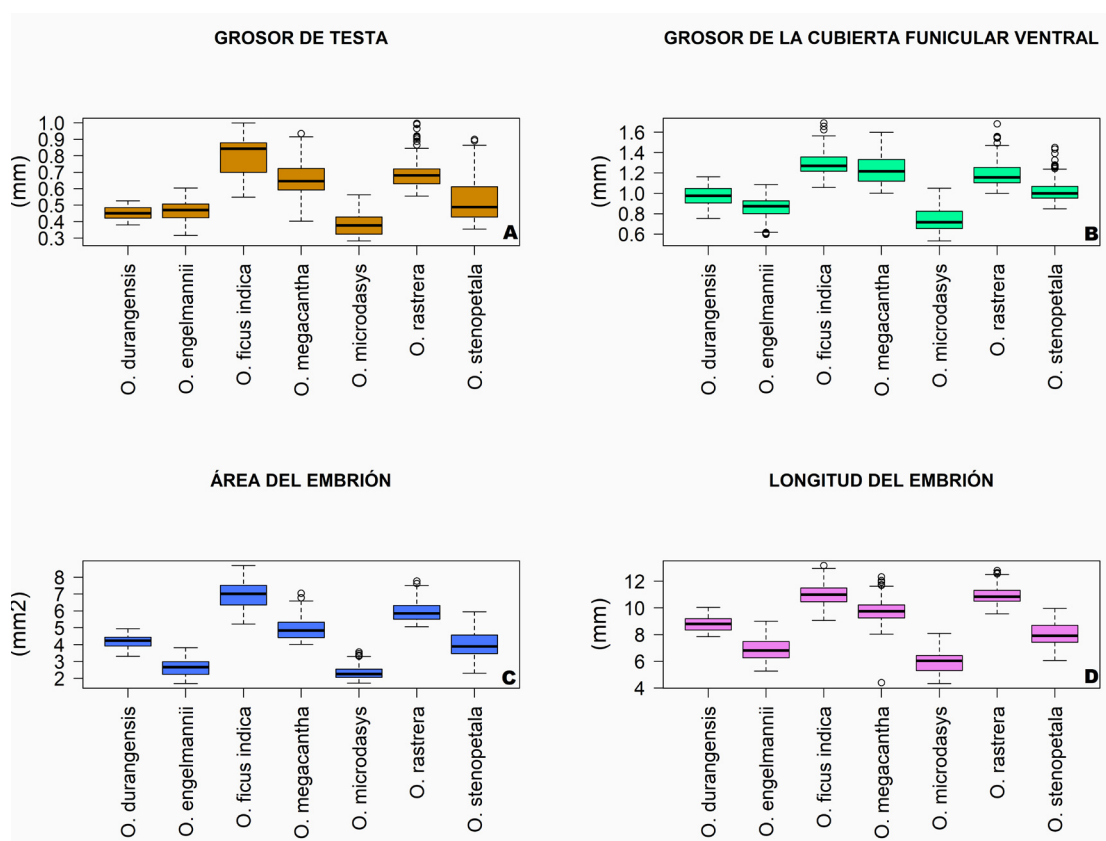


Fig. 4. Rango y distribución de los caracteres internos de siete especies del género *Opuntia*. **A:** GT: grosor de testa en mm. **B:** GCFV: grosor de la cubierta funicular ventral en mm. **C:** AEM: áreas del embrión en mm². **D:** longitud del embrión en mm. Las líneas horizontales en el interior de la caja son los valores medianos. La altura de la caja es igual a la distancia intercuartil, que indica la distribución del 50% de los datos. Aproximadamente el 99% de los datos se encuentran dentro de los bigotes (las líneas de puntos que se extienden desde la parte superior e inferior de la caja). Los datos atípicos están indicados por círculos, después del extremo superior o inferior.

embriones tuvieron una longitud promedio de 9,8 mm; y en *O. durangensis* y *O. stenopetala* la LE fue similar con una longitud de 8 mm, y *O. engelmannii* y *O. microdasys* fueron las especies que ostentaron semillas con una longitud del embrión menor a 7 mm (Tabla 2).

Análisis de componentes principales (CP)

El diagramas de dispersión obtenido de la matriz de correlación, mostró que algunos de los caracteres analizados estaban asociados, dado que presentaron altos valores de correlación con información redundante, entre dicha correlación se observaron las variables: LEMA y LEME (0,974),

AEM y LE (0,945), AEM y LEMA (0,907), LEME y AEM (0,903) y LE y LEMA (0,901), mientras que GT y el GCFV (0,736) no presentaron una correlación alta en comparación con los caracteres antes mencionados (Fig. 5).

Debido a que la mayoría de los caracteres estaban correlacionados se utilizó un análisis de CP para reconocer los atributos de las semillas que diferencian a las especies. Los primeros tres componentes principales (CP) explicaron el 96% de toda la información que aportaron las variables. El valor propio del CP1 explicó el 87% de la variación; las variables correlacionadas con este componente fueron LEMA, LEME, AEM y LE.

Tabla 2. Caracteres externos (LEMA: longitud del eje mayor y LEME: longitud del eje menor) e internos (GT: grosor de testa, GCFV: grosor de la cubierta funicular ventral, AEM: área del embrión y LE: longitud del embrión), evaluados en semillas de siete especies del género *Opuntia*. Valores con la misma letra en una columna son estadísticamente iguales (Tukey, $P \leq 0,05$). Los valores más significativos se muestran en negritas.

Especies	LEMA (mm)	LEME (mm)	GT (mm)	GCFV (mm)	AEM (mm ²)	LE (mm)
<i>Opuntia durangensis</i> Britton & Rose.	3,329 ^d	2,969 ^e	0,4523 ^e	0,9725 ^d	4,207 ^d	8,775 ^c
<i>Opuntia engelmannii</i> Salm-Dyck ex Engelm.	2,781 ^e	2,583 ^f	0,4633 ^e	0,8453 ^e	2,670 ^e	6,916 ^e
<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill.	4,843^a	4,529^a	0,8028^a	1,292^a	6,941^a	11,030^a
<i>Opuntia megacantha</i> Salm-Dyck.	4,237 ^c	3,893 ^c	0,6504 ^c	1,237 ^b	4,923 ^c	9,815 ^b
<i>Opuntia microdasys</i> (Lehm.) Pfeiff.	2,569 ^f	2,379 ^a	0,3821 ^f	0,7459 ^e	2,365 ^f	6,019 ^f
<i>Opuntia rastrera</i> F. A. C. Weber.	4,451 ^b	4,169 ^b	0,6914 ^b	1,186 ^c	5,946 ^b	10,960^a
<i>Opuntia stenopetala</i> Engelm.	3,437 ^d	3,176 ^d	0,5348 ^d	1,024 ^d	4,030 ^d	8,026 ^d

Para el CP2 el valor propio representó el 5% de la variación, y estuvo relacionado con la variable GCFV. Mientras que el CP3 explicó el 4% y estuvo relacionado con la variable GT. Por medio de un bi-plot se logró apreciar que las variables GCFV y GT son las que más discriminan, principalmente GCFV pues discriminó en los dos componentes (Fig. 6).

El diagrama de dispersión mostró que los primeros dos componentes (CP1 y CP2) explicaron

el 92% de la variación total. La proyección de las siete especies mostró una dispersión horizontal (Fig. 7), las especies que se ubicaron en el extremo izquierdo del CP1 fueron *O. microdasys* y *O. engelmannii*, en contraste *O. ficus-indica* y *O. megacantha* se situaron a la derecha del mismo componente, ya que tienen valores más altos en los caracteres evaluados. *O. stenopetala*, *O. durangensis* y *O. rastrera*, se mantuvieron más dispersas dentro de los componentes (Fig. 7).

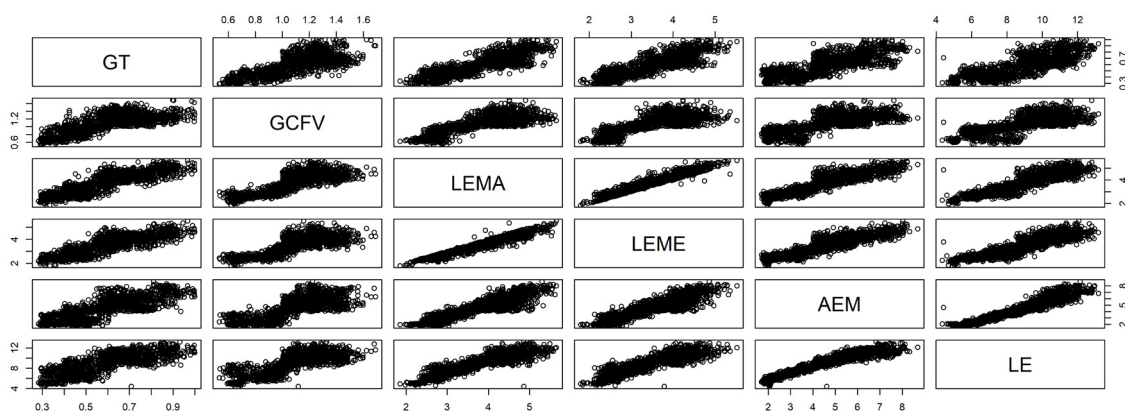


Fig. 5. Diagrama de dispersión que muestra la relación entre las variables morfológicas evaluadas en siete especies del género *Opuntia*. GT: grosor de testa, GCFV: grosor de la cubierta funicular ventral, LEMA: longitud del eje mayor, LEME: longitud del eje menor, AEM: área del embrión y LE: longitud del embrión.

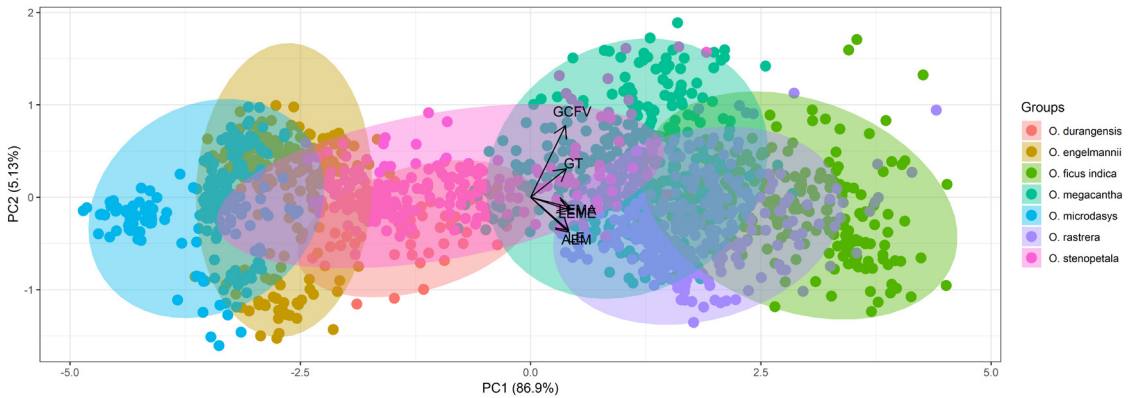


Fig. 6. Bi-plot que muestra las variables morfométricas discriminantes en siete especies del género *Opuntia*. GT: grosor de testa, GCFV: grosor de la cubierta funicular ventral, LEMA: longitud del eje mayor, LEME: longitud del eje menor, AEM: área del embrión y LE: longitud del embrión.

Para poner de manifiesto si hay tendencias espaciales con respecto a la variabilidad de los rasgos analizados, se preparó el gráfico de puntos con los primeros dos componentes (CP1 y CP2) agregando municipios de recolecta, y se observó una aglomeración por especie, la cual no depende de las localidades (Fig. 7).

Análisis supervisado de predicción

Al probar los métodos K-NN y LDA, el modelo LDA obtuvo una tasa de error del 21%, mientras

que con K-NN el error fue de 17%, por lo tanto, se utilizó K-NN para la predicción de especies.

El método K-NN indicó que los individuos fueron clasificados correctamente en el 83% de los casos. En *O. durangensis* el 60% de las semillas fueron clasificados de manera correcta, mientras que el 40% como pertenecientes a *O. megacantha*. Un patrón similar ocurrió con *O. rastrera* ya que el 62% de las observaciones se clasificó de manera correcta, el 22% como *O. megacantha* y el 16% como *O. ficus-indica*. En *O. engelmannii* el 88% se

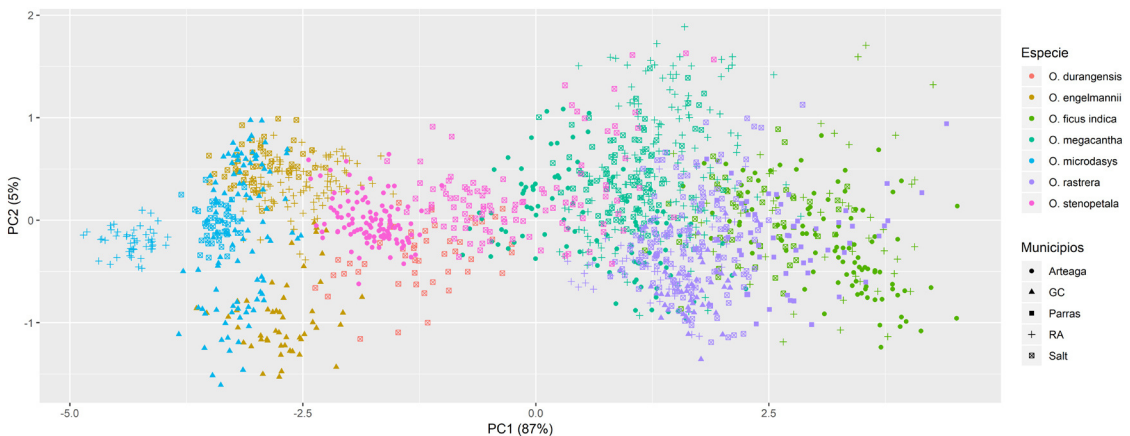


Fig. 7. Análisis de componentes principales de la morfología de semillas, basados en seis variables cuantitativas con respecto a siete especies del género *Opuntia* y a los municipios de colecta. Municipios: Arteaga; GC: General Cepeda; Parras: Parras; RA: Ramos Arizpe y Salt: Saltillo. Los porcentajes entre paréntesis representan la varianza de cada componente.

Para poner de manifiesto si hay tendencias espaciales con respecto a la variabilidad de los rasgos analizados, se preparó el gráfico de puntos con los primeros dos componentes (CP1 y CP2) agregando municipios de recolecta, y se observó una aglomeración por especie, la cual no depende de las localidades (Fig. 7).

Análisis supervisado de predicción

Al probar los métodos K-NN y LDA, el modelo LDA obtuvo una tasa de error del 21%, mientras que con K-NN el error fue de 17%, por lo tanto, se utilizó K-NN para la predicción de especies.

El método K-NN indicó que los individuos fueron clasificados correctamente en el 83% de los casos. En *O. durangensis* el 60% de las semillas fueron clasificados de manera correcta, mientras que el 40% como pertenecientes a *O. megacantha*. Un patrón similar ocurrió con *O. rastrera* ya que el 62% de las observaciones se clasificó de manera correcta, el 22% como *O. megacantha* y el 16% como *O. ficus-indica*. En *O. engelmannii* el 88% se clasificó correctamente, un 9% se clasificó como *O. microdasys* y un 3% como *O. durangensis*. Para *O. ficus-indica* en el 86% de los casos las observaciones fueron correctamente predichas, aunque el 14% fue como *O. rastrera*. En *O. megacantha* el 87% de los individuos fueron clasificados de manera correcta, sin embargo, el 5% como *O. rastrera* y el 1.5% como *O. ficus-indica* y *O. stenopetala*. En contraste, para *O. microdasys* la predicción fue 100% correcta. Finalmente, en *O. stenopetala* el 82 % de las observaciones fueron clasificadas de manera correcta, el 5% como *O. durangensis* y *O. megacantha*, el 4% como *O. engelmannii* y el 2% con características de *O. microdasys* y *O. rastrera*.

DISCUSIÓN

Las especies en estudio pertenecen a series diferentes, por lo tanto, las diferencias morfológicas en las plantas son claras, sin embargo, cuando solamente se tiene semilla, la correcta identificación de especies se complica, aunado a que no se tienen caracteres morfológicos confiables de las semillas de *Opuntia*. En este trabajo el análisis de varianza presentó diferencias significativas ($P < 0,05$) entre las siete especies de *Opuntia* para los caracteres externos e internos evaluados, lo que sugiere la

existencia de diversidad en los rasgos morfológicos de semillas.

Al aplicar CP como análisis exploratorio no supervisado, fue útil en la caracterización, permitiendo tener un criterio en la discriminación de especies. Esto se corrobora con Sassone *et al.* (2013), quienes señalan la importancia de los análisis multivariantes para ver diferencias entre especies y la utilidad en la evaluación de entidades taxonómicas.

El CP1 se asoció más con el tamaño de la semilla, en cambio el CP2 y CP3 se relacionaron con características de grosor de las partes internas de la semilla. De esta forma las características cuantitativas internas y externas de la semilla, forman un criterio a la explicación de la diversidad de *Opuntia*.

Los caracteres que más ayudaron a diferencias entre especies fueron GCFV y GT al presentar coeficientes de variación más altos en el análisis de CP, principalmente con el GCFV ya que la dirección de la diferenciación es horizontal y discrimina en ambos componentes (CP1 y CP2); mientras que LEMA, LEME, estuvieron altamente relacionadas, mostrando un alto grado de dependencia entre sí, lo mismo ocurrió con el AEM y LE al presentar información redundante, sin embargo, la multicolinealidad puede atenuarse si se eliminan los caracteres LEMA y LE. Por otro lado, la ordenación de las especies en ambos componentes, indica que *O. ficus-indica*, *O. megacantha* y *O. rastrera* se caracterizan por presentar semillas de mayor tamaño, con testa y cubierta funicular ventral gruesa, y con embriones más grandes al agruparse en la parte positiva del eje; mientras que *O. microdasys* y *O. engelmannii* se diferencian por tener semillas más pequeñas, con testa y cubierta funicular ventral delgada y embriones pequeños, ya que se agrupan en la parte negativa del eje. *O. stenopetala* y *O. durangensis* exhibieron una mayor variación en el tamaño y grosor, ya que el agrupamiento se da en ambos ejes.

Pareciera que, el agrupamiento existente entre las especies está relacionado con el grado de domesticación, puesto que *O. ficus-indica* y *O. megacantha* son especies semi-domesticadas y presentaron semillas más grandes en comparación con *O. microdasys* y *O. engelmannii*, dichos resultados parecen coincidir con Aguilar-Estrada *et al.* (2003) pues al evaluar diferentes variantes

de *Opuntia*, determinaron que las semillas con dimensiones pequeñas prevalecían más en las variantes silvestres, sin embargo, también *O. rastrera* se agrupa con las especies de más grado de domesticación, de tal manera que la relación del tamaño de la semilla puede ser más bien un rasgo adaptativo asociado con la dimensión y el establecimiento de la especie, como lo mencionan Obeso *et al.* (2011). Pero Reyes-Agüero *et al.* (2004) al hacer un análisis de la variación morfológica de 38 variantes mexicanas de *O. ficus-indica*, consideradas como exclusivas de los ambientes más antropizados y con el mayor grado de domesticación (Reyes-Agüero *et al.*, 2005), concluyeron que las presiones de selección bajo domesticación, generan una reducción en el número de semillas normales y en el tamaño de la semilla, caso contrario con lo observado, por López-Borja *et al.* (2017) al estudiar la variación morfológica de *O. jaliscana* en poblaciones silvestres obtuvieron diferencias estadísticas entre sitio en cuanto a la longitud de las semillas. Por otro lado, López-Palacios *et al.* (2019) al caracterizar frutos y semillas de diferentes especies de *Opuntia* observaron en *O. albicarpa* y *O. ficus-indica* que a mayor grado de domesticación mayor es el contenido de semillas abortadas y el tamaño es menor.

Por otro lado, se cree que el tamaño de la semilla está relacionado con el nivel de ploidía, Tiwari *et al.* (2010) determinaron que las semillas tetraploides de *Arabidopsis thaliana* fueron más grandes y pesadas que las semillas diploides y triploides. Cota-Sánchez (2004) observó que el tamaño de la semilla de *Rhizopalis baccifera* y las células de la testa aumentan con la ploidía, con máxima expresión en las poblaciones poliploides, esto coincide sólo con *O. ficus-indica* y *O. megacantha* al ser especies octaploides y con un tamaño de semilla mayor y con *O. microdasys* por ser diploide y haber presentado semillas pequeñas (González, 2019), pero está tendencia no se mantiene con las demás especies, ya que *O. rastrera* tetraploide presentó semillas de mayor tamaño, mientras que *O. engelmannii* es octaploide (González, 2019) y sus semillas fueron más pequeñas. En contraste Adewale *et al.* (2012), mencionan que la variabilidad de las características físicas, como la longitud, el ancho, el grosor de las semillas del género *Opuntia* es un atributo con un valor taxonómico, y ecológico dentro del género. Baloch *et al.* (2001), observaron que la

variación en el tamaño de la semilla muestra una relación en la germinación y establecimiento de las plántulas, y esto coincide con lo encontrado en este estudio, ya que en *O. ficus-indica*, *O. megacantha* y *O. rastrera* que presentaron semillas de mayor tamaño en comparación con las demás especies, se han reportado porcentajes de germinación mayores al 80%, mientras que en *O. microdasys*, *O. engelmannii*, *O. durangensis*, *O. stenopetala* y *O. durangensis* los porcentajes de germinación son de 0 al 60% (González *et al.*, 2018), lo que nos indica que las semillas de *Opuntia* de mayor tamaño almacenan más reservas y en consecuencia puede producir una plántula con mayor porcentaje de germinación (Linkies *et al.*, 2010), también se ha relacionado al grosor de testa con la germinación, al jugar un papel importante en el proceso de absorción de agua (Domínguez-Domínguez *et al.*, 2007). Al respecto Stuppy (2002) señala que la semilla de *Opuntia* tiene un tamaño pequeño, ovalado, y el embrión tiene forma de espiral alrededor de un perispermo plegado fuertemente reducido, ya que, si la longitud del embrión aumenta, la capacidad de almacenamiento también se incrementa, esto explicaría la relación con el porcentaje de germinación encontrado por González *et al.* (2018). Y Baskin & Baskin (2014) y Romero-Saritama (2015) mencionan que los rasgos internos de las semillas generalmente han sido relacionados con el comportamiento germinativo y el tipo de dormición en las semillas, factores a tomar en cuenta en la conservación *ex situ*.

El análisis morfológico de semillas de diferentes especies del género *Opuntia* funcionaría en la conservación *ex situ* como un criterio en la diferenciación de especies, cuando lo que se tiene es semilla, en especial entre especies cercanas taxonómicamente, ya que el potencial de un banco de germoplasma radica en las introducciones que permitan evitar duplicados e identificar accesiones para procesos de selección y conservación (Fischer *et al.*, 2000), los caracteres con potencial discriminante como GT y GCFV podrían ser de utilidad en la clasificación taxonómica del género *Opuntia*, pues son caracteres que no se han tomado en cuenta, también se podrían adicionar caracteres morfológicos confiables en la descripción de las especies (Caruso *et al.*, 2010; Valadez-Moctezuma *et al.*, 2014; Helsen *et al.*, 2009), por la variación morfológica que presentan (Bravo-Hollis, 1978;

Pimienta-Barrios & Muñoz-Urías, 1995; Scheinvar, 1995; Muñoz-Urías *et al.*, 2008).

Con respecto a la aglomeración interespecífica, Solís-Neffa (2010) y Nooryazdan *et al.* (2010) han hecho hincapié en que el origen geográfico puede afectar la variación morfológica, pero al realizar el análisis de CP con las diferentes rutas de colecta notamos que las diferencias interespecíficas existentes se deben a la especie y no a las localidades, sin embargo, el área de recolecta para este estudio, comparativamente con el área de distribución de estas especies en el norte de México, es reducida. No obstante, cabe hacer mención que la identificación de especies del género está enfocada a caracteres de la altura de las plantas, los cladodios, el fruto y la flor, los cuales se usan de forma tradicional en la taxonomía de los nopales (Scheinvar, 1995; Scheinvar *et al.*, 2010). Esto ocurre a pesar de que tales descriptores se ven considerablemente afectados por las condiciones geográficas del entorno. Del mismo modo, y aunque los atributos de las flores se consideran estables, Fuentes-Pérez *et al.* (2009) informaron que las características anatómicas florales de cinco especies del género *Opuntia* no fueron decisivas en la separación taxonómica entre especies. Las semillas están poco influenciadas por la presión ambiental, y esto debido principalmente a su estructura genética, dureza, efecto protector ofrecido por la pulpa, la testa y al corto periodo de exposición de los frutos a factores ambientales (Haridasan & Mukherjee, 1988; Samah & Valadez-Moctezuma, 2014), por lo tanto el análisis morfológico de semillas puede ayudar a los estudios taxonómicos, sistemáticos, arqueológicos, de paleobotánica y tiene utilidad para agricultores y horticultores que pueden disponer de dicha información para mejorar el cultivo e identificar las especies por medio de semillas (Johri, 1984).

Por otro lado, como parte del análisis para la predicción de especies, el método de K-vecinos más cercanos (K-NN), por medio de datos de entrenamiento generados mediante 500 repeticiones logró hacer una predicción por arriba del 80% en la clasificación de las especies, lo que indicó que los caracteres morfológicos evaluados son confiables para clasificar especies de *Opuntia*. En *O. microdasys* al hacer la predicción el método obtuvo una precisión de clasificación del 100%.

CONCLUSIONES

La utilización de métodos multivariantes en el análisis morfológico de semillas de diferentes especies de *Opuntia* ayudó a distinguir caracteres de importancia, que pueden establecer un criterio en la identificación de especies de *Opuntia*. El grosor de testa (GT) y de la cubierta funicular ventral (GCFV), fueron los caracteres que más discriminaron, estos se pueden tomar en cuenta como descriptores potenciales para la asignación de especies o variedades del género *Opuntia*.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Todos los autores han realizado conjuntamente y a partes iguales la colecta de datos, su interpretación y redacción del manuscrito.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el otorgamiento de una beca de investigación de postgrado (230972) y a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por el financiamiento del proyecto (UAAAN-38111-4251-05001-2237).

BIBLIOGRAFÍA

- ADEWALE, B. D., D. J. DUMET, I. VROH-BI, O. B. KEHINDE, D. K. OJO, A. E. ADEGBITE, & J. FRANCO. 2012. Morphological diversity analysis of African yam bean and prospects for utilization in germplasm conservation and breeding. *Genet. Resources Crop Evol.* 59: 927-936. <http://dx.doi.org/10.1007/s10722-011-9734-1>
- AGUILAR-ESTRADA, A., J. A. REYES-AGÜERO & J. R. AGUIRRE. 2003. Caracterización de la semilla de 403 variantes de nopal (*Opuntia* spp.). In: Esparza, F. G., L. M. A. Salas, C. J. Mena, y R. D. Valdez Z. (eds). *Memoria del IX Congreso Nacional y VII Internacional sobre Conocimiento y Aprovechamiento del Nopal*, pp. 117-120. Zacatecas, México.
- ANDERSON, E. F. 2001. *The Cactus Family*. Timber Press, Portland, Oregon. 776.

A. Gonzalez-Cortés et al. - Morfología de semillas de *Opuntia*

- BALOCH, H. A., A. DITOMASSO & A. K. WATSON. 2001. Intrapopulation variation in *Abutilon theophrasti* seed mass and its relationship to seed germinability. *Seed Sci. Res.* 11: 335-343.
- BASKIN, J.M., C. C. BASKIN. 2004. A classification system for seed dormancy. *Seed Sci. Res.* 14: 1-16
- BRAVO-HOLLIS, H. 1978. *Las cactáceas de México*. Vol. 1. 2nd ed. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- CARUSO, M., S. CURRÒ, G. LAS CASAS, S. LA MALFA & A. GENTILE. 2010. Microsatellite markers help to assess genetic diversity among *O. ficus-indica* cultivated genotypes and their relation with related species. *Pl. Syst. Evol.* 290:85-97. <https://doi.org/10.1007/s00606-010-0351-9>.
- CORNER, E. J. 1976. *The Seeds of Dicotyledons*. Vol. 1. Cambridge University Press, London, New York.
- COTA-SÁNCHEZ, J. H. 2004. Vivipary in the Cactaceae: its taxonomic occurrence and biological significance. *Flora*. 199: 481-490. <https://doi.org/10.1078/0367-2530-00175>
- DAVITASHVILI, N. & G. KARRER. 2010. Taxonomic importance of seed morphology in *Gentiana* (Gentianaceae). *Bot. J. Linn. Soc.* 162:101-115. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.2009.01020.x>
- DOMÍNGUEZ-DOMÍNGUEZ, S., A. DOMÍNGUEZ-LÓPEZ, A. GONZÁLEZ-HUERTA, S. NAVARRO-GALINDO. 2007. Cinética de imbibición e isothermas de adsorción de humedad de la semilla de Jamaica (*Hibiscus sabdarifa* L.) *Rev. Mex. Ing. Quím.* 3:309-316.
- ESPINOZA-SÁNCHEZ, E. A., H. SILOS ESPINO, S. FLORES-BENÍTEZ, L. VALERA MONTERO, E. RODRÍGUEZ-SALAZAR & C. GALLEGOSVÁZQUEZ. 2014. Agrupamiento de genotipos de nopal (*Opuntia* spp.) de México por medio de la técnica de AFLPs y características del fruto. *Phyton (Buenos Aires)*. 83: 299-306.
- FAO. 2014. Normas para bancos de germoplasma de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. Edición revisada. Roma. 182.
- FISHER, G., R. FLÓREZ, D. ANGEL, R. & SORA. 2000. Producción, poscosecha y exportación de la *uchuva Physalis peruviana* L. Bogotá: *Universidad Nacional de Colombia*. 175.
- FUENTES-PÉREZ, M., T. TERRAZAS & S. ARIAS. 2009. Anatomía floral de cinco especies de *Opuntia* (Opuntioideae, Cactaceae) de México. *Polibotánica* 27:89-102.
- GALLEGOS-VÁZQUEZ, C. & C. MONDRAGÓN-JACOBO. 2011. *Cultivares selectos de tuna de México al mundo*. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas, Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SNICS-SAGARPA) y Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- GALLEGOS-VÁZQUEZ, C., L. SCHEINVAR, C. NÚÑEZ-COLÍN & C. MONDRAGÓN-JACOBO. 2012. Morphological diversity of xocostles (*Opuntia* spp.) or acidic cactus pears: a Mexican contribution to functional foods. *Fruits*. 67: 109-120. <https://doi.org/10.1051/fruits/2012001>
- GONZÁLEZ-CORTÉS, 2019. Niveles de ploidía, morfología y germinación de Semillas en especies del género *Opuntia* del sureste de Coahuila, Mex. Tesis Doctorado. UAAAN. 134.
- GONZALEZ-CORTÉS, A., M. H. REYES-VALDÉS, V. ROBLEDO-TORRES, J. A. VILLARREAL-QUINTANILLA, & F. RAMÍREZ-GODINA. 2018. Pre-germination treatments in four prickly pear cactus (*Opuntia* sp.) species from Northeastern Mexico. *AJCS*. 12:1676-1684. <https://doi:10.21475/ajcs.18.12.10.pne1430>.
- GUERRERO-MUÑOZ, P., H. ZAVALA-MANCERA, A. BARRIENTOS-PRIEGO, C. GALLEGOS-VÁZQUEZ, C. NÚÑEZ-COLIN, E. VALADEZ-MOCTEZUMA & J. CUEVAS-SÁNCHEZ. 2006. Technique for the study of the internal hard seed micromorphology in *Opuntia*. *Revista Fitotec. Mex.* 29:37-43.
- GUZMÁN, U., S. ARIAS & P. DÁVILA. 2003. *Catálogo de Cactáceas Mexicanas*. Universidad Nacional Autónoma de México, CONABIO. México D.F.
- GUZMÁN, U., S. ARIAS & P. DÁVILA. 2007. *Catálogo de autoridades taxonómicas de las cactáceas (Cactaceae: Magnoliopsida) de México*. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. Base de datos SNIB-CONABIO, proyectos Q045 y AS021. México.
- HARIDASAN, V. K. & P. MUKHERJEE. 1988. Seed surface features of some members of the Indian Campanulaceae. *Phytomorphology*. 37:277-285.
- HELSEN, P., P. VERDYCK, A. TYE & S. D. VAN. 2009. Low levels of genetic differentiation between *Opuntia echios* varieties on Santa Cruz (Galápagos). *Pl. Syst. Evol.* 279: 1-10.
- HUNT, D. 2002. Alphabetical List of Currently Accepted Species. In: HUNT, D. and N. TAYLOR (Eds.). *Studies in the Opuntioideae*, pp. 250-255. The Manse and Chapel Lave. Sherborne, UK.

- HOOGENDIJK, M. & E. D. WILLIAMS. 2001. Characterizing the genetic diversity of home garden crops: some examples from the Americas. Proceedings of the Second International Home Gardens Workshop: *Contribution of Home Gardens and In-situ Conservation of Plant Genetic Resources in Farming Systems* (Eds. Watson J.W. and Eyzaguirre P.B), pp. 34-40. IPGRI, Germany.
- JENSEN, W. A. 1962. *Botanical Histochemistry. Principles and Practice*. W. H. Freeman and Company, San Francisco.
- JOHRI, B. M. 1984. *Embriology of angiosperms*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
<https://doi.org/10.1007/978-3-642-69302-1>
- LAYNEZ, J. A., J. MÉNDEZ & J. MAYZ. 2007. Crecimiento de plántulas a partir de tres tamaños de semilla de dos cultivares de maíz (*Zea mays* L.), sembrados en arena y regados con tres soluciones osmóticas de sacarosa. *Idesia*. 25:21-36.
- LINKIES, A., K. GRAEBER, C. KNIGHT & G. LEUBNER-METZGER. 2010. The evolution of seeds. *New Phytol.* 86: 817-831.
<https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2010.03249.x>
- LIU, L. L., YU WB, LI DZ, R. R. MILL & H. WANG. 2013. Seed morphological diversity of *Pedicularis* (Orobanchaceae) and its taxonomic significance. *Pl. Syst. Evol.* 299: 1645- 657.
<https://doi.org/10.1007/s00606-013-0821-y>
- LÓPEZ-BORJA, E.N., R. L. ROMO-CAMPOS, H. J. ARREOLA-NAVA, A. MUÑOZ URIAS, & S. LOZA-CORNEJO. 2017. Variación morfológica en *Opuntia jaliscana* (Cactaceae). *Anales Jard. Bot. Madrid* 74: e058.
<http://dx.doi.org/10.3989/ajbm.2431>
- LÓPEZ-PALACIOS, C., J. A. REYES-AGÜERO, C. B. PEÑA-VALDIVIA, J. R. AGUIRRE-RIVERA. 2019. Physical characteristics of fruits and seeds of *Opuntia* sp. as evidence of changes through domestication in the Southern Mexican Plateau. *Genet. Resources Crop Evol.* 66:349-362
<https://doi.org/10.1007/s10722-018-0712-8>
- LÓPEZ-PALACIOS, C., C. PEÑA-VALDIVIA, J. A. REYES-AGÜERO, J. R. AGUIRRE-RIVERA, H. M. RAMÍREZ-TOBIÁS, R. M. SOTO-HERNÁNDEZ & J. F. JIMÉNEZ-BREMONT. 2015. Inter- and intra-specific variation in fruit biomass, number of seeds, and physical characteristics of seeds in *Opuntia* spp., Cactaceae. *Genet. Resources Crop Evol.* 62: 1205-1223.
<https://doi.org/10.1007/s10722-015-0223-9>
- MANDUJANO, M. C., C. MONTAÑA, M. FRANCO, J. GOLUBOV & A. M. FLORES. 2001. Integration of demographic annual variability in a clonal desert cactus. *Ecology*. 82: 344-359.
[https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2001\)082\[0344:IODAVI\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2001)082[0344:IODAVI]2.0.CO;2)
- MANDUJANO, M. C., J. GOLUBOV & J. REYES. 2002. Lo que usted siempre quiso saber sobre las cactáceas y nunca se atrevió a preguntar. *CONABIO. Biodiversitas*. 40: 4-7.
- MUÑOZ-URÍAS, A., G. PALOMINO-HASBACH, T. TERRAZAS, A. GARCÍA- VELÁZQUEZ & E. PIMIENTA-BARRIOS. 2008. Variación anatómica y morfológica en especies y entre poblaciones de *Opuntia* en la porción sur del desierto Chihuahuense. *Bol. Soc. Bot. México*. 83: 1-11.
- NOORYAZDAN, H., H. SERIEYS, R. BACILIERI & J. DAVID. 2010. Structure of wild annual sunflower (*Helianthus annuus* L.) accessions based on agromorphological traits. *Genet. Resources Crop Evol.* 57: 27-39.
<https://doi.org/10.1007/s10722-009-9448-9>
- OBESO, JR., I. MARTÍNEZ, D. GARCÍA. 2011. Seed size is heterogeneously distributed among destination habitats in animal dispersed plants. *Basic Appl. Ecol.* 12:134-140
- OROZCO-SEGOVIA, A., J. MÁRQUEZ-GUZMÁN, E. M. SÁNCHEZ-CORONADO, A. GAMBOA DE BUEN, M. J. BASKIN & C. C. BASKIN. 2007. Seed anatomy and water uptake in relation to seed dormancy in *Opuntia tomentosa* (Cactaceae, Opuntioideae). *Ann. Bot. (Oxford)*. 99: 581-592.
<https://doi.org/10.1093/aob/mcm001>
- PEÑA-VALDIVIA, C. B., M. LUNA-CAVAZOS, J. CARRANZA-SABAS, J. REYES-AGÜERO & A. FLORES-HERNÁNDEZ. 2008. Morphological characterization of *Opuntia* spp: A multivariate analysis. *J. Prof. Assoc. Cactus*. 10: 1-21.
- PIMIENTA-BARRIOS, E. & A. MUÑOZ-URIAS. 1995. Domestication of opuntias and cultivated varieties. In: BARBERA G., INGLESE P. & PIMIENTA-BARRIOS E. Eds. *Agroecology, Cultivation and Uses of Cactus Pear*, pp. 58-63. FAO, Roma.
- PINKAVA, D. J. 2002. On the evolution of the continental North American Opuntioideae (Cactaceae). In: D. HUNT & N. TAYLOR (eds.). *Studies in the Opuntioideae* (Cactaceae), pp. 59-98. *Succ. Pl. Res.* Vol. 6.
- PRIETO-GARCÍA, F., M. MÉNDEZ-MARZO, E. PÉREZ-CRUZ, S. FILARDO-KERSTUPP & B. CRUZ-MARTÍNEZ. 2008. Morfología, tamaño

A. Gonzalez-Cortés et al. - Morfología de semillas de *Opuntia*

- y distribución de partículas en semillas de cinco especies del género *Opuntia*. *Univ. Ci.* 24: 159-162.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2017. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. <http://www.R-project.org> (01 de febrero de 2018).
- REYES-AGÜERO, J. A., R. J. AGUIRRE & F. CARLÍN. 2004. Análisis preliminar de la variación morfológica de 38 variantes mexicanas de *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller. En: ESPARZA, G., R. VALDEZ, & J. MÉNDEZ G. (Eds.), *El Nopal, Tópicos de actualidad*, pp. 21-47. Universidad Autónoma Chapingo and Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- REYES-AGÜERO, J. A., R. J. AGUIRRE & M. H. HERNÁNDEZ. 2005. Systematic notes and a detailed description of *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. (Cactaceae). *Agrociencia (Montecillo)*. 39: 395-408.
- REYES-AGÜERO, J. A. & R. J. AGUIRRE. 2006. Geographical distribution of *Opuntia* in Mexico. International Cactus Pear Conference. University of the Free State, Bloemfontein, South Africa.
- ROMERO-SARITAMA, J.M. 2015. Rasgos morfológicos de frutos, semillas y embriones de *Cinchona officinalis* L. (Rubiaceae) en el sur del Ecuador. *Rev. Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas* 36: 27-35.
- SÁENZ, C. 2006. *Utilización agroindustrial del nopal*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma.
- SAMAH, S. & E. VALADEZ-MOCTEZUMA. 2014. Morphological Seeds Descriptors for Characterize and Differentiate Genotypes of *Opuntia* (Cactaceae, Opuntioideae). *Annual Rev. Res. Biol.* 4: 3791-3809. <https://doi.org/10.9734/ARRB/2014/11606>
- SASSONE, A. B., M. L. GIUSSANI & R. E. GUAGLIANONE. 2013. Multivariate studies of *Ipheion* (Amaryllidaceae, Allioideae) and related genera. *Pl. Syst. Evol.* 299: 1561-1575. <https://doi.org/10.1007/s00606-013-0819-5>
- SCHEINVAR, L., G. OLALDE, S. FILARDO & P. BECKLER. 2010. Diez especies mexicanas productoras de xoconostles: *Opuntia* spp. y *Cylindropuntia imbricata* (Cactaceae). Universidad Nacional Autónoma de México, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo y Universidad Autónoma Metropolitana, México.
- SCHEINVAR, L. 1995. Taxonomy of utilized opuntias. In: BARBERA G., INGLESE P., & E. PIMIENTA-BARRIOS (Eds.), *Agro-ecology, Cultivation and Uses of Cactus Pear*, pp. 20-27. FAO, Roma.
- SOLÍS-NEFFA, V. G. 2010. Geographic patterns of morphological variation in *Turnera sidoides* subsp. *pinatifida* (Turneraceae). *Pl. Syst. Evol.* 284: 231-253. <https://doi.org/10.1007/s00606-009-0249-6>
- STUPPY, W. 2002. Seed characters and the classification of the Opuntioideae (Cactaceae). *Succ. Pl. Res.* 6: 25-58.
- TIWARI, S., M. SPIELMAN, R. SCHULZ, J. R. OAKEY, G. KELSEY, A. SALAZAR, K. ZHANG, R. PENNELL & J. R. SCOTT. 2010. Transcriptional profiles underlying parent-of-origin effects in seeds of *Arabidopsis thaliana*. *B. M. C. Pl. Biol.* 10:72. <https://doi.org/10.1186/1471-2229-10-72>
- VALADEZ-MOCTEZUMA, E., Q. ORTIZ-VÁSQUEZ & S. SAMAH. 2014. Molecular based assessment of genetic diversity of xoconostle accessions (*Opuntia* spp.). *African J. Biotechnol.* 13: 202-210. <https://doi.org/10.5897/AJB2013.13350>
- VALDEZ-CEPEDA, R. D., M. BLANCO, A. MURILLO, M. MÁRQUEZ, Q. MAGALLANES, R. RUIZ-GARDUÑO, J. GARCÍAHERNÁNDEZ, J. LEDESMA-MARES & F. MACÍASRODRÍGUEZ. 2003. Fertilización química en Fertilización química en nopal. En: MURILLO, A. B.; D. TROYO, J. GARCÍA-HERNÁNDEZ. (Eds.), *El Nopal, Alternativa para la Agricultura de Zonas Áridas en el Siglo XXI*, pp. 117-136. Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste, S. C. La Paz, B. C. S. México.



ESTRUCTURA MORFO-ANATÓMICA Y SALIDA DE DORMICIÓN FÍSICA DE LAS SEMILLAS DE *MALVASTRUM COROMANDELIANUM* SSP. *COROMANDELIANUM* (MALVACEAE)

MORPHO-ANATOMICAL STRUCTURE AND PHYSICAL DORMANCY BREAKING OF *MALVASTRUM COROMANDELIANUM* SSP. *COROMANDELIANUM* (MALVACEAE) SEEDS

Guadalupe Galíndez^{1,2*} , Diego López-Spahr^{1,2} , Carlos Anselmo Gómez^{2,3} , Valeria Pastrana-Ignes¹ , Rita Díaz¹ , Tania Bertuzzi⁴  y Pablo Ortega-Baes¹ 

SUMMARY

Background and aims: The occurrence of seeds with physical dormancy is an obstacle for the use and management of many plant species. Here, we studied the presence of physical dormancy in mericarps (seed-dispersal units) and seeds, the morpho-anatomical structures responsible for physical dormancy, and the effects of possible methods for breaking dormancy in seeds of *Malvastrum coromandelianum* (Malvaceae).

M&M: Imbibition essays were used to confirm the presence of physical dormancy in mericarps and seeds, and the morpho-anatomical seed structure was described by using a scanning electron microscopy. The effects of mechanical, chemical and thermal scarifications on seed germination and seed structure were also evaluated.

Results: Mericarps and scarified seeds increased > 160% of their initial weight, whereas intact seeds increased < 40% of their initial weight. The presence of a palisade cell layer in seed coat and a water-gaps complex in the chalazal region were observed. Higher germination percentages and lower t_{50} were registered after mechanical scarification, followed by chemical and thermal scarifications (dry heat). Chemical and thermal scarifications caused the chalazal cap elimination and the contiguous cracks to form around the chalazal region; whereas the formation of a chalazal blister and its elimination were only observed after chemical scarification.

Conclusions: Seeds of *M. coromandelianum* have physical dormancy. Water enters the seeds through a water-gap complex (Type III compound) located in the chalazal region. Mechanical, chemical and thermal scarifications are effective methods for breaking physical dormancy and increase germination.

KEY WORDS

Malvastrum coromandelianum, physical dormancy, scarification, seed morpho-anatomy, water-gap complex.

RESUMEN

Introducción y objetivos: Uno de los principales problemas para el manejo y uso de muchas especies vegetales es la presencia de semillas con dormición física. En este trabajo estudiamos la presencia de dormición física en mericarpos (unidad de dispersión) y semillas, las estructuras morfo-anatómicas involucradas y los métodos de salida de dormición física en semillas de *Malvastrum coromandelianum* (Malvaceae).

M&M: Se realizaron ensayos de imbibición en mericarpos y en semillas intactas y escarificadas. Se describió la estructura morfo-anatómica de las semillas con microscopio electrónico de barrido y se evaluó el efecto de la escarificación mecánica, química y térmica sobre la germinación y estructura de las semillas.

Resultados: Los mericarpos y las semillas escarificadas incrementaron > 160% su peso inicial, mientras que las semillas intactas incrementaron < 40% su peso. Las semillas presentaron una cubierta con células en empalizada y un complejo de abertura al agua ubicado en la región chalazal. Los mayores porcentajes y menores t_{50} se registraron luego de la escarificación mecánica, seguido de la química y térmica (calor seco). Las escarificaciones química y térmica produjeron la eliminación de la tapa chalazal y formación de grietas alrededor de la región chalazal, mientras que la formación y eliminación de una ampolla chalazal sólo se observó luego de la escarificación química.

Conclusiones: Las semillas de *M. coromandelianum* presentan dormición física. El ingreso de agua ocurre a través de un complejo de abertura (Tipo III compuesto) en la región chalazal de las semillas. Las escarificaciones mecánica, química y térmica son métodos eficientes para la salida de la dormición física y germinación de semillas.

PALABRAS CLAVE

Complejo de abertura al agua, dormición física, escarificación, *Malvastrum coromandelianum*, morfo-anatomía de semilla.

1. Laboratorio de Investigaciones Botánicas (LABIBO), Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta-CONICET, Av. Bolivia 5150, Salta, 4400, Argentina.
2. Sede Regional Metán-Rosario de la Frontera, UNSa, Coronel Vidt 346, Metán, 4440, Salta, Argentina.
3. Laboratorio de Microscopía Electrónica de Barrido (LASEM), UNSa, Salta, Argentina.
4. Centro de Investigaciones y Transferencia de Catamarca (CITCA), CONICET-UNCA, Prado 366, San Fernando del Valle de Catamarca (4700), Catamarca, Argentina.


*galindez@natura.unsa.edu.ar

Citar este artículo

GALÍNDEZ, G., D. LÓPEZ-SPHR, C. ANSELMO GÓMEZ, V. PASTRANA-IGNES, R. DÍAZ, T. BERTUZZI & P. ORTEGA-BAES. 2019. Estructura morfo-anatómica y salida de dormición física de las semillas de *Malvastrum coromandelianum* ssp. *coromandelianum* (Malvaceae). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 54: 509-517.

DOI: <http://dx.doi.org/10.31055/1851.2372.v54.n4.24162>



Recibido: 29 Abril 2019
Aceptado: 27 Agosto 2019
Publicado: 15 Diciembre 2019
Editora: Ana María Gonzalez 

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

INTRODUCCIÓN

La dormición física (DF) ha sido citada en al menos 18 familias de Angiospermas, incluyendo Anacardiaceae, Bixaceae, Fabaceae y Malvaceae (Baskin & Baskin, 2014). Este tipo de dormición se atribuye a la presencia de cubiertas impermeables en las semillas o frutos, constituidas por una o más capas de células en empalizada (macroesclereidas o células de Malpighi) impregnadas de sustancias hidrofóbicas (cutinas, ligninas, pectinas y ceras; Rolston, 1978). En especies de Anacardiaceae, Lauraceae, Nelumbonaceae y Surianaceae, se ha indicado que el pericarpo es el impermeable al agua y no la cubierta de la semilla (Baskin & Baskin, 2014). En semillas con DF, el ingreso de agua ocurre por una región morfo-anatómica especializada, conocida como complejo de abertura al agua (*water-gap complex*), cuyo origen, ubicación y complejidad varía entre familias, subfamilias e incluso entre tribus (Gama-Arachchige *et al.*, 2013; Baskin & Baskin, 2014).

Gama-Arachchige *et al.* (2011), describieron la adquisición de la dormición física y la ontogenia del complejo de abertura al agua en semillas de *Geranium carolinianum* (Geraniaceae) y utilizaron este término para incluir: (1) la abertura que se forma cuando la DF se rompe, (2) las estructuras especializadas que obstruyen o cierran la abertura y (3) cualquier tejido especializado asociado a ellas. Asimismo, Gama-Arachchige *et al.* (2013) estudiando semillas de 15 especies de Bixaceae, Cistaceae, Cucurbitaceae, Fabaceae, Malvaceae, Nelumbonaceae, Rhamnaceae y Sapindaceae con distintos hábitos de crecimiento, formas de vida y procedencias (Norte América, China, Australia y Francia) clasificaron a los complejos de abertura al agua en tres tipos. El complejo de Tipo I se caracteriza por presentar aberturas lineales obstruidas por células en empalizadas alargadas modificadas; el de Tipo II presenta aberturas lineales o circulares obstruidas por estructuras en forma de tapa constituidas por células en empalizada y el de Tipo III presenta aberturas lineales o circulares obstruidas por estructuras en forma de tapón formadas por células de esclerenquima impermeables al agua. Por último, estos autores indicaron que los complejos pueden ser simples, si solo un tipo de abertura está involucrado en el ingreso inicial de agua, o compuestos si dos o más

tipo de aberturas están involucradas en el proceso de dormición.

En condiciones naturales, la abrasión mecánica por el suelo, la temperatura (altas, bajas o fluctuantes), el contenido de humedad del suelo y el paso a través del tracto digestivo de animales han sido mencionados como algunos de los factores que intervendrían en la salida de DF (Van Assche & Vandeloock, 2006; Geneve *et al.*, 2018). Así, por ejemplo, en ambientes sometidos a fuegos recurrentes, las altas temperaturas a las que estarían expuestas las semillas favorecerían la salida de este estado (Carreras *et al.* 2012; Baskin & Baskin, 2014). En condiciones de laboratorio, la escarificación mecánica, química (ácido sulfúrico) y térmica (calor seco o húmedo) y el almacenamiento en seco, facilitarían la salida de dormición y por lo tanto la germinación de las semillas (Ortega-Baes *et al.*, 2002; Daws *et al.*, 2006; Galíndez *et al.*, 2010, 2015, 2016; Baskin & Baskin, 2014). A nivel de la estructura de las semillas, se ha indicado que estos tratamientos producirían daños en la cubierta seminal a través de la formación de grietas o espacios entre las células en empalizada y el desprendimiento de tejidos asociados a la DF, permitiendo el ingreso de agua a las semillas (Daws *et al.*, 2006; Baskin & Baskin, 2014; Erickson *et al.*, 2016).

En Malvaceae, las especies de la subfamilia Malvoideae (tribu Malveae) se caracterizan por la presencia de un complejo de abertura al agua en la región chalazal, de Tipo III, formado por: (1) un tejido residual materno externo con forma de tapa (tapa chalazal) que sella desde el exterior dicha región, (2) una hendidura delimitada por células en empalizada (hendidura chalazal) y (3) un tejido parenquimático con forma de tapón (tapón chalazal) que sella, desde el interior, la hendidura. Asimismo, se ha indicado que el complejo es compuesto, es decir que el ingreso del agua ocurre por dos aberturas, primariamente a través de una ampolla (ampolla chalazal) que se forma y desprende en el extremo opuesto al hilo y secundariamente por la hendidura chalazal (Egley & Paul, 1981; Kildisheva *et al.*, 2011; Gama-Arachchige *et al.*, 2013; Baskin & Baskin, 2014; Packa *et al.*, 2014; Erickson *et al.*, 2016). Sin embargo, son pocos los estudios que han evaluado en forma conjunta el efecto de distintos tratamientos sobre las estructuras morfo-anatómicas involucradas en la DF y la salida de este estado.

El objetivo de este trabajo fue estudiar la presencia de DF en mericarpos (unidad de dispersión) y en semillas de *Malvastrum coromandelianum* ssp. *coromandelianum* (Malvaceae); una especie de distribución cosmopolita, de importancia agronómica y con un alto valor de uso medicinal. Específicamente: (i) evaluamos la presencia de DF en mericarpos y en semillas, (ii) caracterizamos la estructura morfo-anatómica de las semillas (cubierta seminal y complejo de abertura al agua), (iii) determinamos los métodos más adecuados para la salida de DF y (iv) identificamos los cambios en el complejo de abertura asociados a la salida de DF. Se espera que: (i) las semillas (no los mericarpos) presenten DF; (ii) el ingreso de agua a las semillas ocurra a través de un complejo especializado de abertura al agua de Tipo III compuesto; (iii) las escarificaciones mecánica, química y térmica sean métodos eficientes de ruptura de la DF y (iv) las escarificaciones química y térmica generen cambios morfo-anatómicos en el complejo de abertura que permitan el ingreso de agua y por lo tanto la germinación de las semillas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Especie estudiada

Malvastrum coromandelianum ssp. *coromandelianum* (L.) Garcke (Malvoideae, Malveae), conocida como afata o escoba dura, es una hierba o subarbusto perenne de hasta 150 cm de altura. Presenta flores agrupadas en glomérulos plurifloros con corola amarilla. El fruto es un esquizocarpo con 11-13 mericarpos uniovulados, indehiscentes de ≤ 2 mg (Krapovickas & Tolaba, 2012). Florece y fructifica desde verano hasta mediados o fines de otoño. Es una especie de origen americano, ampliamente distribuida en regiones tropicales, subtropicales y templadas de todo el mundo (Krapovickas & Tolaba, 2012). En Argentina se la encuentra en las regiones del noroeste, noreste y centro del país (Zuloaga *et al.*, 2008), frecuentemente en terrenos abandonados, disturbados por fuego (Carreras *et al.*, 2012) y bordes de caminos. Ha sido citada como maleza y hospedante de virus de cultivos y como fuente de forraje (Jiang & Zhou, 2005; Krapovickas & Tolaba, 2012). Además, varias partes de la planta son utilizadas en la preparación de infusiones que se

utilizan como hepato protectores, purgantes, contra infecciones y para curar la ictericia y la diabetes (Sanghai *et al.*, 2013).

Colecta de semillas

Durante la época de dispersión natural (mayo-junio) de 2017, se colectaron numerosos frutos (esquizocarpos) maduros de al menos 30 plantas en la localidad de Villa San Lorenzo, Salta (24° 46' S, 65° 29' O). En el laboratorio, se limpiaron y seleccionaron los mericarpos llenos (*i.e.*, con semillas) no infestados por insectos o por otro tipo de daño, los que fueron almacenados en bolsas de papel a temperatura ambiente (*c.* 21°C, 50% HR) hasta su utilización en los ensayos de germinación (≤ 15 días). La viabilidad inicial de las semillas se evaluó en 100 semillas sanas, utilizando la técnica de tinción con cloruro de tetrazolio (ISTA, 2017), la que fue del 98%.

Presencia de dormición física

Para determinar la presencia de cubiertas impermeables al agua en los mericarpos, se pesaron tres lotes de 25 mericarpos cada uno con una balanza de precisión (Denver Instrument APX-200) y se sembraron en cajas de Petri sobre agar al 1% en agua a $20 \pm 2^\circ\text{C}$ con luz blanca (fotoperíodo 8/16 hs luz-oscuridad; Galíndez *et al.*, 2010). A las 24 h, cada lote se colocó sobre papel de filtro (para eliminar la humedad superficial) y se pesaron nuevamente. La presencia de DF en las semillas sin mericarpo se evaluó mediante ensayos de imbibición (curvas de imbibición). Para ello, inicialmente se pesaron tres lotes individuales de 25 semillas intactas y tres lotes de 25 semillas con escarificación mecánica (obtenida mediante un corte con escalpelo en la región opuesta al micrópilo), los que fueron sembrados e incubados en las mismas condiciones que los mericarpos. A intervalos de 2 h para las primeras 8 h y luego cada 24 h se pesaron nuevamente cada uno de los lotes. El experimento continuó hasta que la mayoría de las semillas escarificadas mecánicamente germinaron. Se estimó el incremento relativo de peso (IRP, en base al peso fresco inicial) en los mericarpos y en las semillas intactas y con escarificación mecánica, mediante la fórmula: $\text{IRP} (\%) = [(\text{peso final} - \text{peso inicial}) / \text{peso inicial}] \times 100$ (ISTA, 2017).

Debido a que los mericarpos presentaron cubiertas permeables al agua (ver resultados), la

estructura morfo-anatómica y los métodos de salida de dormición fueron evaluados sólo en las semillas.

Estructura morfo-anatómica de las semillas

Para describir la estructura morfo-anatómica de las semillas se procesaron 10 semillas, las que fueron preparadas para el análisis con Microscopio Electrónico de Barrido (MEB). Para ello, las semillas fueron deshidratadas con una serie creciente de alcoholes, secadas por punto crítico con CO₂ y posteriormente bañadas con oro (D'Ambrogio, 1986). Se tomaron microfotografías con el MEB (JEOL-JSM 5480 LV) de semillas intactas en cortes longitudinales y transversales (ver Fig. 1).

Salida de dormición física

Para determinar los mejores métodos de salida de DF de semillas se realizaron los siguientes tratamientos: 1) escarificación mecánica: mediante un corte con escalpelo en la región opuesta al micrópilo; 2) escarificación química: las semillas se sumergieron en ácido sulfúrico (98%) durante 10, 20 y 30 minutos; 3) escarificación térmica con calor húmedo: las semillas se sumergieron en agua destilada a 60, 80 y 100°C durante dos minutos; 4) escarificación térmica con calor seco: las semillas se colocaron en estufa a 90°C durante 10, 20 y 30 minutos y 5) semillas intactas (utilizadas como control). Luego de la aplicación de cada tratamiento, cuatro repeticiones de 25 semillas fueron colocadas en cajas de Petri con agar al 1% en agua e incubadas en una cámara de germinación a 20 ± 2°C con luz blanca (fotoperíodo 8/16 h luz/ oscuridad). Los tratamientos se eligieron con base en los resultados obtenidos por Galíndez *et al.* (2010). Los recuentos de germinación se realizaron diariamente por un período de 30 días, tomando como criterio de germinación la emergencia de la radícula (≥ 1 mm). Al finalizar el ensayo, se cortaron las semillas que no germinaron para determinar su viabilidad; las semillas que permanecieron blancas y turgentes fueron consideradas viables. A partir de los datos obtenidos, se estimó el porcentaje de semillas germinadas en base al número total de semillas viables (*i.e.*, semillas germinadas + semillas viables) y el tiempo (en días) para la germinación del 50% del total de semillas germinadas (t_{50}).

Para evaluar los cambios morfo-anatómicos en el complejo de apertura luego de la aplicación de la escarificación química y térmica, se utilizaron

40 semillas. Diez semillas fueron escarificadas con ácido sulfúrico (30 min), 10 con calor húmedo (inmersión durante 2 min en agua a 100°C), 10 con calor seco (en estufa a 90°C durante 30 minutos) y 10 permanecieron intactas como control (sin escarificar). Las mismas fueron preparadas para el análisis con el MEB y microfotografiadas, siguiendo la metodología previamente mencionada.

Análisis estadístico

Para determinar los efectos de los distintos tratamientos de salida de dormición sobre el porcentaje de semillas germinadas, se utilizaron modelos lineales generalizados (GLMs) con distribución de errores binomial y función de enlace logit en R (R Core Team, 2016). El número de semillas germinadas fue usado como variable dependiente, especificando la cantidad de semillas viables en cada unidad experimental, mientras que los tratamientos fueron considerados como factores fijos. Se estimaron mediante intervalos de confianza las proporciones promedio con la función *lsmeans* del paquete R. Los efectos de los tratamientos sobre el t_{50} fueron analizados con un análisis de varianza a una vía (ANOVA). En ambos casos, se utilizó la prueba DGC (Di Rienzo *et al.*, 2002) para comparar las medias cuando los efectos resultaron significativos. Se utilizó el programa estadístico Infostat versión 2017 (Di Rienzo *et al.*, 2017).

RESULTADOS

Presencia de dormición física

Los mericarpos registraron en promedio un IRP de 163% luego de 24 h de imbibición (35.5 ± 2.8 vs 93.5 ± 13.5 mg). El IRP promedio de las semillas intactas fue de 35% (32.6 ± 1.1 vs 44.1 ± 1.8 mg), mientras que para las semillas escarificadas fue de 165% (31.9 ± 0.7 vs 84.8 ± 4.2 mg). El porcentaje de germinación de las semillas intactas fue 28 ± 3%, mientras que las semillas escarificadas germinaron el 100%.

Estructura morfo-anatómica de las semillas

Las semillas presentaron un embrión curvo bien diferenciado, con el extremo de la radícula opuesto a los extremos de los cotiledones (Fig. 1A). Ambos extremos, corresponden morfológicamente a dos protuberancias, la del área micropilar (radícula) y la

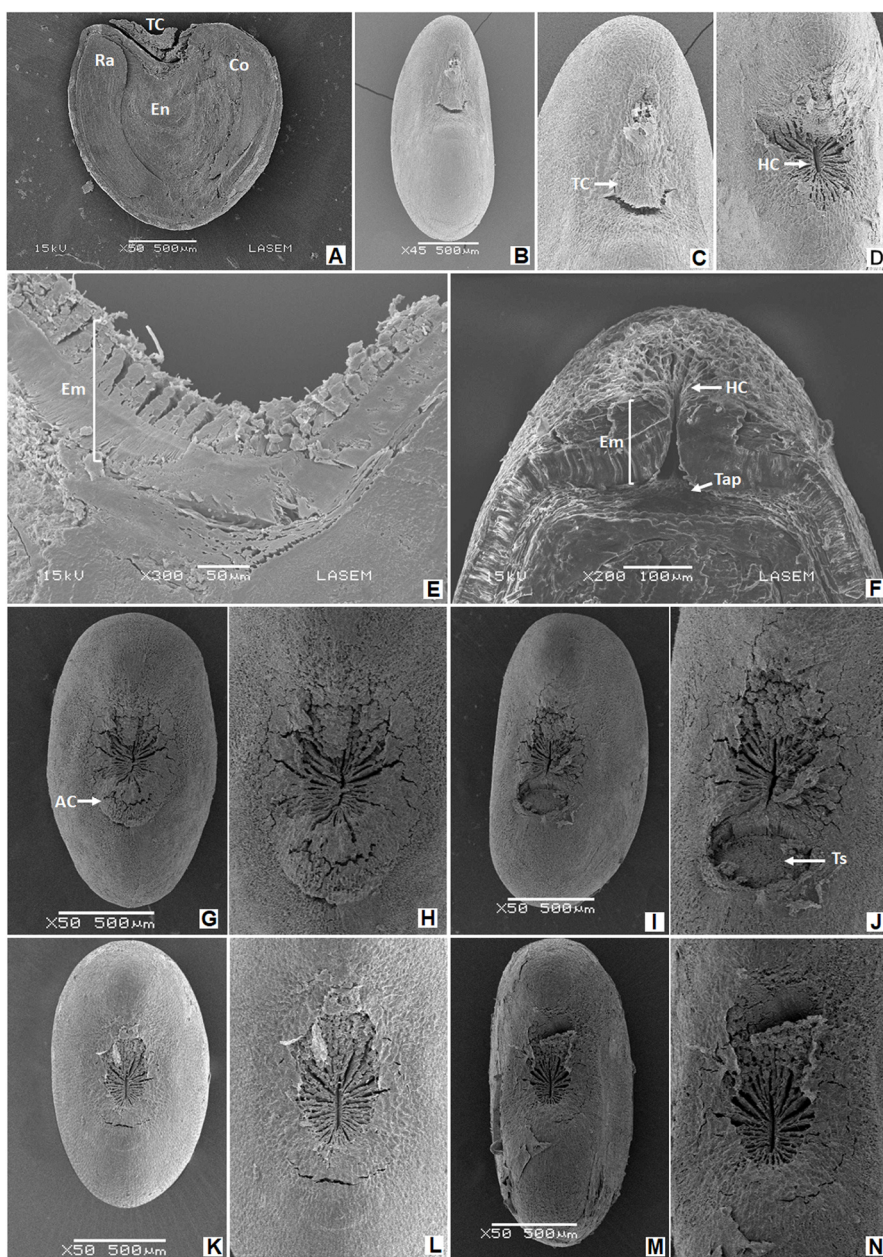


Fig. 1. Estructura de las semillas intactas y escarificadas de *Malvastrum coromandelianum* ssp. *coromandelianum* (MEB). **A:** Corte longitudinal de semilla intacta. **B:** Vista frontal de semilla intacta. **C:** Vista frontal de la región chalazal. **D:** Vista frontal de la región chalazal luego de la remoción de la tapa chalazal. **E:** Corte longitudinal de la hendidura chalazal de semilla intacta. **F:** Corte transversal de la hendidura chalazal de semilla intacta. **G:** Región chalazal luego de escarificación química (Ác. Sulfúrico: 30 min) donde se observa la ampolla. **H:** detalle de G. **I:** Región chalazal luego de escarificación química (ác. sulfúrico: 30 min) donde se observa el tejido subyacente luego del desprendimiento de la ampolla. **J:** detalle de I. **K:** Región chalazal luego de escarificación térmica con calor húmedo (2 min a 100°C). **L:** detalle de K. **M:** Región chalazal luego de escarificación térmica con calor seco (30 minutos a 90°C). **N:** Detalle de M. Abreviaturas= AC: ampolla chalazal, Co: cotiledones, Em: células en empalizada, En: endosperma, HC: hendidura chalazal, Ra: radícula, Tap: tapón chalazal, TC: tapa chalazal, Ts: tejido subyacente.

del área chalazal (cotiledones). En el área chalazal se registró la presencia de un tejido materno residual en forma de una tapa (tapa chalazal; Fig. 1A, B, C). Cuando se eliminó dicha tapa se observó una fisura o hendidura delimitada por células en empalizada dispuestas en forma radial (hendidura chalazal; Fig. 1D, E). En el corte transversal a nivel de la hendidura chalazal se observó la presencia de la cubierta seminal formada por células en empalizadas y en el interior un tejido de parénquima con forma de tapón (tapón chalazal; Fig. 1F).

Salida de dormición

El mayor porcentaje de germinación se registró en las semillas escarificadas mecánicamente (> 95%), seguido de los tratamientos de ácido sulfúrico (20 y

30 min) y de los de calor seco (todos los tiempos; Tabla 1). Los t_{50} fueron significativamente mayores en las semillas intactas y en las escarificadas térmicamente con calor húmedo a 100°C (Tabla 1).

Todos los tratamientos provocaron la eliminación de la tapa chalazal y la formación de espacios o grietas (ruptura de los tejidos en empalizada) en la región chalazal (Fig. 1G, H, I, J). En las semillas sometidas a escarificación química se observó además el levantamiento de la capa de células en empalizada en la región chalazal opuesta al micrópilo, es decir la formación de una ampolla (Fig. 1G). Asimismo, en otras semillas sometidas a este mismo tratamiento, se observó el tejido subyacente a las células en empalizada resultado del desprendimiento de la ampolla.

Tabla 1. Porcentaje de semillas germinadas (media ± 95% intervalo de confianza) y tiempo (en días) para la germinación del 50% de las semillas (t_{50} , media ± error estandar) para cada tratamiento evaluado. Tratamientos con letras iguales no difieren estadísticamente ($p > 0.05$) de acuerdo con la prueba post hoc DGC.

Tratamiento	Germinadas (%)	t_{50} (días)
Intactas	11 (7.8; 4.8) d	13.89 (1.19) a
Escarificación mecánica	96 (2.5; 6.2) a	0.87 (0.16) c
Escarificación química		
Ácido Sulfúrico (10 min)	52 (9.6; 9.0) c	1.90 (0.76) c
Ácido Sulfúrico (20 min)	75 (7.5; 9.4) b	1.87 (0.06) c
Ácido Sulfúrico (30 min)	63 (8.9; 9.9) b	1.82 (0.49) c
Escarificación térmica		
Calor húmedo (60°C)	48 (9.7; 9.6) c	4.31 (0.50) c
Calor húmedo (80°C)	46 (9.8; 9.5) c	9.69 (0.95) b
Calor húmedo (100°C)	23 (9.2; 7.3) d	12.88 (1.47) a
Calor seco (10 min)	65 (8.7; 9.8) b	1.05 (0.09) c
Calor seco (20 min)	60 (9.1; 9.9) b	0.84 (0.05) c
Calor seco (30 min)	60 (10.0; 8.9) b	0.81 (0.09) c

DISCUSIÓN

La dormición física es causada por la impermeabilidad al agua de las cubiertas de los frutos o semillas (Baskin & Baskin, 2014). Para especies de Anacardiaceae, Lauraceae (solo el género *Cassipourea*), Nelumbonaceae y Surianaceae, el pericarpo de los frutos es el impermeable al agua, por lo que la imposibilidad de germinar estaría impuesta por las cubiertas del fruto y no de las semillas (Baskin & Baskin, 2014). En este trabajo registramos que los mericarpos de *M. coromandelianum* fueron permeables al agua ya que, incrementaron más del 160% su peso inicial. En el caso de las semillas sin mericarpo encontramos que, en semillas intactas, el incremento en peso fue menor al 40%, con un 30% de semillas germinadas, mientras que en las escarificadas el incremento fue superior al 160%, con un 100% de semillas germinadas. Estos resultados indican que los mericarpos no presentan ningún impedimento físico al ingreso de agua, siendo las semillas las que presentan una cubierta impermeable al agua. Resultados similares han sido registrados para otras especies de Malvaceae, indicando que las semillas, no el pericarpo, son las que presentan DF (Daws *et al.*, 2006; Galíndez *et al.*, 2010; Baskin & Baskin, 2014; Packa *et al.*, 2014; Geneve *et al.*, 2018).

La impermeabilidad de la cubierta seminal ha sido atribuida a la presencia de una o más capas de células en empalizada, impregnadas de sustancias hidrofóbicas, por lo que el ingreso de agua ocurre por una región especializada (Baskin & Baskin, 2014). Particularmente, para especies de la tribu Malveae se ha documentado la presencia un complejo de abertura al agua (Tipo III) ubicado en la región chalazal, donde la capa de células en empalizada se encuentra en forma discontinua. La discontinuidad resultante forma o delimita una fisura o hendidura (hendidura chalazal), sellada externamente por un tejido residual materno (tapa chalazal) e internamente por células de parénquima en forma de tapón (tapón chalazal; Egley & Paul, 1981; Gama-Arachchige *et al.*, 2013; Packa *et al.*, 2014). Esta descripción concuerda con lo observado en este estudio, ya que, las semillas presentaron una cubierta seminal formada por una capa de células en empalizada y en la región chalazal una tapa, una hendidura y un tapón chalazal. Así, las semillas de esta especie presentarían un complejo de abertura al agua de Tipo III, similar a lo documentado para otras especies de la Tribu Malveae.

Con relación a los métodos empleados para la salida de la dormición y por lo tanto para la germinación, se ha indicado que los mayores porcentajes de germinación en menores tiempo se registran luego de la escarificación mecánica, química y/o térmica (Baskin & Baskin, 2014). En este estudio en particular, los mayores porcentajes y menores tiempos de germinación se registraron luego de la escarificación mecánica, seguida de los tratamientos de escarificación química con ácido sulfúrico y térmica con calor seco. Los altos valores observados en los dos primeros tratamientos son esperables y similares a los documentados para otras especies con DF ya que, mediante la escarificación mecánica y química, se remueve o elimina parte de la cubierta seminal, lo que permite el ingreso del agua sin ningún impedimento de tipo físico (ver Baskin & Baskin, 2014). En el caso de la escarificación térmica con calor húmedo, los menores valores de germinación podrían indicar que las temperaturas evaluadas (particularmente a 100°C) produjeron daños o muerte de los embriones o que su efecto no fue suficiente para romper la dormición; contrariamente a lo registrado para otras especies con DF (Baskin & Baskin, 2014; Galíndez *et al.*, 2010, 2015, 2016). Por otra parte, los mayores valores de germinación registrados luego de la escarificación térmica con calor seco son similares a los registrados para otras especies de Malvaceae procedentes de ambientes sometidos a incendios, sugiriendo que la germinación de estas especies podría estar estimulada por el fuego (Galíndez *et al.*, 2010; Carbone *et al.*, 2017; Arcamone & Jaureguiberry, 2018). Así, se ha indicado que las especies con semillas pequeñas (≤ 2 mg) enterradas en los primeros cm del suelo estarían sometidas a temperaturas entre 70 y 100°C durante fuegos moderados o de bajas intensidades, lo que favorecería la salida de dormición y por lo tanto la germinación (Baskin & Baskin, 2014; Arcamone & Jaureguiberry, 2018). Estos resultados permitirían explicar la distribución y abundancia de *M. coromandelianum* y de otras especies de Malvaceae presentes en ambientes sometidos a incendios recurrentes (Carreras *et al.*, 2012) o antrópicos (Krapovickas & Tolaba, 2012).

Por último, se ha indicado para especies de la tribu Malveae que las escarificaciones química y/o térmica producen a nivel del complejo de abertura al agua: (1) la eliminación de la tapa chalazal, (2) la formación de grietas o espacios en las células en empalizada que delimitan la hendidura chalazal,

(3) el desprendimiento del tapón chalazal por desagregación de las células parenquimáticas y (4) el levantamiento de las células en empalizadas en la región opuesta al hilo (*i.e.*, formación de una ampolla chalazal), lo que permitiría el ingreso de agua a las semillas (Egley & Paul, 1981; Packa *et al.* 2014; Baskin & Baskin, 2014; Erickson *et al.*, 2016). En este trabajo registramos un desprendimiento total de la tapa chalazal y la formación de grietas, luego de la aplicación de la escarificación química y térmica. Además, en las semillas escarificadas químicamente también se observó la formación y desprendimiento de la ampolla chalazal. Estos resultados, junto con los datos de germinación obtenidos en estos tratamientos, indicarían que la hendidura chalazal es el sitio principal de ingreso de agua y el desprendimiento de la ampolla chalazal el sitio secundario de ingreso del agua a las semillas; contrariamente a lo documentado para otras especies de la tribu Malveae, en donde el ingreso de agua ocurre principalmente por la ampolla y secundariamente por la hendidura chalazal (Egley & Paul, 1981; Packa *et al.*, 2014; Erickson *et al.*, 2016). No obstante, nuevos estudios deberán realizarse con otras poblaciones de esta especie y en otras especies del género y de la tribu para corroborar estos resultados.

En síntesis, las semillas de *Malvastrum coromandelianum* ssp. *coromandelianum*: (1) presentan dormición física por lo que deben pasar por un proceso de escarificación para germinar; (2) el ingreso de agua a las semillas está asociado a un complejo de apertura al agua de Tipo III compuesto, ubicado en la región chalazal de las semillas; (3) el método más eficiente para la salida de la dormición es la escarificación mecánica seguida de las escarificaciones química y térmica con calor seco y (4) las escarificaciones química y térmica con calor seco producen cambios morfo-anatómicos en el complejo de apertura que permiten el ingreso de agua a las semillas y, por lo tanto, su germinación. Este es el primer estudio en el que se evaluó la presencia de dormición física, los mecanismos involucrados y los métodos de salida de este estado para una especie del género *Malvastrum*. Asimismo, la información generada en este trabajo puede contribuir a explicar la abundancia y distribución de esta especie en ambientes disturbados por el uso agrícola y/o por el fuego y al uso de semillas en programas de producción de plantas para uso medicinal.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

GG diseñó la investigación, realizó el análisis e interpretación de datos, preparó las figuras y redactó y editó el manuscrito. DLS desarrolló ensayos de laboratorio, preparó las muestras para el MEB y la figura y editó el manuscrito. CAG preparó las muestras y obtuvo e interpretó las imágenes con el MEB. VPI y RD desarrollaron ensayos de laboratorio y prepararon las muestras para el MEB. TB recolectó frutos, acondicionó las semillas y realizó ensayos de laboratorio material. POB interpretó los datos y las imágenes con el MEB y editó el manuscrito. Todos los autores del trabajo participaron en la elaboración del manuscrito.

AGRADECIMIENTOS

A Silvia Sühling por el asesoramiento con el análisis estadístico de los datos, a Ana Álvarez por su colaboración con los ensayos de laboratorio y a Cecilia Mamani por la determinación taxonómica de los ejemplares de herbario. El trabajo fue financiado por los proyectos del Consejo de Investigación de la Universidad Nacional de Salta (CIUNSa B N° 2409) y por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA-PNBIO1131022).

BIBLIOGRAFÍA

- ARCAMONE, J. R. & P. JAUREGUIBERRY. 2018. Germination response of common annual and perennial forbs to heat shock and smoke treatments in the Chaco Serrano, central Argentina. *Austral ecology*, 43: 567-577.
- BASKIN, C. C. & J. M. BASKIN. 2014. *Seeds: Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination*. Academic Press, San Diego.
- CARBONE, L. M., N. AGUIRRE ACOSTA, J. TAVELLA & R. AGUILAR. 2017. Cambios florísticos inducidos por la frecuencia de fuego en el Chaco serrano. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 52: 753-778.
- CARRERAS, M. E., E. FUENTES, J. E. MARTINAT & L. M. CARBONE. 2012. Reconocimiento de diásporas de Malveae (Malvaceae) en muestras de suelos de zonas serranas (Sierras Chicas, Córdoba, Argentina) afectadas por incendios. *Rodriguésia-Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro* 63: 501-512.





G. Galíndez *et al.* - Dormición física en semillas de *Malvastrum coromandelianum*

- D'AMBROGIO, A. 1986. *Manual de técnicas en histología vegetal*. Editorial Hemisferio Sur, Buenos Aires.
- DAWS, M. I., D. ORR, D. F. R. P. BURSLEM & C. E. MULLINS. 2006. Effect of high temperature on chalazal plug removal and germination in *Apeiba tibourbou* Aubl. *Seed Sci. Res.* 34: 221-225. <https://doi.org/10.15258/sst.2006.34.1.26>
- DI RIENZO, J. A., A. W. GUZMÁN & F. CASANOVES. 2002. A multiple-comparisons method based on the distribution of the root node distance of a binary tree. *J. Agric. Biol. Environ. Stat.* 7: 129-142. <https://doi.org/10.1198/10857110260141193>
- DI RIENZO, J. A., F. CASANOVES, M. G. BALZARINI, L. GONZALEZ, M. TABLADA & C.W. ROBLEDO. InfoStat versión 2017. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- EGLEY, G. H. & R. N. PAUL JR. 1981. Morphological observations on the early imbibition of water by *Sida spinosa* (Malvaceae) seed. *Am. J. Bot.* 68: 1056-1065. <https://doi.org/10.1002/j.1537-2197.1981.tb06389.x>
- ERICKSON, T. E., D. J. MERRITT & S. R. TURNER. 2016. Overcoming physical seed dormancy in priority native species for use in arid-zone restoration programs. *Austral. J. Bot.* 64: 401-416. <https://doi.org/10.1071/BT16059>
- GALÍNDEZ, G., P. ORTEGA-BAES, C. E. SEAL, M. I. DAWS, A. L. SCOPEL & H.W. PRITCHARD. 2010. Physical seed dormancy in *Collaea argentina* (Fabaceae) and *Abutilon pauciflorum* (Malvaceae). *SeedSci. Technol.* 38: 777-782. <https://doi.org/10.15258/sst.2010.38.3.25>
- GALÍNDEZ, G., G. MALAGRINA, D. CECCATO, T. LEDESMA, L. LINDOW-LÓPEZ & P. ORTEGA-BAES. 2015. Dormición física y conservación ex situ de semillas de *Amburana cearensis* y *Myroxylon peruiferum* (Fabaceae). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 50: 153-161. <http://dx.doi.org/10.31055/1851.2372.v51.n1.14370>
- GALÍNDEZ, G., D. CECCATO, G. MALAGRINA, B. PIDAL, G. CHILO, H. BACH, R. FORTUNATO & P. ORTEGA-BAES. 2016. Physical seed dormancy in native legume species of Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 51: 73-78. <http://dx.doi.org/10.31055/1851.2372.v51.n1.14370>
- GAMA-ARACHCHIGE, N. S., J. M. BASKIN, R. L. GENEVE & C. C. BASKIN. 2011. Acquisition of physical dormancy and ontogeny of the micropyle-water-gap complex in developing seeds of *Geranium carolinianum* (Geraniaceae). *Ann. Bot.* 108:51-64. <https://doi.org/10.1093/aob/mcr103>
- GAMA-ARACHCHIGE, N. S., J. M. BASKIN, R. L. GENEVE & C. C. BASKIN. 2013. Identification and characterization of ten new water gaps in seeds and fruits with physical dormancy and classification of water-gap complexes. *Ann. Bot.* 112: 69-84. <https://doi.org/10.1093/aob/mct094>
- GENEVE, R. L., C. C. BASKIN, J. M. BASKIN, K. G. JAYASURIYA & N. S. GAMA-ARACHCHIGE. 2018. Functional morpho-anatomy of water-gap complexes in physically dormant seed. *Seed Sci. Res.* 28: 186-191. <https://doi.org/10.1017/S0960258518000089>
- ISTA. 2017. *International Rules for Seed Testing*. International Seed Testing Association, Bassersdorf.
- JIANG, T. & X. ZHOU. 2005. Molecular characterization of a distinct begomovirus species and its associated satellite DNA isolated from *Malvastrum coromandelianum* ssp. *coromandelianum* in China. *Virus Genes* 31: 43-48. <https://doi.org/10.1007/s11262-004-2198-z>
- KILDISHEVA, O. A., R. K. DUMROESE & A. S. DAVIS. 2011. Overcoming dormancy and enhancing germination of *Sphaeralcea munroana* seeds. *Hort Science* 46: 1672-1676. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.46.12.1672>
- KRAPOVICKAS, A. & J. A. TOLABA. 2012. MALVACEAE Juss. Flora del Valle de Lerma. *Aportes Botánicos de Salta, Serie Flora* 8: 1-107.
- ORTEGA-BAES, P., M. L. DE VIANA & S. SÜHRING. 2002. Germination in *Prosopis ferox* seeds: effects of mechanical, chemical and biological scarifications. *Journal of Arid Environments* 50: 185-189. <https://doi.org/10.1006/jare.2001.0859>
- PACKA, D., J. KWIATKOWSKI, Ł. GRABAN & W. LAJSZNER. 2014. Germination and dormancy of *Sida hermaphrodita* seeds. *Seed Sci. Technol.* 42: 1-15. <https://doi.org/10.15258/sst.2014.42.1.01>
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2016. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, Disponible en: <http://www.R-project.org>.
- ROLSTON, M. P. 1978. Water impermeable seed dormancy. *Bot. Rev.* 44: 365-396. <https://doi.org/10.1007/BF02957854>
- SANGHAI, D. B., S. V. KUMAR, K. K., SRINIVASAN, H. N. ASWATHARAM & C. S. SHREEDHARA. 2013. Pharmacognostic and phytochemical investigation of the leaves of *Malvastrum coromandelianum* (L.) Garcke. *Anc Sci Life*.33: 39-44. <https://doi.org/10.4103/0257-7941.134596>
- VAN ASSCHE, J. A. & F. E. A. VANDELOOK. 2006. Germination ecology of eleven species of Geraniaceae and Malvaceae, with special reference to the effects of drying seeds. *Seed Sci. Res.* 16: 283-290. <https://doi.org/10.1017/SSR2006255>
- ZULOAGA, F. O., O. MORRONE & M. BELGRANO. 2008. *Catálogo de las Plantas Vasculares del Conosur*. Versión base de datos en sitio web del Instituto Darwinion. Argentina. Edición on-line: <http://www2.darwin.edu.ar/Proyectos/FloraArgentina/fa.htm> [Acceso: Enero 2019].



MORPHOANATOMY, HISTOCHEMISTRY AND CRYSTALS OF THE UNDERGROUND SYSTEM OF *BACCHARIS NOTOSERGILA* (ASTERACEAE)

MORFOANATOMÍA, HISTOQUÍMICA Y CRISTALES DEL SISTEMA SUBTERRÁNEO DE *BACCHARIS NOTOSERGILA* (ASTERACEAE)

Alejandra V. Carbone¹ , Federico E. Fernández² , Marcelo P. Hernández³ 
and Ana M. Arambarri^{4*} 

SUMMARY

1. Instituto de Fisiología Vegetal (INFIVE), La Plata, Buenos Aires.
2. Forrajicultura y Praticultura, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (FCAYF), Universidad Nacional de La Plata (UNLP).
3. Sistemática II, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP. 1,3,4. Área de Botánica, FCAYF, UNLP, 60 y 119, C. C. 31 (1900) La Plata, Argentina.


*anaramba@yahoo.com.ar

Citar este artículo

CARBONE, A. V., F. E. FERNÁNDEZ, M. P. HERNÁNDEZ & A. M. ARAMBARRI. 2019. Morphoanatomy, histochemistry and crystals of the underground system of *Baccharis notoserigila* (Asteraceae). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 54: 519-532.

DOI: <http://dx.doi.org/10.31055/1851.2372.v54.n4.24930>



Recibido: 17 Julio 2019
Aceptado: 15 Octubre 2019
Publicado: 15 Diciembre 2019
Editora: Ana María Gonzalez 

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

Background and aims: *Baccharis notoserigila* is presented as a productivity-reducing weed in the fields of the Salado river basin, Buenos Aires, Argentina. The aims of this work were: to describe the structure of the underground system, the origin of sprouts, locate the secretory structures and storage substance to understand the adaptation strategies of this species as well as its ability to withstand chemical and mechanical control.

M&M: The collected material was examined with conventional optical microscopy techniques. Histochemical tests to identify secondary metabolites were performed, and crystals were analyzed by a scanning electron microscope.

Results: The subterranean system found was a xylopodium which has high shoot bud-forming potential. Storage substance was found to be inulin. Test for starch was negative. Resins and lipids (oil drops) were identified in ducts of roots; tannins and crystals of calcium oxalate were also found in the xylopodium and roots.

Conclusions: The presence of these characteristics on the underground systems could explain the frequency of this species in the floristic from Salado river basin in which alternate periods of high humidity and drought. The belowground bud bank would be important to *B. notoserigila* survival in this area with extreme climatic factors, and its resistance to mechanical and chemical control. Understanding the anatomical features of these plants is one of the steps to appropriate management of this species in the Salado river basin.

KEY WORDS

Buds, inulin, roots, Salado river basin, xylopodium.

RESUMEN

Introducción y objetivos: *Baccharis notoserigila* es una maleza de alta incidencia que reduce la productividad en campos de la Depresión del Salado, Buenos Aires, Argentina. Los objetivos de este trabajo fueron: describir la estructura del sistema subterráneo, el origen de los brotes y localizar las estructuras secretoras y la sustancia de almacenamiento, para comprender las estrategias de adaptación de esta especie, así como su capacidad para resistir el control químico y mecánico.

M&M: El material recolectado fue analizado con técnicas convencionales de microscopía óptica; se realizaron pruebas histoquímicas para identificar los metabolitos secundarios y se analizaron los cristales con microscopio electrónico de barrido.

Resultados: El sistema subterráneo encontrado fue del tipo xilopodio, el cual tiene un alto potencial de formación de brotes. Como sustancias carbonadas de almacenamiento se encontró inulina; no hallándose almidón. En los conductos secretores de las raíces se identificaron resinas y aceites; también se hallaron taninos y cristales de oxalato de calcio en el xilopodio y las raíces.

Conclusiones: La presencia de estas características en los sistemas subterráneos podría explicar la elevada frecuencia de esta especie en la composición florística de la cuenca del río Salado, en la que alternan períodos de alta humedad y sequía. El banco de yemas subterráneas sería importante para la subsistencia de *B. notoserigila* en esta área con condiciones climáticas extremas y también su tolerancia al control químico y mecánico. Comprender las características anatómicas de estas plantas es uno de los pasos para el manejo adecuado de esta especie en la cuenca del río Salado.

PALABRAS CLAVE

Depresión del Salado, inulina, raíces, xilopodio, yemas.

INTRODUCTION

The Salado river basin situated in Buenos Aires province (Argentina) is a plane with predominance of saline and alkaline soils and a deficient drainage. This area in 80% of its surface is occupied by natural prairies (grassland) principally dedicated to livestock farming (Rodríguez & Jacobo, 2012). Several herbaceous and subshrub species of these prairies have thickened underground systems, frequently rhizomes, exerting a strong competition for water, nutrients and light with the forage value species of the natural prairie, reducing the productivity and receptivity of these environments (Sione *et al.*, 2006). *Baccharis notoserigila* Griseb. (Asteraceae) is a native subshrub aggressive as weed in the Salado river basin (Fig. 1). This species usually enter in dormancy at the end of autumn with senescence of aerial organs, and sprout in the following spring; flowering occurs in summer after a period of vegetative growth in spring-summer. This work is a part of the project that includes studies of subterranean and aerial systems of the *B. notoserigila* with the purpose to find the best technique to management of this weed. In a preliminary assay, this species showed to be resistant to chemical control in combination or not with the mechanical control because it sprouted up in the following spring (Urdampilleta, 2019). It is important to highlight that resistant plants are those which have the ability to survive and reproduce after the application of a type normally lethal herbicide dose (Herbicide Resistant Plants Committee, 1998; Puricelli & Tiesca, 2005).

It is known that many species of Asteraceae have thick underground systems (Cury, 2008; Appezzato-da-Glória & Cury, 2011), their structures storage reserves, mostly fructans, and have a high capacity of bud formation (Tertuliano & Figueiredo-Ribeiro, 1993). Alonso & Machado (2007) and Appezzato-da-Glória *et al.* (2008a) suggested that bud-bearing underground systems could contribute to the formation of a underground bud bank. It comprises all buds from plants, which can be potentially used for vegetative regeneration by the formation of new shoots after the partial or total removal of aboveground parts caused by diverse extreme

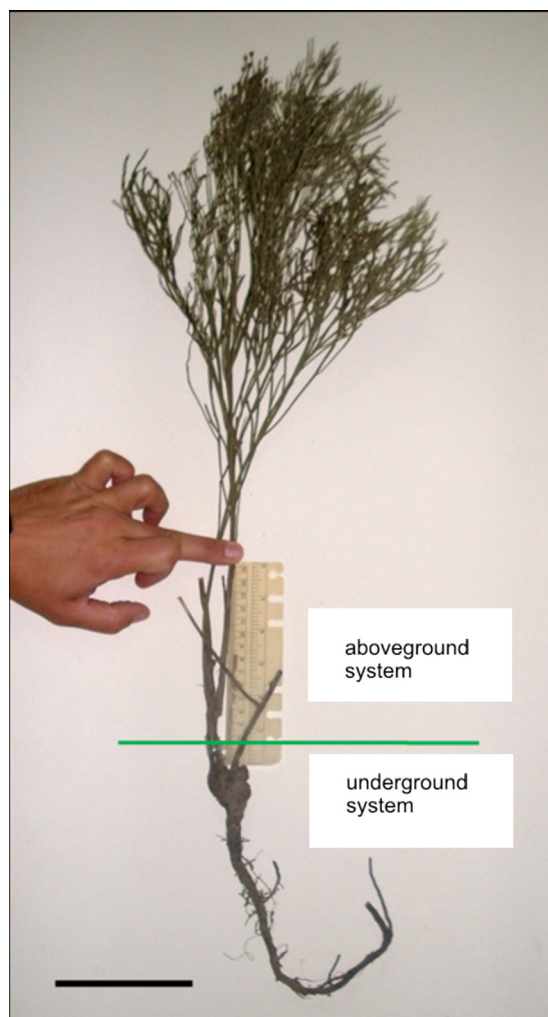


Fig. 1. Parts of *Baccharis notoserigila* respect to the ground level: aerial (aboveground) and subterranean (underground) systems. Scale= 10 cm.

climatic factors. Frequently, after the death of aboveground biomass, there is an increase in the number of species resprouting from the buds located in underground organs, thus confirming the importance of such bud-bearing organs (Appezzato-da-Glória *et al.*, 2008a). In Asteraceae, the principal reserve substances are fructans, which have an important role as reserve because they are involved in a number of adaptive strategies in plants subjected to extreme growing conditions (Gomes de Moraes *et al.*,

2016). As was mentioned above, *B. notoserghila* showed to be a resistant weed to mechanical and chemical control. The introduction and adoption of new alternatives of weed managements require deepen the knowledge about organs and their structures; also to increase the knowledge about storage and secreted compounds, because these characteristics mean adaptation and resistance to environmental conditions, and control treatments. Therefore, the objectives of the present work were: to analyze the underground system type and its structure; establish the origin of sprouts and the presence of secretory structures, and to test for lipid, resin, tannin, and carbohydrate reserves, and finally, to perform an analysis of crystal types and composition using a scanning electron microscope.

MATERIALS AND METHODS

During the year 2018, in the months of June, September-October and December, adult plant material of *B. notoserghila* were collected from natural populations in “El Amanecer” farm. It is situated in Vieytes, Magdalena department, Buenos Aires province, Argentina. The voucher specimens were deposited in the herbarium of Facultad de Agronomía, National University of La Plata, 17-XII-2018, F. Fernández & A. Carbone 1, 2, 3, 4 (LPAG). Images of specimens from Instituto de Botánica Darwinion were consulted. ARGENTINA. Prov. Buenos Aires: *Pdo. Berazategui*, Hudson, 16-IV-1927, Burkart 1302 (SI) (image 15). Prov. Entre Ríos: *Dpto. Gualeguaychú*, aeródromo, 17-IV-1965, Burkart 25811 (SI) (image 9); *Dpto. Gualeguaychú*, 8-IV-1963, Burkart 24298 (SI) (image 12); *Dpto. Concordia*, 31-I-1927, Burkart 1122 (SI) (image 14).

For the anatomical study, samples of six adult plants were fixed in formalin-acetic acid-alcohol 70% (FAA) (Johansen, 1940). The fixed material was rehydrated in water boiling a total of four hours in two periods of two hours each. Freehand cross and longitudinal sections were cut, bleached in 50% sodium hypochlorite (NaOCl), washed three times with distilled water, then a successive double staining was performed with Alcian blue and safranin (Luque *et al.*, 1996), on others a

metachromatic staining was performed using Cresyl violet (0,5%), and also a monochromatic staining was made using alcoholic solution of safranin (80%) (D’Ambrogio, 1986). The sections were then mounted in gelatin-glycerin on glass slides and sealed with nail polish.

For histochemical analysis, inulin was identified directly on freehand cross-sections of the fixed material, where the spherocrystals were observed. To test lipophilic substances an alcoholic solution of Oil red “O” was used (Gurr, 1971) the red color indicated positive test; detection of phenolic compounds (tannins) was performed using ferric chloride (10%) and sodium carbonate (2%) (Zarlavsky, 2014), a green-blue color was a positive test; starch was identified with Iodine-Potassium-Iodide (IKI) (Ruzin, 1999) a black-blue color indicate positive test. Resins were detected using a saturated solution of copper sulphate (Cosa *et al.*, 2014) a color emerald green indicate positive test. To distinguish if crystals were calcium oxalate and non carbonate or phosphate salt, xylopodium and root bleached sections were immersed in glacial acetic acid (5%) for 30 min. The persistence of crystals indicated they were of oxalate salt (Yasué, 1969). Morphology of the xylopodium was studied by using a Bausch & Lomb stereomicroscope and photomicrograps were taken with a Sony DSC-W30 camera. Slides were analyzed with a Nikon E200 LED optical microscope with a video camera attached, and using micrometrics SE Premium software.

Scanning electron microscope (SEM) study was performed using portions of xylopodium and root. They were taken from fixed material, dehydrated in ethyl alcohol (100°) for 24 h and air dried. Then the samples were affixed on stubs by double-sided adhesive tape and were submitted to metallization with a fine, thin gold layer by means of a cool diode sputter coating procedure. Afterwards they were examined with a Philips 505 SEM, and photographs were taken. The crystal composition was examined by an energy dispersive spectrometer (EDAX DX PRIME 10) to determine the elemental composition of crystals, and the characteristic spectrum of the elements was mapped with the Princeton graphic system. Centro de Investigación y Desarrollo en Ciencias Aplicadas “Dr. Jorge J. Ronco” (CINDECA),

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad Nacional de La Plata (UNLP).

RESULTS

Baccharis notoserigila has an underground system formed by a xylopodium and a thickened taproot (the primary root), with numerous root branches (secondary roots), and adventitious roots originated from the medial and basal part of the xylopodium. The xylopodium is situated at ground level or some centimeters under it. The size and shape of xylopodium varied according to the age [Figs. 1; 2A, B; images 12, 15 (SI)].

Xylopodium. It is a perennial thickened and woody organ with development periods. It has numerous buds distributed along the axis and high resprout capacity (Fig. 2B). The buds are globose and present numerous initial scaly-leaf primordial (Fig. 2C). They are covered by uni and bi-seriate glandular and non-glandular flagelliform trichomes, all have lipophilic substances, but the glandular containing oil droplets (Fig. 2D). Xylopodia of different diameters were studied, when it was of 2.0-2.5 cm presented a secondary structure of 2-2.5 years old, and when it was of 3.0-4.0 cm diameter had more than eight years old. Origin of the xylopodium parts were established based on its morphology and anatomy. Xylopodia were sectioned at different levels (Fig. 2B), and caulinar, hypocotyl, and taproot structures forming the woody axis were found. The study of surface view of cross-sections at different level of the xylopodium exhibited the stem, hypocotyl and taproot structures (Fig. 3A).

There are many buds found on the xylopodium that can develop into new stems [Fig. 2B; 3B; image 9 (SI)]. In the lower part (at hypocotyl and taproot level) are also formed more or less thickened adventitious roots [(Fig. 3A, C), images 12 and 14 (SI)].

According our anatomical study a xylopodium of several years old, cross-sectioned at medial part of its length showed annual rings (Fig. 4A). It has a caulinar origin because the distribution of the metaxylem and protoxylem (endarch primary xylem) (Fig. 4B). This caulinar part

is constituted by secondary bark with notable cork (periderm). The secondary phloem presents abundant mechanical tissue, and the parenchyma cells of medullary rays are filled with crystals. Internal to vascular cambium it is the secondary xylem and the pith formed by parenchyma (Fig. 4A, C). Secondary xylem exhibits the growth-rings, meaning the xylopodium development periods (Fig. 4A, D). Tyloses in vessels of the secondary xylem were found with tannin-filled vesicles (Fig. 4D, E). Phenolic compounds (tannins) were visualized by test of ferric chloride (Fig. 4F).

Root system. The cross-section of the taproot (the primary root) shows a secondary structure similar to stem (Fig. 5A), but may be seen with ample vessels of the metaxylem (exarch xylem) towards the centre; it has a tetrarch (Fig. 5B) or sometimes pentarch structure.

A taproot of 5-7 mm diameter, and root branches and adventitious root of 3 mm diameter were analyzed and presented a similar secondary structure with a periderm formed by 4-8 layers of cork (Fig. 5A; Fig. 6A, B). The cork cell walls embedded in suberin showed positive test for lipophilic substances. Internally, it is the cork-cambium (phellogen) produced from subepidermal layers, and one layer of phellogen cells in contact with an ample area (10-14 layers) of cortical parenchyma (Fig. 6B). The most internal cortical layer is the endodermis, which presents Casparian strips and is surrounding the vascular cylinder (Fig. 6C, D). In the root cortex, in front of the secondary phloem joined to the endodermis are located the ducts (Fig. 6C). The secondary vascular cylinder showed the phloem with abundant mechanical tissue and dilated medullary rays characterized by the presence of abundant calcium oxalate crystals (Fig. 6C, D). Internal at vascular cambium the secondary xylem is found. As was mentioned above, the taproot shows tetrarch primary xylem in the centre (Fig. 5B), whereas, root branches and adventitious roots exhibit polyarch primary xylem, and lignified pith in the centre (Fig. 6E). Root system has many branches, and the new roots are produced by a proliferation of the parenchyma tissue (Fig. 6F).

Roots histochemical tests revealed ducts containing resins and oil droplets (Fig. 7A-C).

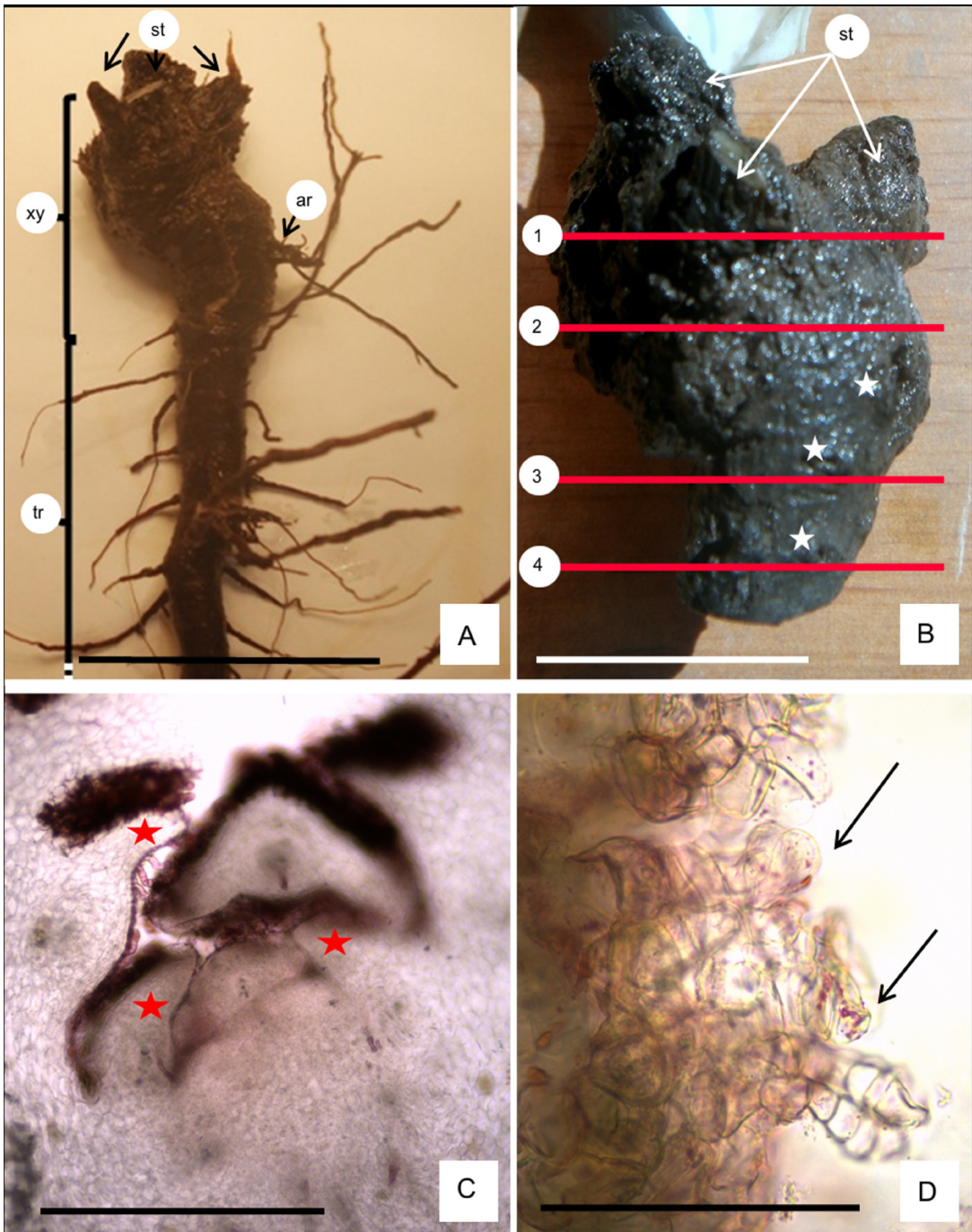


Fig. 2. Subterranean system of *Baccharis notoserghila*. **A:** Xylopodium and root system. **B:** Detail of xylopodium showing three stems developed from yolks, and some buds (asterisks); 1, 2, 3, 4: indicate cross-sections at stem, hypocotyl and taproot levels. **C:** An optical microscope view of a bud sectioned exhibiting several scale-leaf primordia (asterisks). **D:** Trichomes localized in the border of scale-leaf primordia, showing oil drops colored with Oil Red "O" (arrows). Scales= A: 5 cm; B: 2 cm; C, D: 100 μ m. Abbreviations= ar: adventitious root; st: stems; tr: taproot with secondary branches; xy: xylopodium.

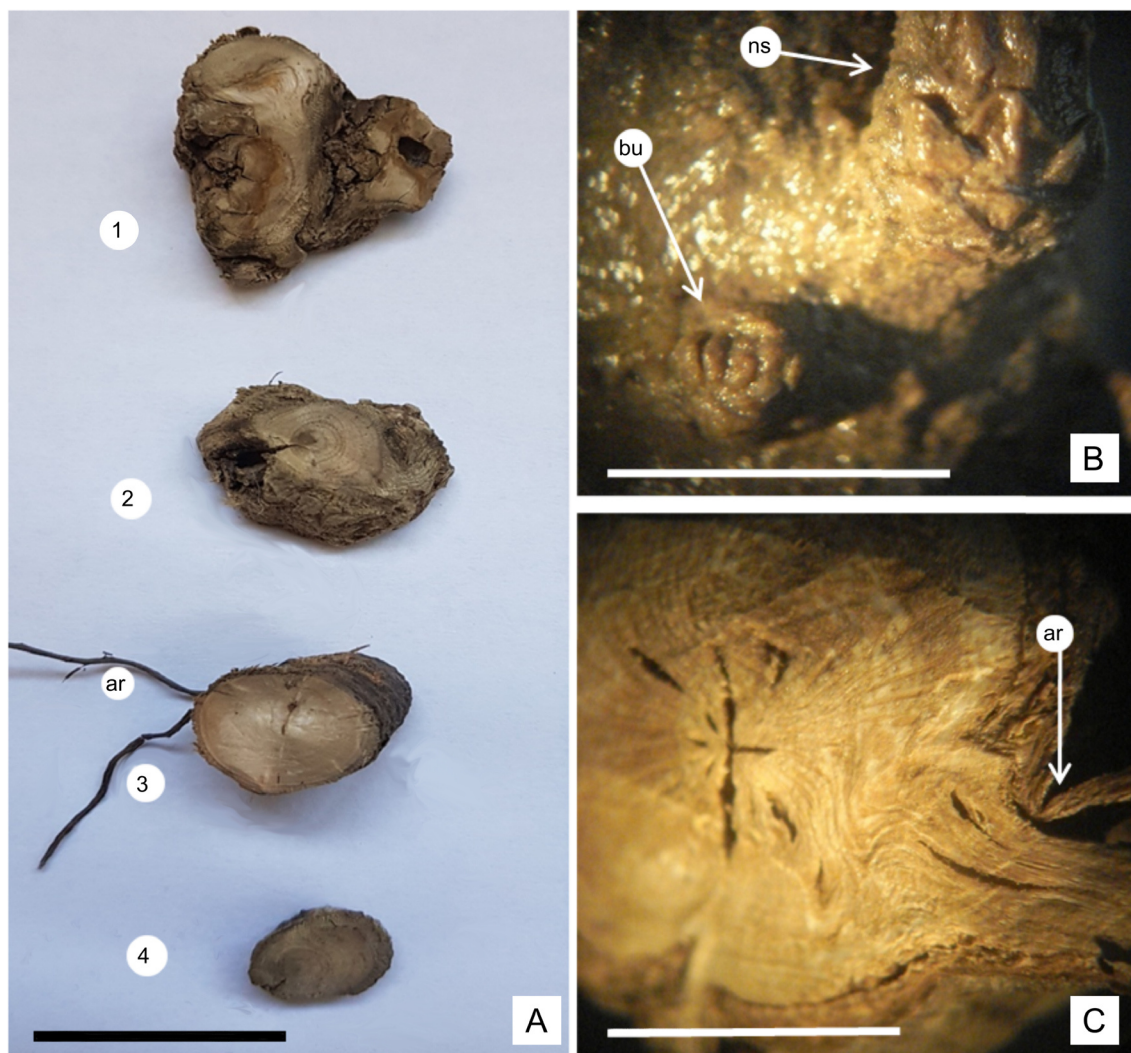


Fig. 3. Cross-sections of constituent parts of xylopodium, buds and adventitious root of *Baccharis notoserjila*. **A:** 1: Three aerial stems formed from the xylopodium buds. 2: Caulinar structure of xylopodium. 3: Hypocotyl or intermediate stem-root structure. 4: Taproot structure of xylopodium. **B:** A bud in surface view, showing scale-leaf primordial; at the top a new sprout developed with scale-leaves on its base. **C:** Cross-section exhibiting the adventitious root originated from the xylopodium. Scale= A: 2 cm; B, C: 5 mm. Abbreviations= ar: adventitious roots; bu: bud with scale-leaf primordial; ns: a new sprout.

The substance stored by roots was fructans of inulin-type located principally in the cortical parenchyma (Fig. 7D). Test for starch was negative.

In the xylopodium and roots, styloid calcium oxalate crystals were found (Fig. 6D). These

styloids showed a tabular aspect with pointed and square ends (i. e., from lateral view they appeared fusiform, and from a frontal view as a table with truncate ends (Fig. 8A). These crystals sometimes appeared disposed in piles (Fig. 8B). A SEM-EDAX analysis showed they are

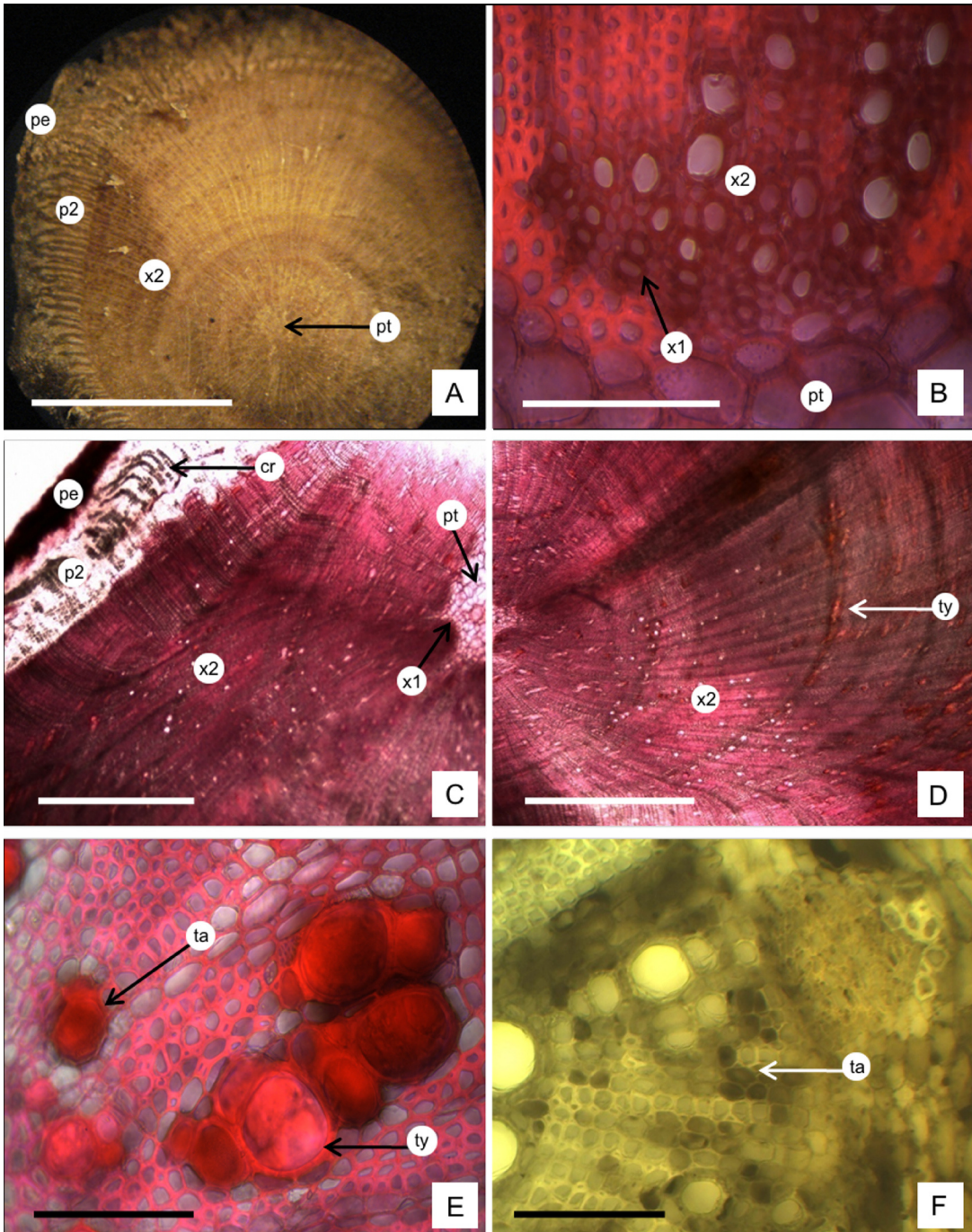


Fig. 4. Caulinar xylopodium features of *Baccharis notoserghila*. **A:** Stem cross section showing external protection, periderm; secondary phloem with big quantity of crystals; secondary xylem with growth-rings surrounding the central pith. **B:** Stem central part, showing endarch xylem that means the caulinar origin. **C:** Microscopy cross section showing periderm, phloem, xylem and pith. **D:** Stem cross section exhibiting growth-rings and tyloses. **E:** Tyloses and tannins filling the vacuoles of cells. **F:** Test of tannins with ferric chloride. Scales= A: 5 mm; B, E, F: 100 μ m; C, D: 1 mm. Abbreviations= cr: crystals; pe: periderm; p2: secondary phloem; pt: pith; ta: tannins; ty: tyloses; x1: primary xylem; x2: secondary xylem.

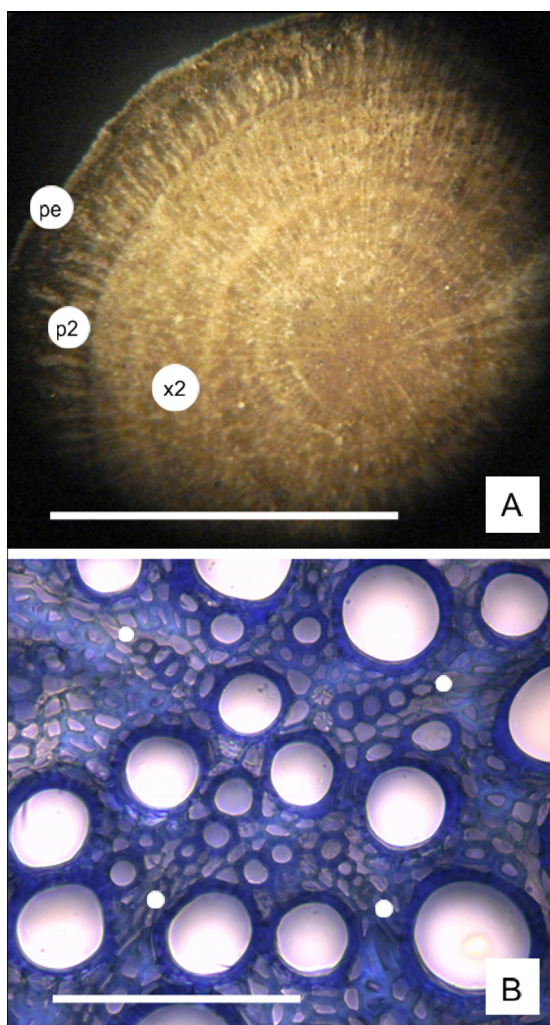


Fig. 5. Taproot features of *Baccharis notoserghila*. **A:** Root tissues, growth-rings, and in secondary phloem may be seen radial dark strips that correspond to medullary rays filled with crystals. **B:** Tetrarch taproot showing the exarch primary xylem (white dots). Scales= A: 5 mm; B: 100 μ m. Abbreviations= pe: periderm; p2: secondary phloem; x2: secondary xylem with annual rings.

composed predominantly of the cation calcium and sometimes a small quantity of potassium may also be found (Fig. 8C). Crystals were seen in dilated medullary rays of the phloem, and they are also abundant in the areas near buds formation.

DISCUSSION

Baccharis notoserghila showed a woody axis of xylopodium, which originates from the hypocotyl and exhibits caulinar and radicular structure as was found by Hayashi & Appezzato-da-Glória (2007) in *Vernonia grandiflora*. The xylopodium studied is characterized by its buds production, as also seen in other species of Asteraceae (Appezzato-da-Glória *et al.*, 2008a).

On the xylopodium, the primordial bud-leaves presented glandular and non-glandular trichomes. The presence of glandular trichomes in subterranean organs was previously recorded by Appezzato-da-Glória *et al.* (2008b), and also coincides with Appezzato-da-Glória *et al.* (2012) who studied the trichome structure and their secretory function in the species of *Chrysolaena* (Asteraceae). In *B. notoserghila* were found uni and biseriata glandular trichomes and non-glandular uniseriate and flagelliform. The same trichomes types were described by Petenatti *et al.* (2007), Budel & Duarte (2010), and Budel *et al.* (2015) for vegetative aerial parts of other species of the genus *Baccharis*. In the glandular and non-glandular trichomes, the cell walls stained positively for lipophilic compounds, however, the volatile oils are found in glandular trichomes as was reported by Budel *et al.* (2012).

In the xylopodium and roots calcium oxalate crystals filling the vacuole of cells were found. Cury (2008), studied the underground system of seven species of Asteraceae and mentioned only the presence of sclereids with a crystal in the xylopodium of *Pterocaulon alopecuroides* (Lam.) DC. The presence of calcium oxalate crystals of different types have been found in stems, cladodes, and leaves of *Baccharis* species (Cortadi *et al.*, 1999; Petenatti *et al.*, 2007; Budel & Duarte, 2010; Jasinski *et al.*, 2014; Budel *et al.*, 2015; Bobek *et al.*, 2015, 2016). In the subterranean organs, we found styloids similar to those reported by Budel *et al.* (2015) and Bobek *et al.* (2015, 2016). Bobek *et al.* (2016) mentioned that crystal shapes are one diagnostic characteristic for *Baccharis* species.

Baccharis notoserghila presents a high number of multiseriate medullary rays in the roots. According to Metcalfe & Chalk (1989), this

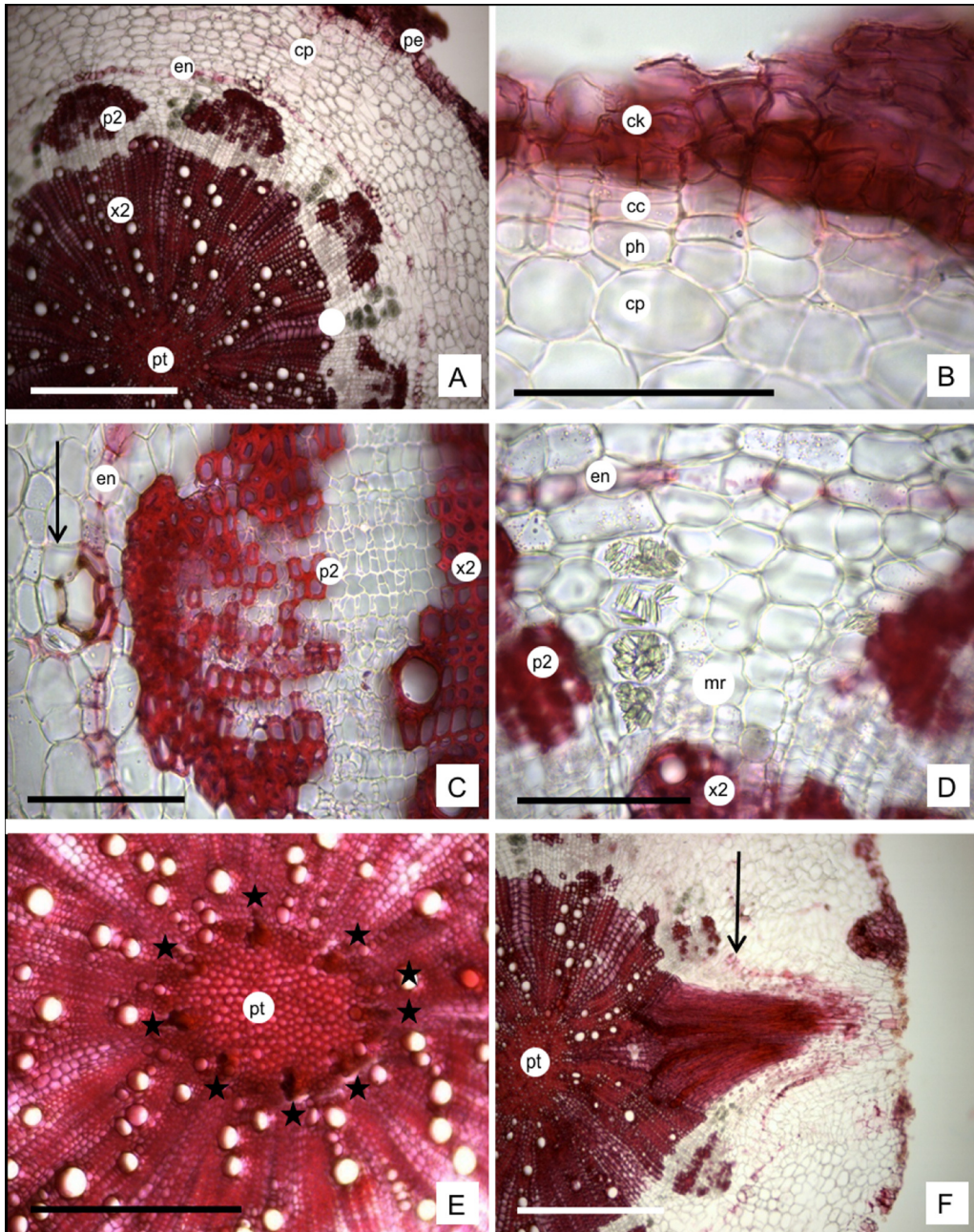


Fig. 6. Adventitious root features of *Baccharis notoserghila*. **A:** Cross-section showing the tissues. **B:** Detail of root periderm exhibiting cork, phelogen and one layer of pheloderm outside the cortical parenchyma. **C:** Detail of root endodermis with a duct in front of secondary phloem (arrow); phloem showing abundant mechanical tissue. **D:** Secondary phloem showing dilated medullary ray and idioblast with crystals. **E:** Detail of root centre, showing poliarx primary xylem structure (asterisks), and lignified pith. **F:** A new root branch produced from a proliferation of parenchyma cells (arrow). Scales= A, E, F: 400 μ m; B-D: 100 μ m. Abbreviations= cc: cork cambium; ck: cork; cp: cortical parenchyma; en: endodermis; mr: medullary ray; p2: secondary phloem; pe: periderm; ph: phelloderm; pt: pith; x2: secondary xylem.

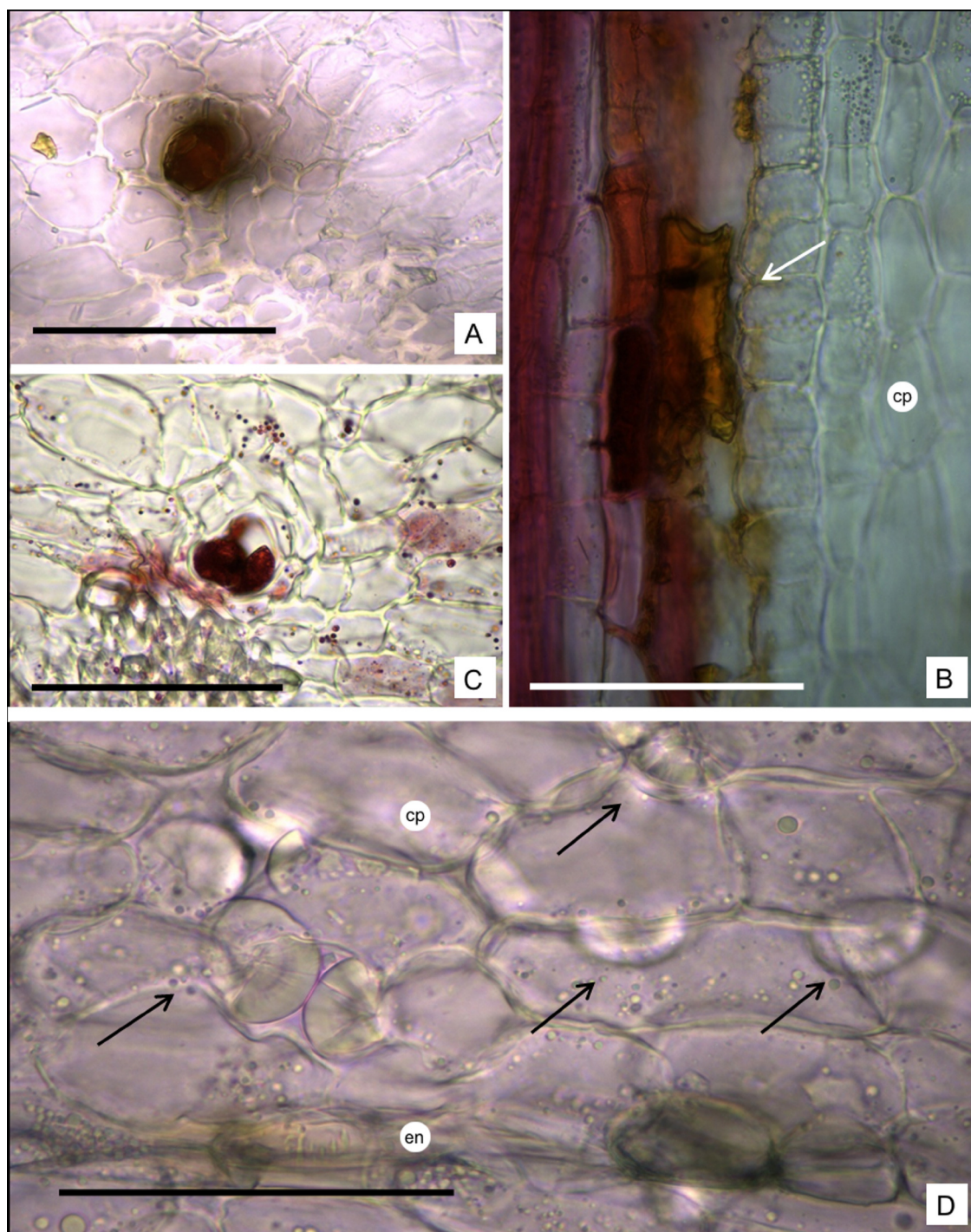


Fig. 7. Histochemical tests of *Baccharis notoserigila*. **A:** Cross section of a duct containing resins (copper sulphate test). **B:** Longitudinal section of a duct showing resins (arrow). **C:** Another duct with resins inside and many oil small drops dispersed in the parenchyma (Oil red "O" test). **D:** Cortical parenchyma tissue showing spherocrystals of inulin (arrows). Scales= A-D: 100 μ m. Abbreviations= cp: cortical parenchyma; en: endodermis.

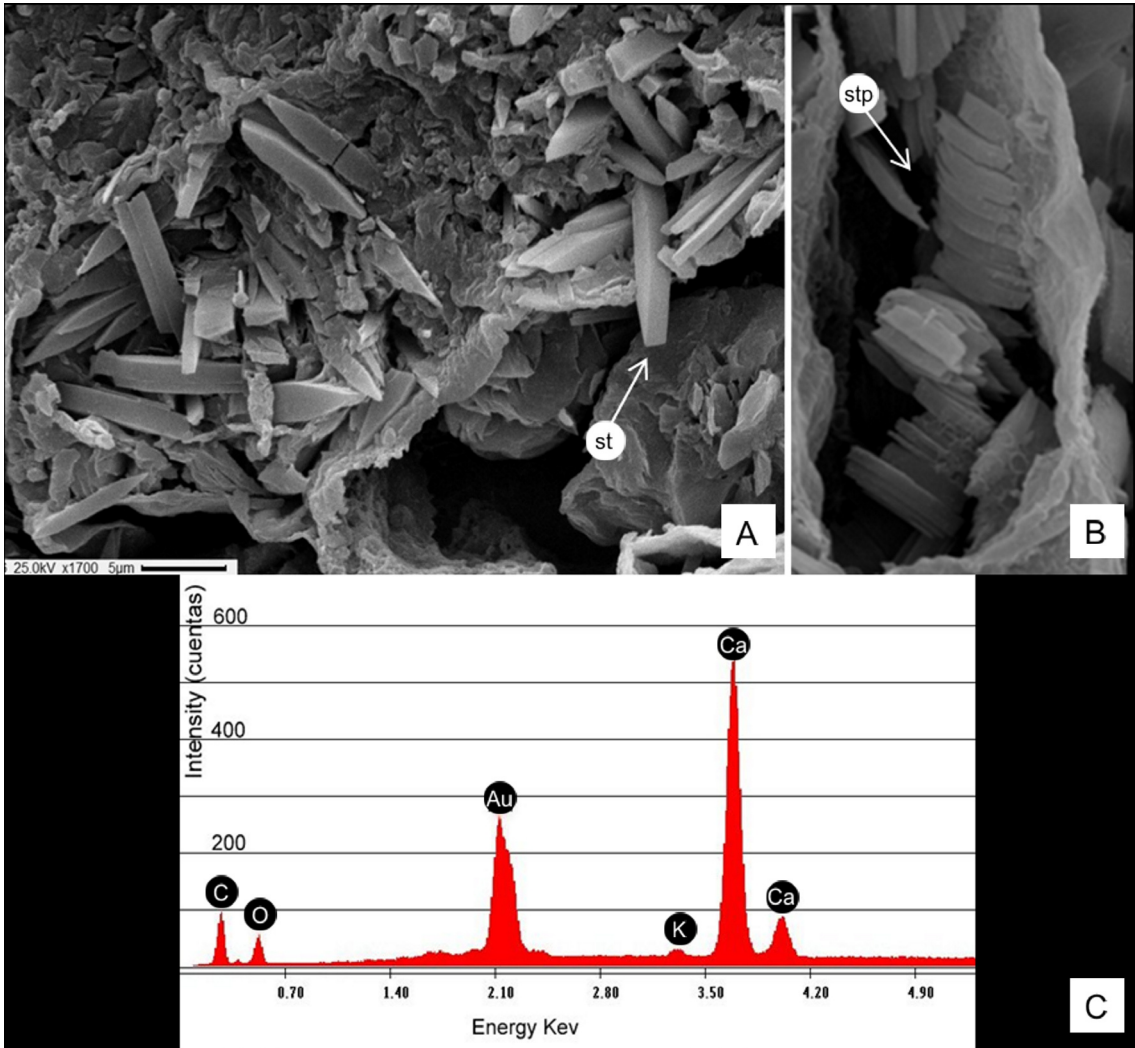


Fig. 8. Crystals and characteristic spectrum of the elements in parenchyma tissue of secondary phloem of *Baccharis notoserigila*. **A, B:** Calcium oxalate crystals in xylopodium and root. **A:** styloids with pointed and truncate ends. **B:** styloids in piles. **C:** Characteristic spectrum of calcium and potassium ions. Scales= A, B: 5 μ m. Abbreviations= st: styloid; stp: styloids in piles.

trait in roots might be attributed to increase the water transport function more than this reserve accumulation, coincidentally inulin was not found in the rays. In secondary and adventitious roots, which grow more or less parallel to soil surface, we observed lignified pith and additionally abundant fibers in the secondary xylem. This root structural change would be mainly due to

physiological causes such as the greater need to support function as suggested by Metcalfe & Chalk (1989).

In the roots, chemical test for starch was negative, whereas was positive for inulin reserve. The inulin was found accumulated in the cortical parenchyma of the roots. It is the most frequent localization according to Hayashi & Appezzato-

da-Glória (2007) and Appezzato-da-Glória *et al.* (2008a). The carbohydrates play an important role in the plants growing in dry habitats because they may act as osmotic regulators due to their rapid polymerization and depolymerization abilities (Figueiredo-Ribeiro *et al.*, 1991; Figueiredo-Ribeiro, 1993; Orthen, 2001; Gomes de Moraes *et al.*, 2016). *Baccharis notoserigila* is a resistant plant to stress conditions as drought and wet periods which alternate in the Salado river basin. It presents a xylopodium with buds, and the roots which accumulate carbohydrate reserves. It is in agreement with Hayashi & Appezzato-da-Glória (2007) and Appezzato-da-Glória & Cury (2011) who found that these two factors enabled the plants to survive through unfavourable environmental conditions. According preliminary assays to control *B. notoserigila* populations mentioned above, we believe that these two traits allow to regeneration after mechanical and chemical control, assuring its survival.

CONCLUSION

The formation of aerial shoot from buds located in underground structures associated to the accumulation of fructans reinforces the importance of a viable underground bud bank for the persistence of this woody subshrub, and the difficulty found to mechanical and chemical control.

AUTHOR CONTRIBUTION

AVC provided the global research ideas and goals, and with FEF, provided of resources. MPH and AMA carried out the research, and AMA prepared the manuscript. All the authors have read the final manuscript and approved its submission.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank the technicians Mario Sánchez and Mariela Theiller of the electron microscope service CINDECA-CONICET-UNLP. Our acknowledgements to anonymous reviewers who contributed with suggestions and bibliography to improve the manuscript.

BIBLIOGRAPHY

- ALONSO, A. A. & S. R. MACHADO. 2007. Morphological and developmental investigations of the underground system of *Erythroxylum* species from Brazilian cerrado. *Aust J Bot* 55: 749–758. <https://doi.org/10.1071/BT07060>
- APPEZZATO-DA-GLÓRIA, G. & G. CURY. 2011. Morpho-anatomical features of underground systems in six Asteraceae species from the Brazilian Cerrado. *An. Acad. Bras. Ciênc.* 83: 981-991. <http://www.redalyc.org/articulo.os?id=32719268017> [Accessed: 2019 april].
- APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B., G. CURY, M. K. M. SOARES, R. ROCHA & A. H. HAYASHI. 2008a. Underground systems of Asteraceae species from the Brazilian Cerrado. *J. Torrey Bot. Soc.* 135: 103-113. <https://www.jstor.org/stable/20063964>
- APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B., A. H. HAYASHI, G. CURY, M. K. M. SOARES & R. ROCHA. 2008b. Occurrence of secretory structures in underground systems of seven Asteraceae species. *Bot. J. Linnean Soc.* 157: 789-796. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.2008.00823.x>
- APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B., F. BATISTA DA COSTA, V. C. da SILVA, L. GOBBO-NETO, V. L. GARCIA REHDER & A. H. HAYASHI. 2012. Glandular trichomes on aerial and underground organs in *Chrysolaena* species (Vernonieae-Asteraceae): structure, ultrastructure and chemical composition. *Flora* 207: 878-887. <http://dx.doi.org/10.1016/j.flora.2012.10.003>
- BOBEK, V. B., V. P. DE ALMEIDA, C. B. PEREIRA, G. HEIDEN, M. R. DUARTE, J. M. BUDEL & T. NAKASHIMA. 2015. Comparative pharmabotanical analysis of *Baccharis caprariifolia* DC. and *B. erioclada* DC. From Campos Gerais, Paraná, Southern Brazil. *Lat. Amer. J. Pharm.* 34: 1396-1402.
- BOBEK, V. B., G. HEIDEN, C. FREITAS DE OLIVEIRA, V. PAES DE ALMEIDA, J. PADILHA DE PAULA, P. V. FARAGO, T. NAKASHIMA & J. M. BUDEL. 2016. Comparative analytical micrographs of “vassouras” (*Baccharis*, Asteraceae). *Rev. Bras. Farmacogn.* 26: 665-672. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjp.2016.05.001>
- BUDEL, J. M. & M. R. DUARTE. 2010. Macro and microscopic characters of the aerial vegetative organs of carqueja: *Baccharis usterii* Heering. *Braz. Arch. Biol. Technol.* 53: 123-131.





- BUDEL, J. M., M. R. DUARTE, P. M. DÖLL-BOSCARDIN, P. V. FARAGO, N. I. MATZENBACHER, A. SARTORATTO & B. H. L. N. SALES MAIA. 2012. Composition of essential oils and secretory structures of *Baccharis anomala*, *B. megapotamica* and *B. ochracea*. *J. Essent. Oil Res.* 24: 19-24.
<https://doi.org/10.1080/10412905.2012.645634>
- BUDEL, J. M., J. PADILHA DE PAULA, V. L. PEREIRA DOS SANTOS, C. R. CAVICHIOLLO FRANCO, P. V. FARAGO & M. R. DUARTE. 2015. Pharmacobotanical study of *Baccharis pentaptera*. *Rev. Bras. Farmacogn.* 25: 314-319.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.bjp.2015.07.007>
- CORTADI, A., O. DI SAPIO, J. MC CARGO, A. SCANDIZZI, S. GATTUSO & M. GATTUSO. 1999. Anatomical studies of *Baccharis articulata*, *Baccharis crispa* and *Baccharis trimera*, “carquejas” used in folk medicine. *Abbreviation Pharm. Biol.* 37: 357-365. doi: 10.1076/phbi.37.5.357.6054
- COSA, M. T., N. DOTTORI, L. STIEFKENS, M. HADID, M. MATESEVACH, N. DELBÓN, P. WIEMER, S. MACHADO, V. CABRERA, C. COSTA, A. PÉREZ & A. TRENCHI. 2014. *Aplicación de técnicas de histología vegetal a la resolución de diversos problemas*. Laboratorio de Morfología Vegetal, Universidad Nacional de Córdoba.
- CURY, G. 2008. *Sistemas subterráneos de Asteraceae do Cerrado paulista: abordagens anatômica, ecológica e reprodutiva*. Tese Doutorado, Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, Brazil, 95 pp.
- D’AMBROGIO A. 1986. *Manual de técnicas en histología vegetal*. Hemisferio Sur, Buenos Aires, Argentina.
- FIGUEIREDO-RIBEIRO, R. C. L. 1993. Distribuição, aspectos estruturais e funcionais dos frutanos, com ênfase em plantas herbáceas do Cerrado. *Rev. Bras. Fisiol. Veg.* 5: 203–208.
- FIGUEIREDO-RIBEIRO, R. C. L., E. M. ISEJIMA, G. M. DIAS-TAGLIACOZZO, M. A. M. CARVALHO & S. M. C. DIETRICH. 1991. The physiological significance of fructan accumulation in Asteraceae from the Cerrado. *Cienc. Cult.* 43: 443–446.
- GOMES DE MORAES, M., M. A. MACHADO DE CARVALHO, A. C. FRANCO, C. J. POLLOCK & R. DE CÁSSIA LEONE FIGUEIREDO-RIBEIRO. 2016. Fire and drought: soluble carbohydrate storage and survival mechanisms in herbaceous plants from the Cerrado. *BioScience* 66: 107-117.
- GURR, E. 1971. *Synthetic dyes in biology, medicine and chemistry*. Academic Press, London.
- HAYASHI, A. H. & B. APPEZZATO-DA-GLÓRIA. 2007. Anatomy of the underground system in *Vernonia grandiflora* Less. and *V. brevifolia* Less. (Asteraceae). *Braz. Arch. Biol. Technol.* 50: 979-988.
<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-89132007000700009>
- HERBICIDE RESISTANT PLANTS COMMITTEE. 1998. “Herbicide resistance” and “herbicide tolerance” defined. *Weed Technol.* 12: 789.
- JASINSKI, V. C. G., R. Z. DA SILVA, R. PONTAROLO, J. M. BUDEL & F. R. CAMPOS. 2014. Morpho-anatomical characteristics of *Baccharis glaziovii* in support of its pharmacobotany. *Rev. Bras. Farmacogn.* 24: 609-616.
- JOHANSEN, D. A. 1940. *Plant microtechnique*. McGraw-Hill Book Company, New York.
- LUQUE, R., H. C. SOUSA & J. E. KRAUS. 1996. Métodos de coloração de Roeser (1972) -modificado e Kropp (1972) visando a substituição do azul de astra por azul de alciano 8 GS ou 8GX/Staining methods of modified Roeser (1972) and Kropp (1972), aiming at substituting the astra blue by alcian blue 8GS or 8GX. *Acta Bot. Bras.* 10: 199 - 212.
<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33061996000200001>
- METCALFE, C. R. & L. CHALK. 1989. *Anatomy of the Dicotyledons*. Clarendon Press, Oxford.
- ORTHEN, B. 2001. Sprouting of the fructan- and starch-storing geophyte *Lachenalia minima*: effects on carbohydrate and water content within the bulbs. *Physiol. Plant.* 113: 308– 314.
<https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.2001.1130302.x>
- PETENATTI, E. M., M. E. PETENATTI, D. A. CIFUENTE, J. C. GIANELLO, O. S. GIORDANO, C. E. TONN & L. A. DEL VITTO. 2007. Medicamentos herbarios en el Centro-Oeste Argentino. VI. Caracterización y control de calidad de dos especies de “carquejas”: *Baccharis sagittalis* y *B. triangularis* (Asteraceae). *Lat. Am. J. Pharm.* 26: 201-208.
- PURICELLI, E. & D. TUESCA. 2005. Efecto del sistema de labranza sobre la dinámica de la comunidad de malezas en trigo y en barbechos de secuencias de cultivos resistentes a glifosato. *Agriscientia* 22: 69-78.
- RODRIGUEZ, A & E. JACOBO. 2012. *Manejo de pastizales naturales para una ganadería sustentable en la Pampa Deprimida. Buenas prácticas para una ganadería sustentable de pastizal*. Kit de extensión para las pampas y campos. FAUBA Editorial.

- RUZIN, S. E. 1999. *Plant microtechnique and microscopy*. University Press, Oxford.
- SIONE, S., R. SABATTINI, S. LEDESMA, A. F. DORSCH & C. FORTINI. 2006. Notas: Caracterización florística y estructural del estrato arbustivo de un monte en pastoreo (Las Garzas, Entre Ríos). *Revista Científica Agropecuaria* 10: 59-67.
- TERTULIANO, M. F. & R. C. L. FIGUEIREDO-RIBEIRO. 1993. Distribution of fructose polymers in herbaceous species of Asteraceae from the cerrado. *New Phytol.* 123: 741-749.
<https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1993.tb03785.x>
- URDAMPILLETA, J. I. 2019. *Métodos de control poblacional de Baccharis notoserigila Griseb.: maleza arbustiva de alta incidencia en la zona de la Pampa Deprimida*. Tesis de grado, modalidad: intervención profesional, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata. Dirección: A. V. Carbone. Codirección: F. E. Fernández. Repositorio Institucional de la UNLP. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/74210>
- YASUÉ, T. 1969. Histochemical identification of calcium oxalate. *Acta Histochem. Cytochem.* 2: 83-95.
- ZARLAVSKY, G. E. (ed.). 2014. *Histología vegetal: Técnicas simples y complejas*. Sociedad Argentina de Botánica, Buenos Aires.



CARACTERIZACIÓN MICROTOPOGRÁFICA E INFLUENCIA DE LAS COSTRAS BIOLÓGICAS EN LA RUGOSIDAD DEL SUELO EN EL CENTRO-OESTE DE LA ARGENTINA

MICROTOPOGRAPHIC CHARACTERIZATION AND INFLUENCE OF BIOLOGICAL SOIL CRUSTS ON THE ROUGHNESS OF THE SOIL IN THE CENTER-WEST OF ARGENTINA

Ana L. Navas Romero^{*1,2}, Mario A. Herrera Moratta^{2,3}, Eduardo Martínez Carretero², María C. Fernández Belmonte⁴ y María A. Duplancic^{2,5}

1. Instituto de Ingeniería Química-Facultad de Ingeniería. UNSJ-CONICET, San Juan, Argentina.
2. Grupo de Geobotánica y Fitogeografía. Instituto de Investigación en las Zonas Áridas (IADIZA)- CCT CONICET, Mendoza, Argentina.
3. Instituto de Biotecnología-Facultad de Ingeniería. UNSJ-CONICET, San Juan, Argentina.
4. Dpto. Ciencias Agropecuarias-Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias, UNSL. San Luis, Argentina.
5. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales-UNCuyo. Mendoza, Argentina.


*analaurnavas@gmail.com.ar

Citar este artículo

NAVASROMERO, A. L., M. A. HERRERA MORATTA, E. MARTÍNEZ CARRETERO, M. C. FERNÁNDEZ BELMONTE & M. A. DUPLANCIC. 2019. Caracterización microtopográfica e influencia de las costras biológicas en la rugosidad del suelo en el centro-oeste de la Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 54: 533-551.

DOI: <http://dx.doi.org/10.31055/1851.2372.v54.n4.24163>



Recibido: 29 Abril 2019
Aceptado: 19 Septiembre 2019
Publicado: 15 Diciembre 2019
Editor: Ramiro Aguilar 

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

SUMMARY

Background and aims: The influence of biological soil crusts (BSC) on soil roughness is an important function of these communities at the ecosystem level. Our objective was to characterize microtopographically the different types of BSC and evaluate their effect on the roughness of the soil along three systems differentiated by their degree of aridity.

M&M: The microrelief and roughness were evaluated in three systems: semi-arid, arid, and hyper-arid; by different and complementary techniques: chain method, photographic analysis and technique of metal rods. For the first one, a block design was used, while for the other two, we worked on the types of dominant biological crusts in each system.

Results: The morphology of the BSC varied according to the type of dominant organism. The mosses had a low height and were classified as "gently undulating", the cyanobacteria had more abrupt peaks, and was classified as "pinnacled", and the lichens had two height frequencies and were classified as "rolling". The BSC influenced the roughness in the three sites evaluated. The type of BSC that dominated influenced the level of roughness found. The hyper-arid site was the site where the BSC had the most significant impact on roughness.

Conclusions: The microtopographic variations and the increase in roughness provided by the BSC is key to understanding the dynamics of the Monte because small interruptions on the soil such as those generated by the BSC could increase water availability and decrease nutrient losses by erosion, two fundamental aspects of the functioning of these fragile systems.

KEY WORDS

Aridity, biological crusts, evapotranspiration, morphology, roughness.

RESUMEN

Introducción y objetivos: La influencia de las costras biológicas del suelo (CBS) en la rugosidad del suelo es una importante función de estas comunidades a nivel ecosistémico. Nuestros objetivos fueron caracterizar microtopográficamente los tipos de CBS y evaluar su efecto en la rugosidad del suelo en tres sistemas diferenciados por su grado de aridez.

M&M: El microrelieve de las CBS y su influencia en la rugosidad se evaluaron en tres sistemas: semiárido, árido, e hiperárido; mediante técnicas diferentes y complementarias: método de la cadena, análisis fotográfico y técnica de las varillas metálicas. Para la primera se empleó un diseño en bloque, mientras que para las otras dos se trabajó sobre los tipos de CBS dominantes en cada sistema.

Resultados: La morfología de las CBS varió según el tipo de organismo dominante. Los musgos tuvieron una baja altura clasificándose como "suavemente ondulados", las cianobacterias tuvieron picos más abruptos, clasificándose como "pinaculadas" y los líquenes tuvieron dos frecuencias de alturas clasificándose como "rodante". Las CBS influyeron en la rugosidad en los tres sitios evaluados. El sitio hiperárido fue donde tuvieron mayor impacto las CBS en la rugosidad. El tipo de CBS que dominó influyó en el nivel de rugosidad hallado.

Conclusiones: Las variaciones microtopográficas y el incremento en la rugosidad proporcionada por las CBS es clave en la dinámica del Monte debido a que pequeñas interrupciones sobre el terreno podrían incrementar la disponibilidad de agua y disminuir las pérdidas de nutrientes por erosión, dos aspectos fundamentales del funcionamiento de estos sistemas.

PALABRAS CLAVE

Aridez, costras biológicas, evapotranspiración, morfología, relieve.

INTRODUCCIÓN

Las costras biológicas del suelo (CBS) son comunidades de cianobacterias, algas, hongos, líquenes y musgos, unidos cohesivamente con partículas de suelo, que se desarrollan en varios milímetros a centímetros del perfil de la capa superior del suelo (Evans & Johansen, 1999; Belnap, 2006; Belnap & Lange, 2001; García-Pichel, 2003). Las CBS son componentes bióticos cruciales en ecosistemas secos en todo el mundo. Constituyen “mantos de fertilidad” (García-Pichel *et al.*, 2003), funcionando como ingenieros del ecosistema (Jones *et al.*, 1997; Bowker *et al.*, 2005) suministrando servicios, como producción primaria, prevención de erosión del suelo, lixiviación de elementos (Belnap & Lange, 2001; Beraldi Campesi *et al.*, 2009), acondicionamiento del suelo, y fertilización del suelo con C y N recién fijados (Johnson *et al.*, 2007).

Además de las funciones arriba mencionadas, las CBS, son una de las más importantes variables que influyen en la rugosidad de la superficie del suelo, cubriendo hasta el 70 % de áreas entre plantas (Issa *et al.*, 1999; Belnap *et al.*, 2005). Las CBS aumentan la rugosidad de la superficie del suelo gracias a la presencia de sus organismos componentes en superficie y la hinchazón de estos. La rugosidad superficial del suelo es una variable importante que influye en los procesos de intercambio de materia y energía en las direcciones horizontal y vertical de la superficie terrestre. La microtopografía conferida por las CBS puede controlar la infiltración de la lluvia, la redistribución de la humedad del suelo, la retención de agua y reducir la cantidad de escorrentía (Govers & Helming, 2000; Darboux *et al.*, 2002; Antoine *et al.*, 2009; Zheng *et al.*, 2014). Además, las CBS permiten la formación de pequeños charcos en la superficie del suelo que aumentan la acumulación de polvo sedimentado, la capacidad de almacenamiento de agua y su tiempo de residencia (Rodríguez-Caballero *et al.*, 2012; Williams *et al.*, 2012).

En los ambientes semiáridos, áridos e hiperáridos, el régimen escaso, variable e impredecible de las precipitaciones sumado a la escasa cobertura vegetal convierten a la disponibilidad de agua y a la facilitación de nutrientes en los factores más importantes que limitan el funcionamiento del ecosistema (Noy-Meir, 1973). Así, pequeñas

interrupciones sobre el terreno como las generadas por las CBS pueden tener profundos impactos en la dinámica ecosistémica.

El incremento en la rugosidad proporcionada por las CBS es clave para comprender la dinámica de los ecosistemas del Monte y fundamental en el contexto de la mayor fragilidad de estos sistemas. El control de la infiltración de la lluvia, la redistribución de la humedad del suelo, la retención de agua (Govers *et al.*, 2000; Darboux *et al.*, 2002; Antoine *et al.*, 2009), la captación de polvos y nutrientes y la moderación de los procesos de escorrentía (Kidron, 2007), proporcionados por la rugosidad de las CBS, como consecuencia de un incremento en el relieve, podrían ser esenciales para el mantenimiento de los procesos ecológicos en los sistemas áridos.

La intensidad del efecto producido por el grupo de CBS dominantes en la rugosidad superficial de un sistema depende de tres factores: a macroescala, depende del clima dominante y a microescala de la composición específica (o estado de desarrollo) de la CBS y de la textura del suelo (Belnap & Lange, 2003; Belnap, 2006; Chamizo *et al.*, 2012; Rodríguez-Caballero *et al.*, 2015). Las CBS afectan la rugosidad de la superficie del suelo a través de las diferencias en altura de las especies componentes (Evans & Johansen, 1999). La rugosidad también puede variar según el estado sucesional de las CBS. En las CBS la sucesión inicia con el crecimiento de cianobacterias pioneras (claras) durante eventos episódicos de humedad disponible, posteriormente sucede el atrapamiento de partículas minerales gracias a la red de filamentos de las cianobacterias y a la matriz de limo extracelular (Belnap & Lange, 2001; Zaady *et al.*, 2010). Finalmente, el desarrollo sin perturbaciones conduce a múltiples ensamblajes de especies que albergan bacterias, arqueas, hongos, algas e incluso poblaciones de líquenes y musgos, formando una estructura más estable y definida (Nagy *et al.*, 2005; Bates & García-Pichel, 2009). Así, comunidades de CBS dominadas por líquenes o musgos muestran una mayor rugosidad superficial que las dominadas por algas o cianobacterias (Belnap, 2006; Williams *et al.*, 2012; Rodríguez-Caballero *et al.*, 2015). La textura del suelo define qué especies pueden llegar a instalarse en un sistema. Suelos arcillosos y limosos permiten el establecimiento de musgos y líquenes, mientras que suelos arenosos sólo de cianobacterias. Por último,

A. L. Navas Romero *et al.* - Caracterización microtopográfica de las costras biológicas del suelo

a escala regional, el régimen general de temperatura y precipitaciones limita la distribución de las especies componentes de las CBS, y por lo tanto es quien determina en primer lugar el microrrelieve dominante (Colesie *et al.*, 2016).

Basados en esto último, Belnap & Lange (2003) establecieron una clasificación general de la morfología de las CBS. Para ello se apoyaron en la relación entre el aspecto externo y la evapotranspiración potencial (ETP), reconociendo 4 tipos de CBS: lisas, rugosas, pinaculadas y rodantes. Las lisas son aquellas constituidas principalmente por cianobacterias, algas y hongos. En éstas, la superficie del suelo está formada por partículas minerales, comúnmente de arena, unidas por cianobacterias. Estas CBS dominan en regiones hiperáridas y áridas, con precipitaciones muy bajas y temperaturas muy altas, donde los suelos nunca se congelan. Como rugosas reconocieron a las constituidas principalmente por cianobacterias, algas y hongos con parches de líquenes y musgos. Dominan en regiones áridas y semiáridas con suelos que no se congelan y que poseen una ETP más baja que en las regiones con costras lisas. Como costras pinaculadas, a las constituidas principalmente por cianobacterias endémicas, pudiendo tener hasta un 40 % de cobertura de líquenes y musgos. Estas costras se caracterizan por tener una fisonomía en forma de montículos pediculados que se forman a medida que los suelos se levantan por el deshielo y son erosionados por el agua pendiente abajo. Se encuentran en las latitudes medias de los desiertos más fríos donde las temperaturas de congelación son comunes y las raíces de plantas vasculares escasas (Ej. Meseta del Colorado). Es el tipo de costra más vulnerable a las perturbaciones. Por último, denominaron costras rodantes a las constituidas principalmente por líquenes y/o musgos y en algunos casos capas gruesas de cianobacterias. Se encuentran en ambientes con ETP más baja correspondiéndose con las zonas más frías. El aumento en grosor de la capa de CBS parece disminuir las bajas temperaturas subsuperficiales del suelo.

A pesar de que la rugosidad es un parámetro clave en diversos procesos (escorrentía, infiltración y redistribución de agua), a nivel mundial casi no existen estudios que cuantifiquen la rugosidad de la superficie del suelo en los suelos cubiertos por CBS. Las descripciones microtopográficas de las

CBS se han limitado a observaciones puntuales y a experiencias de campo, existiendo escasos trabajos que describen el microrrelieve generado por las CBS (Belnap & Lange, 2003; Lan *et al.*, 2012; Colesie *et al.*, 2014). Esto sumado a que la mayoría de estos trabajos no realizaron descripciones de la microtopografía existente, sino más bien del efecto en factores funcionales, como erosión, hidrofobia, retención de agua (Kidron, 2007; Zheng *et al.*, 2014; Rodríguez-Caballero *et al.*, 2012; Rodríguez-Caballero *et al.*, 2015). Nuestra hipótesis fue que las CBS modifican la rugosidad del suelo y que esta modificación varía con el grado creciente de aridez del sistema en el centro-oeste de la Argentina. Así el sistema hiperárido tendría una morfología lisa produciendo el menor impacto en el relieve. El sistema árido tendría una morfología rugosa ocasionando un impacto intermedio en el relieve. Finalmente, el sistema semiárido tendría una morfología intermedia entre rugosa y pinaculada generando el mayor impacto en el relieve. La comparación entre regiones con diferente grado de aridez y de evapotranspiración permite poner a prueba la clasificación planteada por Belnap & Lange (2003). Para ello en primer lugar evaluamos la variación microtopográfica de las CBS y en segundo lugar su influencia en la rugosidad en tres sistemas diferenciados con el grado de aridez, con el fin de comprender la influencia de las CBS en el relieve y a través de él, en las propiedades del suelo en función de variaciones climáticas.

MATERIALES Y MÉTODOS

La caracterización microtopográfica de las CBS y la determinación de su influencia en la rugosidad del suelo se realizó en tres sistemas diferenciados por su grado de aridez: semiárido, árido, e hiperárido mediante técnicas diferentes y complementarias.

Sitios de estudio

Sitio Semiárido: Se encuentra ubicado al suroeste de la provincia de San Juan en el Departamento de Sarmiento (32°0'8,43" S; 68°45'10,18" O) siendo la altura del área de estudio de 1139 msnm (Fig. 1). El sitio se corresponde con el área protegida "Paisaje Protegido Pedernal" y comprende la conservación de 17.700 ha (Dalmasso *et al.*, 2011).

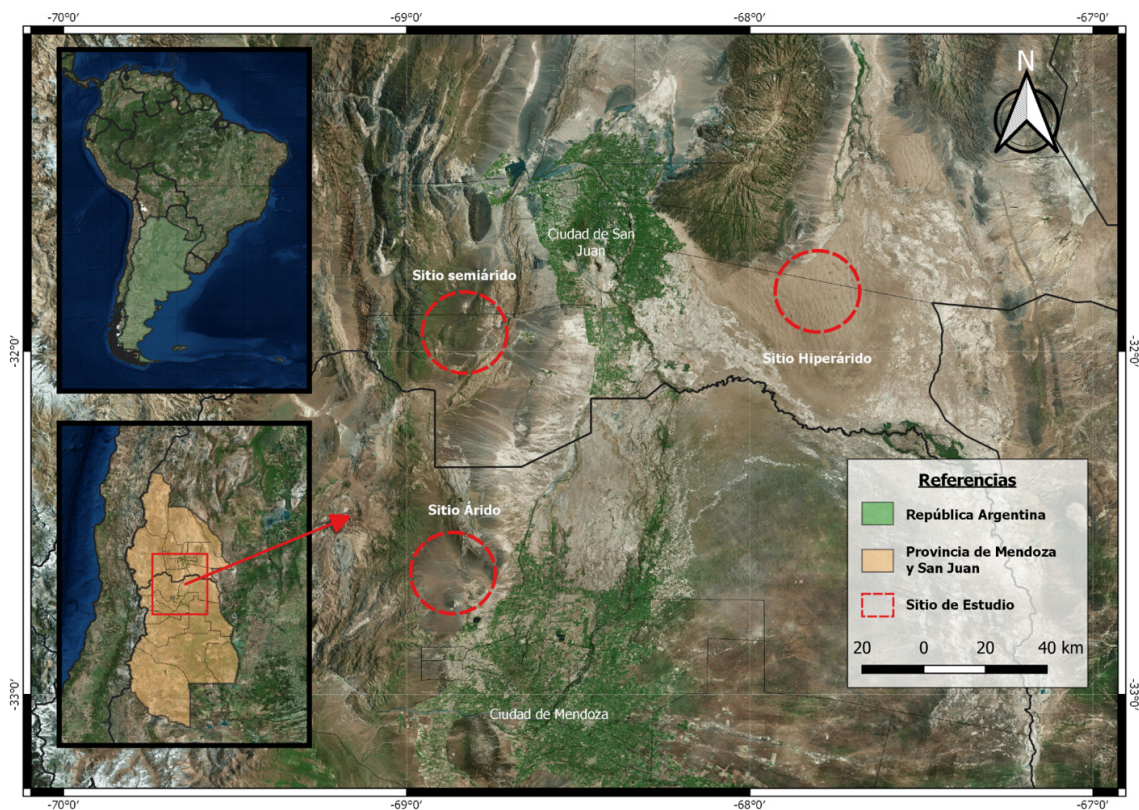


Fig. 1. Área de Estudio.

La precipitación media anual es de 370 mm. La temperatura media anual es de 18 °C, la media mínima es de 6 °C y la media máxima es de 20,7 °C (CRAS, 1974). En esta zona los suelos corresponden al orden Entisoles y fueron clasificados en la categoría Torriortentes típicos (Regairaz, 2000; Suvires, 1987). El área de estudio pertenece a la Provincia Fitogeográfica del Monte. Dalmasso & Márquez (2004) registraron una riqueza florística de 345 especies vasculares. Siendo características las comunidades de *Zuccagnia punctata* Cav., *Larrea divaricata* Cav., *Baccharis salicifolia* Ruiz y Pav. y *Hyalis argentea* Don ex Hook. & Arn.

Sitio Árido: La zona de estudio se encuentra en el departamento Las Heras (Mendoza), ámbito morfoestructural de la Precordillera de Los Andes. Se corresponde con el distrito de Capdeville. El área de estudio (32°43'24,3" S; 68°50'29,69" O) se encuentra a los 741 msnm (Fig. 1). La precipitación anual media es de 220 mm y ocurre principalmente en verano (diciembre-marzo).

La temperatura media anual es de 17,5 °C, la temperatura media máxima es de 30°C y la media mínima de 3°C (Norte & Simonelli, 2010). El suelo pertenece al orden Entisoles en la categoría Torrifluventes típicos (Regairaz, 2000). Desde el enfoque fitogeográfico la vegetación pertenece a la Provincia Fitogeográfica del Monte. En el área ubicada entre los 750-1200 msnm domina un jarillal de *Larrea cuneifolia* (Roig, 1976; Martínez Carretero & Dalmasso, 1992).

Sitio Hiperárido: La zona en estudio se sitúa en Los Médanos Grandes, en el departamento Caucete, en la provincia de San Juan (31°47'10,13" S, 67°58'55,75" O), sobre el piedemonte oriental de la Sierra Pie de Palo, a 729 msnm (Fig. 1). El bioclima de la región corresponde al Tropical Hiperárido (Pastrán *et al.*, 2011). La temperatura media anual es de 18 °C, la temperatura máxima anual promedio es de 40 °C y la temperatura mínima anual promedio es 10 °C (De Fina, 1992). La precipitación media anual es de 103 mm y ocurre principalmente en

A. L. Navas Romero *et al.* - Caracterización microtopográfica de las costras biológicas del suelo

verano (diciembre-marzo) (De Fina, 1992). En esta zona los suelos se corresponden con Entisoles en la categoría Torripsamentos típicos (Regairaz *et al.*, 1987). Desde el enfoque fitogeográfico la vegetación pertenece a la Provincia Fitogeográfica del Monte, estando dominada por especies de la familia Zygothaceae (Cabrera, 1971). La vegetación dominante en el área de estudio es un matorral de *Bulnesia retama* y *Larrea divaricata*, con una presencia menor de *Prosopis flexuosa* DC. *f. subinermis* Burkart. en sitios deprimidos. Las especies más características son *Tricomaria usillo* Hook. & Arn., *Senna aphylla* (Cav.) H.S. Irwin & Borneby, *L. cuneifolia*, *Lycium* spp., *Atamisquea emarginata* Miers ex Hook. & Arn., y *Bougainvillea spinosa* (Cav.) Heimerl.

En los tres sistemas mencionados (semiárido, árido e hiperárido) y como es común en otros desiertos de todo el mundo (Aguiar & Sala, 1999), a escalas espaciales más pequeñas que las unidades de paisaje, la vegetación del Monte está organizada como un mosaico de dos fases compuesto por una fase de “parches” dominados por arbustos, alternando con áreas desnudas ó con escasa cobertura denominadas “interparches” (Ares *et al.*, 2003). Comúnmente, los parches son isodiamétricos y componen la fase de la planta, lo que resulta en un patrón manchado.

Diseño de muestreo

Para la caracterización y la evaluación de la microtopografía de las CBS se emplearon en campo dos técnicas diferentes: análisis fotográfico (metodología propia) y técnica de varillas metálicas (adaptado de Amézquita *et al.*, 1996). Ambas técnicas se emplearon de manera complementaria para caracterizar la morfología externa de las CBS dominantes en cada sistema y poner a prueba la clasificación de Belnap & Lange (2003). Para evaluar el efecto de las CBS en la rugosidad superficial se midió la rugosidad en los tres sitios también mediante dos técnicas: el método de la cadena (adaptado de Chamizo *et al.*, 2010) y análisis fotográfico (metodología propia). Adicionalmente en cada sistema se evaluó la textura debido a que es una propiedad que puede influir en la microtopografía.

Caracterización morfológica de las CBS

Análisis fotográfico: en cada sitio se seleccionó aleatoriamente 30 muestras de las costras biológicas dominantes: CBS dominada por líquenes y CBS

dominadas por musgos para el sitio semiárido; CBS dominadas por musgos y CBS dominadas por líquenes para el sitio árido, y CBS dominada por cianobacterias y CBS dominada por musgos para el hiperárido. En cada muestra se colocó una placa metálica blanca tamaño A4 atravesando verticalmente el perfil de la costra biológica y se tomó una fotografía con cámara digital (CANON modelo T5, 18 megapíxeles) a la misma altura en todas las muestras. Cada fotografía se imprimió en tamaño real en matices grises. Sobre estas fotografías se colocó un papel milimetrado transparente y se registró la altura alcanzada por el perfil a intervalos constantes de 3 mm (Fig. 2A).

Varillas metálicas: Esta técnica al igual que la anterior fue aplicada sobre los tipos de CBS dominantes en cada sitio. Sobre cada tipo de CBS se colocó una placa cuadrada de poliestireno expandido de alta densidad montada con 225 varillas metálicas móviles (alfileres) de 7 cm de largo, dispuestas en una matriz a intervalos constantes de 5 mm. Las varillas estuvieron colocadas verticalmente y de manera tal que su desplazamiento se realizara suavemente al tacto. Estas varillas se adaptaban a la estructura muestreada y se elevaban de acuerdo a las diferentes alturas del suelo, al apoyarlas en la superficie a medir. La técnica permitió medir 225 puntos en 225 cm². Una vez accionadas las varillas y apoyadas en la CBS se llevó a cabo su coloración con pintura en aerosol. La lectura de las alturas de las franjas coloreadas en las varillas metálicas permitió conocer el microrrelieve de la costra biológica evaluada (Fig. 3).

Influencia de las CBS en la rugosidad superficial

Método de la cadena: este método está basado en la diferencia en longitud de una cadena colocada sobre la superficie del suelo con relieve y la colocada en una superficie plana. Para la determinación de la rugosidad a lo largo del gradiente de aridez, en cada sitio se llevó a cabo un diseño en bloques. Se trabajó en área de parche e interparche por separado, para detectar cualquier variación que podría estar enmascarada si se evaluaran juntas. Se trabajó en 60 bloques por sitio: 30 parche y 30 interparche. La situación de interparche no se consideró en el hiperárido debido a que las CBS en este sistema se limitaron al parche. En cada condición (parche e interparche) se definió un bloque, el cual estaba constituido por dos zonas:

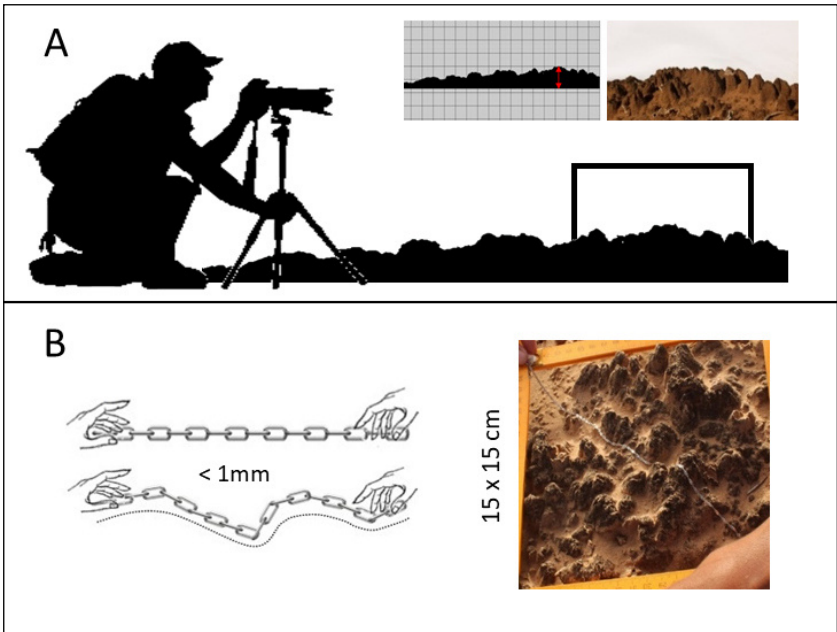


Fig. 2. A: Análisis fotográfico. Fotografía en campo del perfil de relieve de las CBS. En la parte superior se observa esquema de fotografía de CBS bajo papel milimetrado, y fotografía real de CBS en campo. **B:** Método de la cadena. Longitud de la cadena completamente estirada y morfología de la cadena apoyada en terreno.

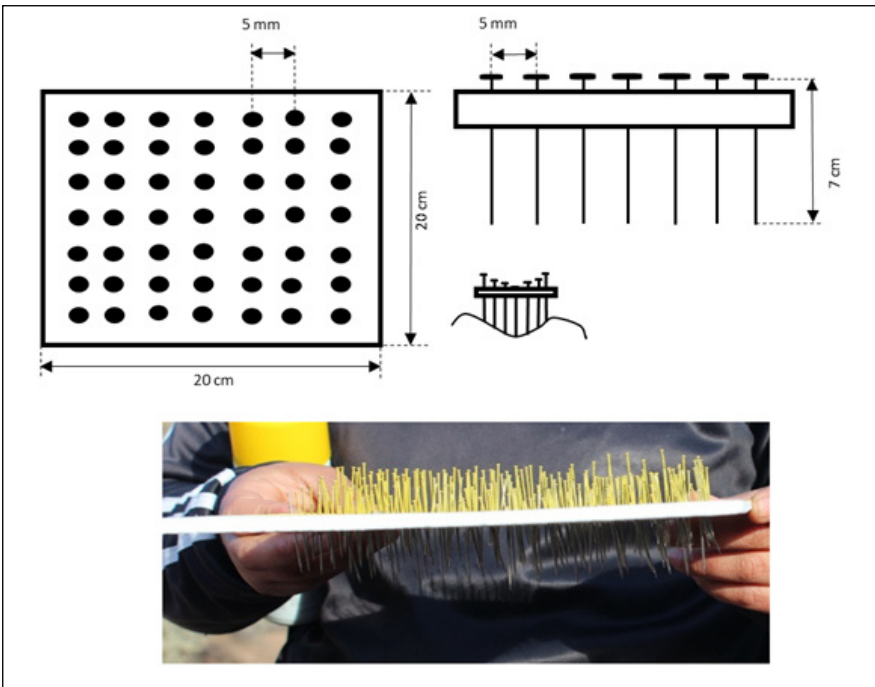


Fig. 3. Técnica de varillas metálicas. Se utilizó una placa de poliestireno expandido con perforaciones constantes, en donde se ubicaron los alfileres.

una con costras biológicas (CCBS) y otra aledaña sin costras biológicas (SCBS), separadas una distancia aproximada de 10 cm. En cada zona (CCBS y SCBS) tanto en el parche como en el interparche, se seleccionó un cuadrante de 225 cm² (15 x 15 cm), y se apoyó una cadena (de eslabón < 1 mm) sobre la superficie de la CBS y se midió la longitud abarcada en dos direcciones (horizontal y oblicua) (Fig. 2B).

En los mismos bloques donde se registró la rugosidad, se evaluó la cobertura de grupos funcionales empleando dos grillas de 225 cm². La longitud lateral de cada grilla fue de 15 cm. La grilla contenía 36 celdas cuadráticas con una longitud lateral de 2,5 cm cada una y un ancho de las barras del marco igual a 0,5 cm. Pevio a la colocación de la grilla se removió el polvo y la hojarasca de la zona y el área fue humedecida para logra visualizar los musgos si estaban presentes. Para contabilizar la frecuencia de individuos en cada grilla se utilizó una lente de mano con un aumento de 10 X. La cobertura de musgos, líquenes y cianobacterias dentro de una parcela se registró como el número de celdas de la cuadrícula por parcela en la que el organismo fue detectado.

Textura

Para determinar la textura en cada sistema se colectaron 30 muestras de suelo en la totalidad de los bloques del parche e interparche anteriormente descriptos. La textura fue determinada por la técnica de volumen de sedimentación. Este valor fue utilizado para calcular el volumen de sedimentación (VS) de acuerdo a la ecuación:

$$VS\left(\frac{ml\ \%}{g}\right) = \frac{Volumen\ del\ sedimento\ (ml)}{Contenido\ de\ suelo\ (g)} * 100$$

Con los valores del volumen de sedimentación la textura se determinó siguiendo los criterios de la Tabla 1.

Análisis de datos

Caracterización morfológica de las CBS: para la caracterización morfológica de las CBS dominantes por sitios, con los datos de alturas obtenidas en el análisis fotográfico, se construyeron perfiles promedios e histogramas de frecuencia. Con los valores de altura obtenidos para cada punto en la técnica de varillas metálicas se realizaron perfiles en tres dimensiones.

Tabla 1. Tipos de textura de suelo de acuerdo al volumen de sedimentación (VS).

Textura del suelo	VS (ml %/g)
Arenoso	<80
Franco-arenoso	80-93
Franco	94-104
Franco-limoso	105-115
Franco-arcilloso	116-125
Franco-arcilloso-limoso	126-139
Arcilloso	>140

Influencia de las CBS en la rugosidad superficial: en todos los casos se aseguró la independencia estadística de los datos, la normalidad se comprobó mediante la prueba de Kolmogorov - Smirnov. La homocedasticidad mediante la prueba de Levenne. Para todos los análisis el nivel de significancia fue de $\alpha = 0,05$. El índice de rugosidad (IR) se calculó como la diferencia entre la longitud de la cadena apoyada en superficie recta lisa y la obtenida en el campo. Se calculó el índice para cada dirección y luego se trabajó con la media por muestra. Para evaluar si existían diferencias en la rugosidad entre zonas CCBS vs. SCBS se comparó los valores de índice de rugosidad con un análisis de la varianza para datos agrupados, prueba de Friedmann. Para evaluar la influencia de la cobertura de los grupos componentes de la CBS en el relieve, se utilizó modelos lineales generalizados (GLM) con una distribución gaussiana, usando la función “glm” del paquete “RCMPR” (Ripley *et al.*, 2015). El modelo completo para comprender como varió la rugosidad con los grupos funcionales dominantes en la CBS incluyó como variables independientes cobertura de musgos, cianobacterias, hepáticas, líquenes crustosos, líquenes gelatinosos, líquenes escumulosos y las interacciones posibles entre estas variables. La estructura de los modelos se simplificó mediante la eliminación de variables e interacciones que no fueron significativamente asociadas con la variable dependiente, siguiendo el criterio de prueba de hipótesis, de acuerdo a la prueba de Wald (Bolker *et al.*, 2009). Antes del análisis estadístico, se comprobó que los datos cumplieran con las condiciones de dispersión de los datos residuales y homogeneidad de las varianzas

con los gráficos de diagnóstico (qqnorm en R). Para evaluar si existían diferencias en la rugosidad entre grupos de costras dominantes, se comparó los valores medios de altura obtenidos en el registro de relieve fotográfico mediante una prueba de Kruskal-Wallis y a posteriori una comparación de a pares.

Todos los análisis se realizaron utilizando el paquete estadístico “Insfostat v.18” (Di Rienzo *et al.*, 2018) y “R studio” (R Development Core Team, 2015). Los gráficos tridimensionales fueron construidos empleando el programa SURFER para Windows 5.0 (Golden Software, Boulder, Colorado, USA). Para el resto de los gráficos se empleó el software “Sigmaplot v.11” (Systat Software, 2008).

RESULTADOS

Caracterización morfológica de las CBS

Sitio semiárido

En el sitio semiárido, las costras biológicas dominadas por líquenes presentaron una morfología rodante, según Belnap & Lange (2003), mientras que las dominadas por musgos fueron ubicadas en una categoría a la que denominamos “suavemente ondulada”. Las CBS dominadas por líquenes presentaron una altura promedio de 1,79 cm (D.E. = 0,16), con picos de cresta que alcanzaron los 5,1 cm y valles de 0,4 cm (Fig. 4A). La distribución de frecuencia de alturas para líquenes mostró una morfología sesgada hacia la derecha, con escasos representantes en algunos intervalos de clase. La mayor frecuencia de elevaciones se concentró en alturas por encima de 0,79 cm y debajo de los 2,75 cm. Las alturas menos frecuentes estuvieron comprendidas entre los 3,53-4,71 cm (Fig. 5A). Las CBS dominadas por musgos presentaron una altura promedio de 1,48 cm (D.E. = 0,18), con niveles máximos de altura que alcanzaron los 3,5 cm y valles de 0,6 cm (Fig. 4A). La distribución de frecuencias en musgos también mostró una morfología sesgada hacia la derecha, aunque en esta ocasión la distribución entre grupos de clases fue más homogénea. La mayor frecuencia de elevaciones se concentró en alturas por encima de 0,60 cm y debajo de los 2,29 cm. Las alturas menos frecuentes estuvieron comprendidas entre los 2,53-3,5 cm (Fig. 5A).

El análisis microtopográfico tridimensional permitió detectar en las CBS dominadas por líquenes una distribución heterogénea, con una disposición concéntrica de ondulaciones alrededor de profundas depresiones bien delimitadas (Fig. 6A). En las CBS dominadas por musgos, la distribución es homogénea y similar en toda su extensión, detectándose sólo leves ondulaciones y depresiones que interrumpen el terreno aparentemente liso (Fig. 6B).

Sitio árido

En el sitio árido la CBS que dominó el parche presentó una morfología de tipo lisa, dominada por musgos y de manera aislada aparecieron líquenes. Esta morfología presentó una altura promedio de 1,83 cm (D.E. = 0,08), con picos que alcanzaron los 4,9 cm y valles que llegaron a los 0,2 cm (Fig. 4B). La distribución de frecuencias de alturas para esta CBS mostró una morfología sesgada hacia la derecha (sesgo positivo). La mayor frecuencia de elevaciones se concentró en alturas por encima de 0,95 cm y debajo de los 2,83 cm. Las alturas menos frecuentes estuvieron comprendidas entre los 0,2-0,58 cm y los 3,58-4,7 cm (Fig. 5B). Por su parte, la CBS que dominó el interparche presentó una morfología de tipo rodante, dominada por líquenes, y como acompañantes aparecieron cianobacterias y musgos. Esta morfología presentó una altura promedio de 1,86 cm (D.E. = 0,04) con picos que alcanzaron los 3,8 cm y valles que llegaron a los 0,7 cm (Fig. 4B). La distribución de frecuencia de alturas para esta CBS mostró una morfología sesgada a la derecha (sesgo positivo). La mayor frecuencia de elevaciones se concentró en alturas por encima de 0,96 cm y debajo de los 2,51 cm. Las alturas menos frecuentes estuvieron comprendidas entre los 0,2-0,58 cm y los 3,03-3,8 cm (Fig. 5B).

El análisis microtopográfico tridimensional permitió detectar en las CBS del interparche, un patrón muy similar al de las CBS del sistema semiárido. Las ondulaciones y depresiones de alturas fueron de dimensiones similares en toda el área evaluada, aunque de mayor tamaño que las observadas para el sistema semiárido. En las CBS del parche dominadas por líquenes se visualizó una distribución similar a la de líquenes para el semiárido, pero con ondulaciones y depresiones escasamente marcadas, que impidieron detectar la distribución concéntrica de las ondulaciones.

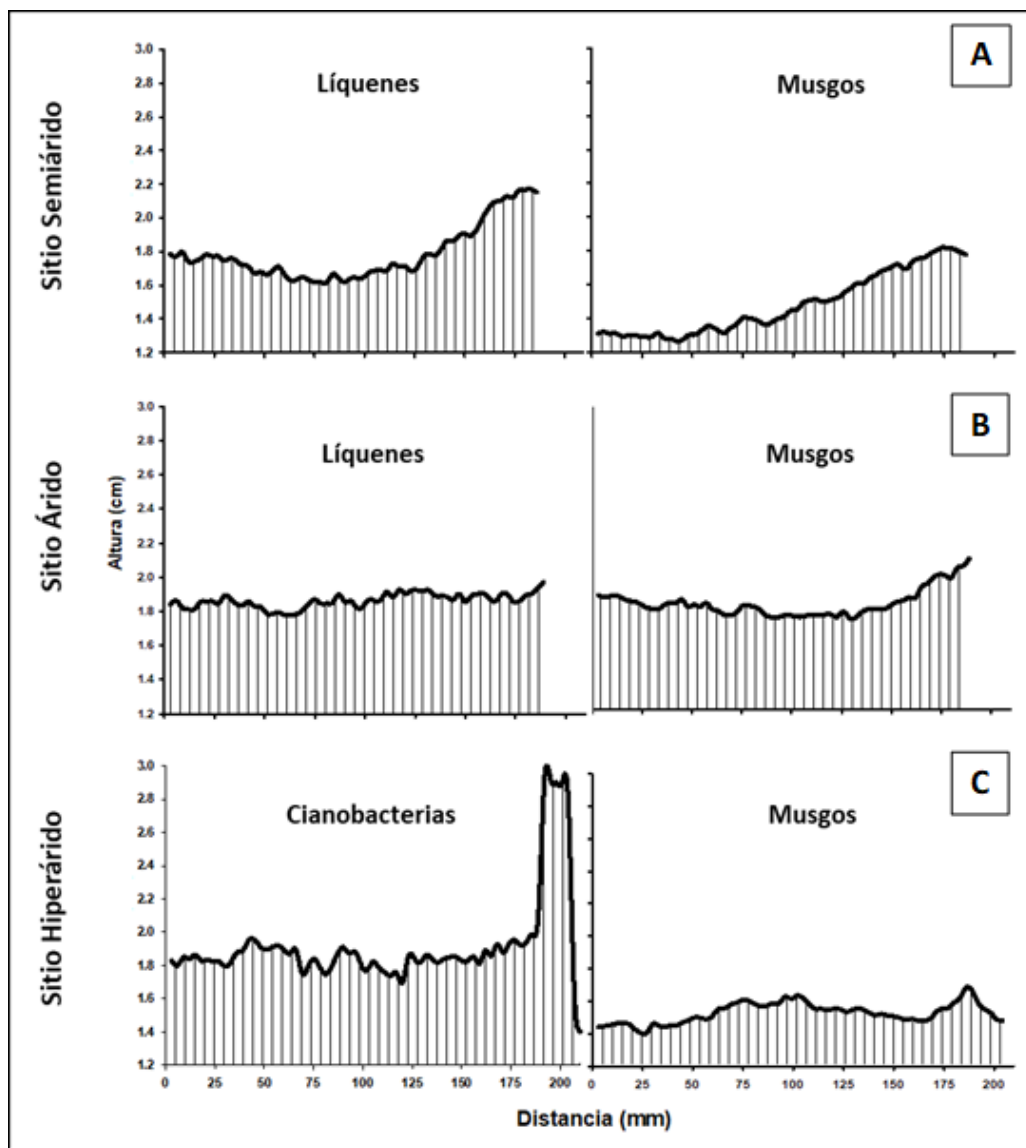


Fig. 4. Curvas de perfiles en dos dimensiones que muestra las alturas promedio para cada una de las costras biológicas dominantes en los sitios. **A:** semiárido, **B:** árido, **C:** hiperárido.

En este caso sólo se detectó una distribución aleatoria de depresiones que interrumpieron la monotonía lisa del paisaje (Fig. 7A). En las CBS del parche dominadas por musgos, la distribución fue menos homogénea que en el sistema semiárido, aunque similar en toda su extensión, detectándose sólo escasas ondulaciones y depresiones que interrumpieron un terreno relativamente llano (Fig. 7B).

Sitio hiperárido

En el sitio hiperárido, las CBS dominadas por cianobacterias presentaron una morfología de tipo pinaculada, según Belnap & Lange (2003); la altura media fue de 1,92 cm (D.E. = 0,29) con picos que alcanzaron los 5,6 cm y valles que llegaron a los 0,2 cm (Fig. 4C). La distribución de frecuencia de alturas para cianobacterias mostró un desplazamiento hacia la

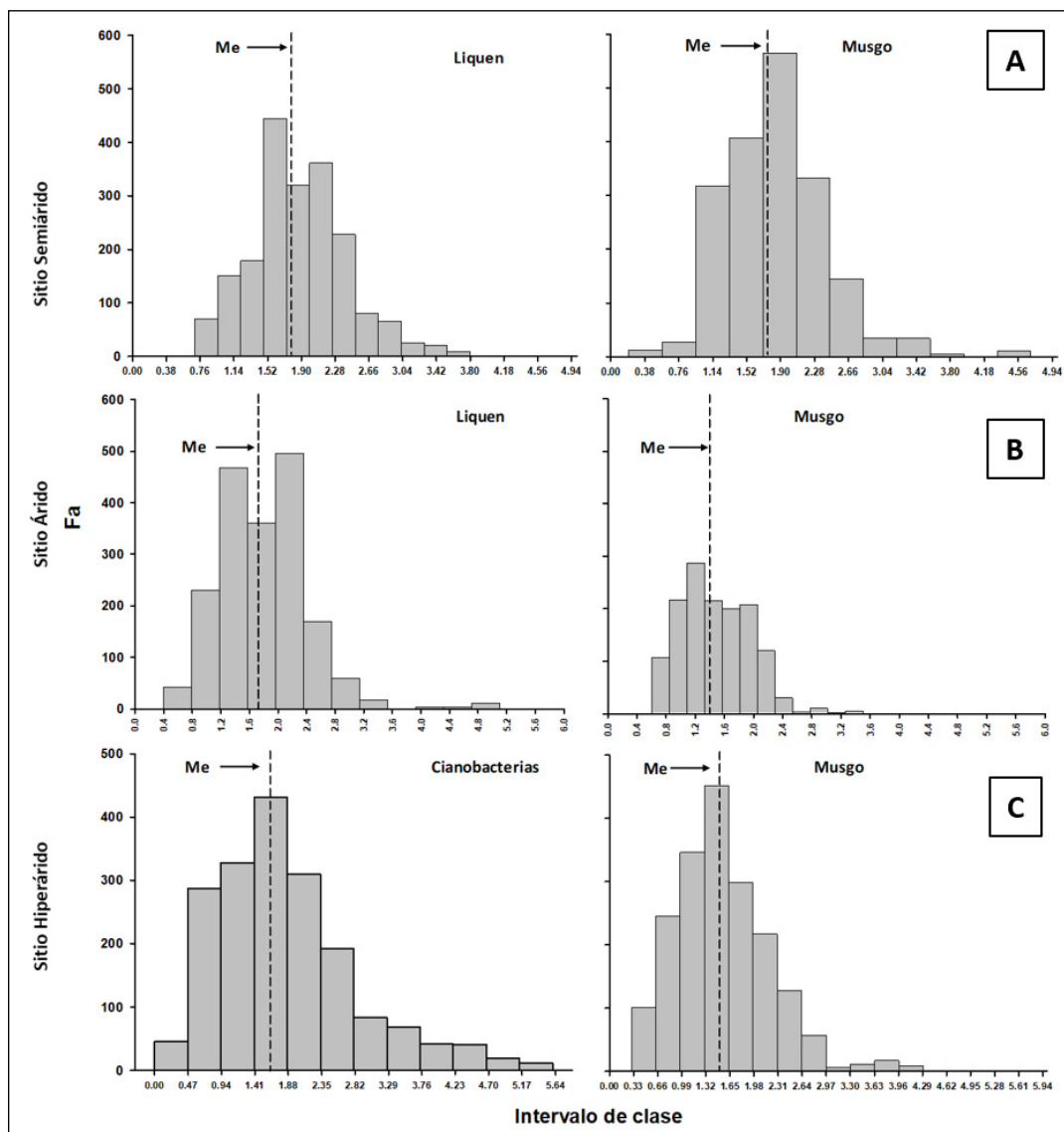


Fig. 5. Histograma de frecuencias absolutas (Fa) de altura para cada uno de los grupos de CBS dominantes en los sitios. **A:** semiárido, **B:** árido, **C:** hiperárido. Se muestra la mediana (Me). Intervalos de clase en cm.

izquierda (sesgo negativo). La mayor frecuencia de elevaciones se concentró en alturas por encima de 0,47 cm y debajo de los 2,80 cm. Las alturas menos frecuentes estuvieron comprendidas entre los 5,13-5,60 cm (Fig. 5C). Las CBS dominadas por musgos presentaron una morfología tipo “suavemente ondulada”, siendo la altura media de 1,53 cm (D.E. = 1,43) con picos que alcanzaron los 4,3 cm y valles que llegaron a los 0,3 cm

(Fig. 4C). La distribución de frecuencias de alturas para musgos fue aún más marcada que para cianobacterias, con un claro desplazamiento hacia la izquierda, y muy pocos representantes en algunos intervalos de clase. La mayor frecuencia de elevaciones se concentró en alturas por encima de 0,63 cm y debajo de los 2,30 cm. Las alturas menos frecuentes estuvieron comprendidas entre los 3,30-3,63 cm (Fig. 5C).

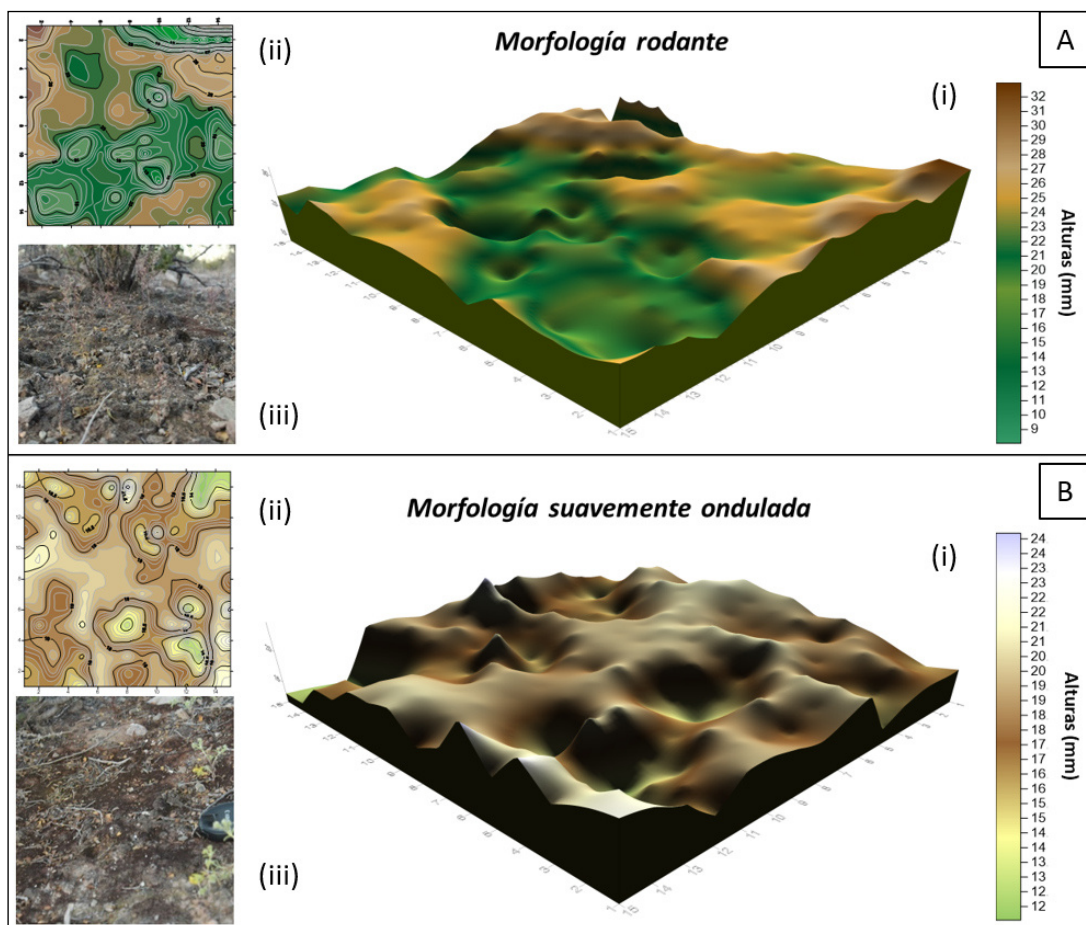


Fig. 6. A: líquenes y **B:** musgos. **i:** Morfología externa en tres dimensiones de la costra biológica dominantes en el sistema semiárido. **ii:** fotografía de la zona relevada, **iii:** mapa de contorno (cotas más comprimidas indican mayor profundidad en el terreno).

En este sistema dos grupos de CBS fueron los dominantes: CBS dominada por musgos y CBS dominada por cianobacterias. El análisis microtopográfico tridimensional permitió detectar en las CBS dominadas por musgos un patrón muy similar a los otros dos sistemas, con un patrón mayoritariamente plano y ocasionales elevaciones y depresiones muy suaves que aparecieron de manera aleatoria (Fig. 8A). Las CBS dominadas por cianobacterias, presentaron un patrón homogéneo con marcadas elevaciones y profundas depresiones en el terreno, generando un relieve con caídas muy abruptas (Fig. 8B).

Influencia de las CBS en la rugosidad superficial

El sitio semiárido fue el que mostró una menor

variación en la rugosidad entre zonas. En la condición del parche el relieve fue superior en la zona CCBS (CCBS = $4,40 \pm 1,73$ cm; SCBS = $3,77 \pm 1,47$ cm), encontrándose diferencias significativas entre la zona con CCBS y la SCBS ($T = 6,19$; $p < 0,0143$). En el interparche la zona SCBS tendió a presentar mayor rugosidad (CCBS = $4,10 \pm 1,68$ cm; SCBS = $4,32 \pm 1,89$ cm), sin embargo, no se encontraron diferencias significativas. Al comparar el índice de rugosidad en las zonas CCBS entre condiciones (parche-interparche) este tendió a ser superior en el parche ($4,40 \pm 1,73$), sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre condiciones.

El sitio árido presentó valores intermedios entre los otros dos sistemas. En este sistema, a diferencia

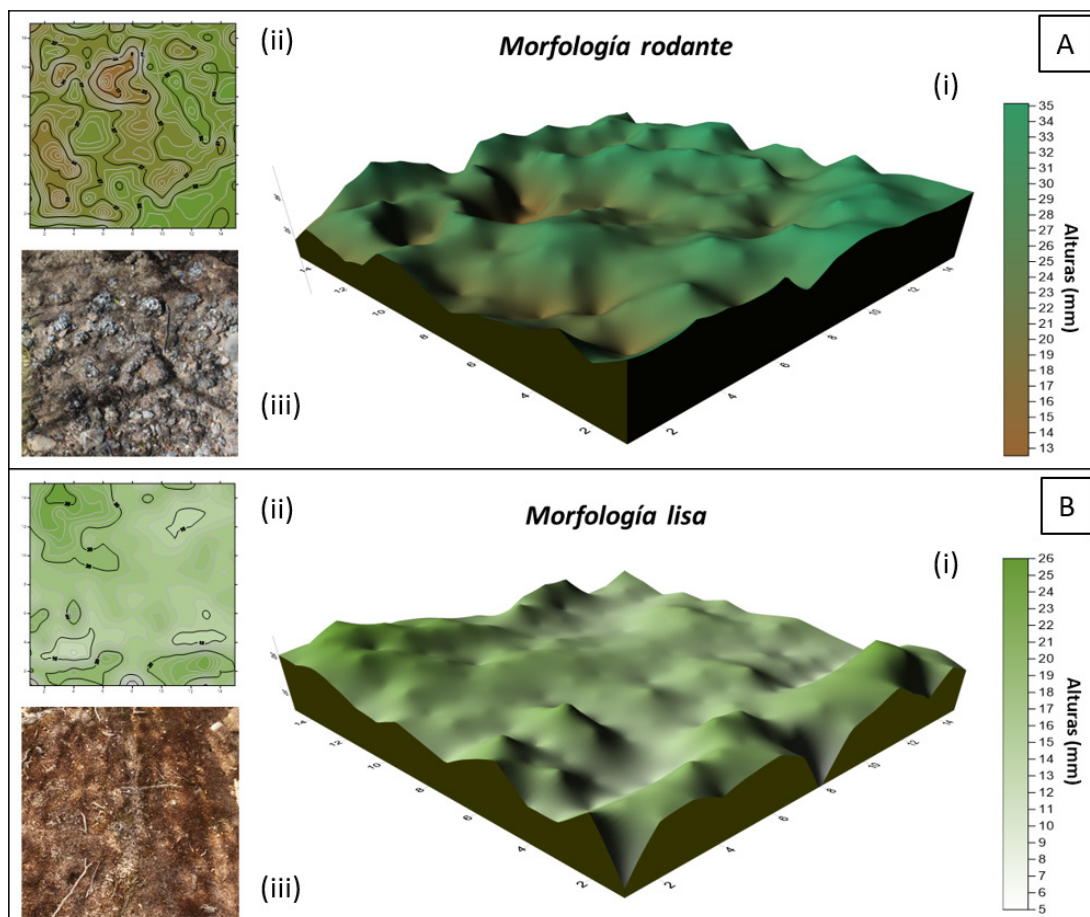


Fig. 7. A: líquenes y **B:** musgos. **i:** Morfología externa en tres dimensiones de la costra biológica dominantes en el sistema árido. **ii:** fotografía de la zona relevada, **iii:** mapa de contorno (cotas más comprimidas indican mayor profundidad en el terreno).

del semiárido, los valores del índice de rugosidad siempre fueron superiores en la zona CCBS (parche CCBS = $3,73 \pm 1,31$ cm; SCBS = $2,99 \pm 1,23$ cm; interparche CCBS = $4,05 \pm 1,14$ cm; SCBS = $3,21 \pm 1,13$ cm). Las diferencias en el relieve entre la zona CCBS y la SCBS fueron significativas en el parche ($T = 17,70$; $p < 0,0001$) e interparche ($T = 33,93$; $p < 0,0001$). Al comparar el índice de rugosidad en las zonas CCBS entre condiciones (parche-interparche), este tendió a ser superior en el interparche ($4,05 \pm 1,14$), sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre condiciones.

Las CBS del sitio hiperárido fueron las que mostraron mayor influencia en la rugosidad superficial, llegando en este sistema las zonas CCBS

($3,72 \pm 2$ cm) a duplicar la rugosidad con respecto a las SCBS ($2 \pm 1,64$ cm), encontrándose diferencias significativas entre zonas ($T = 77,34$; $p < 0,0001$).

En cuanto a la influencia de la cobertura de grupos dominantes en la rugosidad superficial, en el sistema semiárido para el parche el modelo que más se ajustó fue el que involucró hepáticas y líquenes gelatinosos explicando este modelo el 17,4 % de la variabilidad, no así en el interparche donde el modelo sólo explicó el 7,5 % de la variabilidad de los datos e involucró a cianobacterias y líquenes escumulosos. En el sistema árido el modelo que más se ajustó en la zona de parche fue el que involucró sólo la suma de hepáticas, líquenes crustosos, gelatinosos y escumulosos explicando

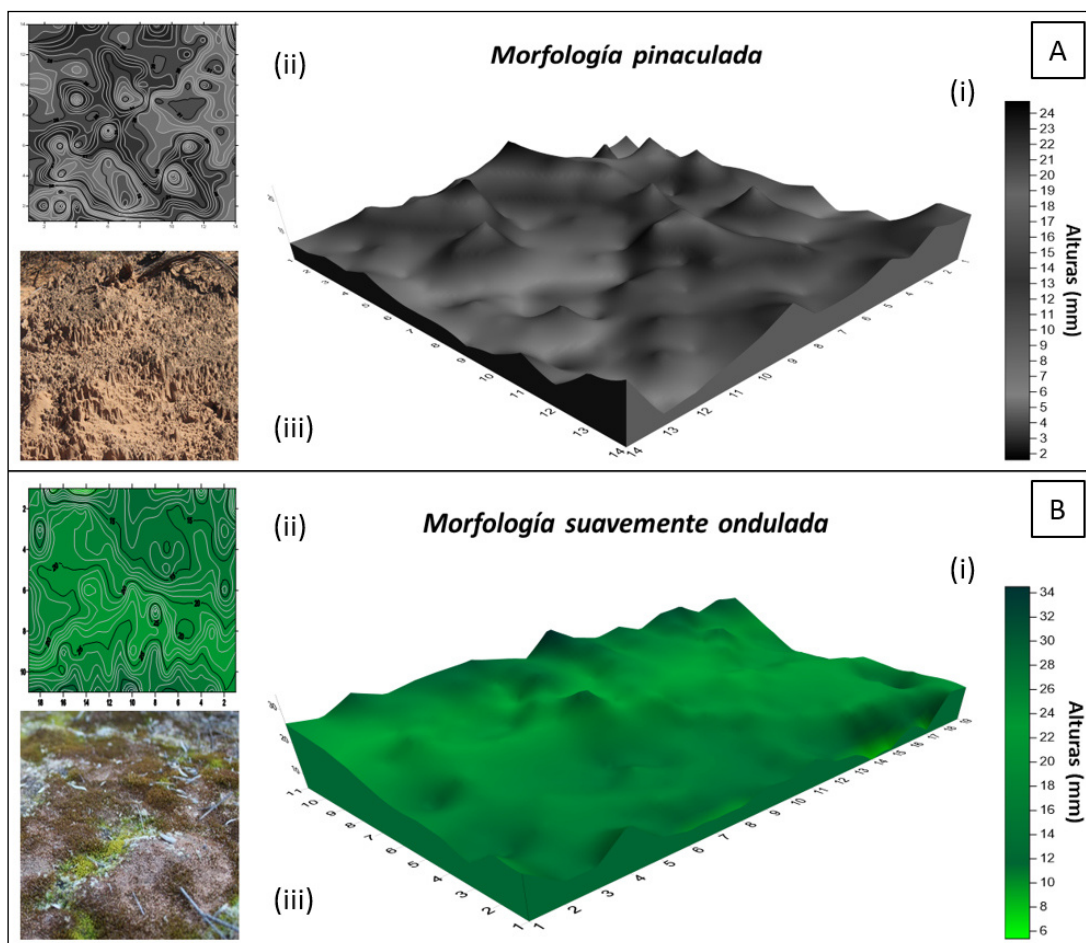


Fig. 8. A: musgos y **B:** cianobacterias. **i:** Morfología externa en tres dimensiones de la costra biológica dominantes en el sistema hiperárido. **ii:** fotografía de la zona relevada, **iii:** mapa de contorno (cotas más comprimidas indican mayor profundidad en el terreno).

el 25,8 % de la variabilidad total de los datos, y en el interparche el modelo que involucró líquenes crustosos y líquenes gelatinosos, aunque en este caso sólo explicó el 12,2 % de la variabilidad de los datos. En el sistema hiperárido, el modelo que más se ajustó fue el que involucró la interacción cianobacterias, líquenes escumulosos y líquenes gelatinosos. Aunque sólo explicó el 14,5 % de la variabilidad de los datos (Tabla 2).

En cuanto a las diferencias en el relieve según el grupo que dominó en la CBS, en el sistema semiárido el relieve proporcionado por líquenes ($1,79 \pm 0,48$ cm) fue mayor que el proporcionado por musgos ($1,50 \pm 0,44$ cm), encontrándose diferencias significativas ($H = 4,68$; $p < 0,0305$).

En el árido, si bien el relieve mostró una tendencia a ser mayor en las CBS del interparche ($1,86 \pm 0,42$ cm) con respecto a las que dominaron en el parche ($1,83 \pm 0,46$ cm), no se encontraron diferencias significativas. El sistema hiperárido mostró diferencias significativas entre el relieve proporcionado por musgos y por cianobacterias ($H = 5,12$; $p < 0,0237$), siendo mayor el relieve proporcionado por cianobacterias ($1,86 \pm 0,60$ cm) que el por musgos ($1,53 \pm 0,47$ cm).

Textura

El sistema semiárido presento un volumen de sedimentación promedio de 108,5 ($\pm 6,5$, ubicándose en la categoría “franco-limoso”, el árido un

Tabla 2. Detalle de los modelos para la rugosidad en función de la cobertura de los grupos componentes de las CBS para los tres sistemas analizados Semiárido- Árido- Hiperárido. Abreviaturas= C: Cianobacterias, D2: devianza residual, E.E.: error estandar, H: Hepáticas, LC: Liquen crustoso, LE: Liquen escuamuloso, LG: Liquen gelatinoso, M: Musgos.

Sistema	Condición	Modelo	Estimador	E.E.	Devianza	D2	Valor p
Semiárido	Parche	H+LG+M	6,15	0,39	17,4	294,85	0,0001 (*)
	Interparche	C+LE	3,19	0,36	7,55	286,72	0,0001(*)
Árido	Parche	H+LC+LE+LG	3,32	0,24	25,8	151,43	0,0001(*)
	Interparche	LC+LG	3,79	0,15	12,2	133,63	0,0001(*)
Hiperárido	Parche	LG:LE:C	- 0,82	0,27	14,5	405,83	0,0038 (*)

promedio de 107,4 (±5.8, ubicándose en la misma categoría, mientras que el hiperárido presentó un volumen de sedimentación de 70,3 (±6,3 ubicándose en la categoría “arenoso”).

DISCUSIÓN

Caracterización morfológica de las CBS

Los perfiles topográficos de las CBS evaluadas mostraron una gran variación interna, dada principalmente por los grupos que dominaron en cada sitio. Sin embargo, dentro de esta variación interna se logró detectar un patrón para cada grupo de CBS. Con alturas más suavizadas y menos pronunciadas para musgos, picos más abruptos para CBS dominadas por cianobacterias y dos frecuencias de alturas para CBS dominadas por líquenes.

En los tres sitios estudiados, las morfologías se correspondieron sólo en parte con el gradiente ETP según Belnap & Lange (2003), aunque las morfologías de CBS dominantes en cada sitio se pudieron ajustar a las formas típicas.

Las CBS dominadas por cianobacterias se ubicaron dentro de la categoría pinaculadas correspondiéndose sólo en parte con la clasificación propuesta por Belnap & Lange (2003), hallándose en el sitio hiperárido que mostró la ETP más alta. La textura del suelo y la erosión del viento podrían ser los principales factores que modelarían la morfología en este sistema. Belnap (2006), mencionó que estos montículos con forma de castillo, pueden llegar a alcanzar 15 cm de altura y que la colonización en las puntas por líquenes

y musgos, sería lo que les otorgaría estabilidad a los pináculos. La morfología pinaculada ha sido descripta para CBS que habitan en sistemas con clima tropical, subtropical, mediterráneo, continental seco, pero también en zonas climáticas ártico-alpinas (Colesie *et al.*, 2016). Belnap (2006) mencionó que estas costras eran comunes en los desiertos fríos como la meseta de Colorado y la latitud media de China. Además, se refirió a ellas como las más sensibles a las perturbaciones, ya que la gran superficie elevada se rompe fácilmente, enterrando a menudo los microorganismos que la habitan.

Las CBS dominadas por líquenes y cianobacterias, se ubicaron dentro de la categoría rugosas y estuvieron presentes en el interparche del semiárido y del árido. En este caso en particular se ajustaron a la clasificación de Belnap & Lange (2003), ubicándose entre los sitios semiárido y árido con menor ETP. A diferencia de las cianobacterias, los líquenes tienen casi todo su tejido fotosintético sobre la superficie del suelo. Los talos sobre la superficie del suelo son los que les otorgan la rugosidad a las CBS. Así, la morfología de los organismos al controlar la cantidad de polvo depositada, van definiendo la topografía superficial (Colesie *et al.*, 2016). A diferencia de las cianobacterias, estos organismos taloides agregan un componente de crecimiento vertical a la CBS permitiendo su expansión tridimensional. Belnap & Lange (2003), mencionaron que este tipo de CBS son comunes en regiones frías como las de la gran cuenca del Norte de EE.UU., las estepas del norte de Mongolia y el ártico. Lan *et al.* (2012) describieron, una morfología de costras rugosas

A. L. Navas Romero *et al.* - Caracterización microtopográfica de las costras biológicas del suelo

para líquenes con una capa de talo de hasta de 1 mm por encima de la superficie del suelo. Por su parte Colesie *et al.* (2014) describieron a las CBS dominadas por líquenes crustosos en la Antártida como aquellas con un espesor de 4,5 mm.

Finalmente, las CBS dominadas por musgos, presentes en el hiperárido y el semiárido, no se ubicaron en ninguna de las categorías propuestas. Su morfología, que posee un patrón propio, representó un intermedio entre los otros grupos, conformando una nueva categoría, a la que denominamos “suavemente ondulada”. Al igual que en los líquenes, los musgos tienen todo su tejido fotosintético sobre la superficie, siendo éste el que define en primera instancia su microtopografía externa (Colesie *et al.*, 2016). Costras biológicas dominadas por musgos ya habían sido descritas por Lan *et al.* (2012); sin embargo, ellos se refirieron a éstas como una capa de tallo-hoja que se encuentra 2 mm por encima de la superficie del suelo, sin hacer referencia a su morfología.

Influencia de las CBS en la rugosidad superficial

En los tres sitios estudiados: semiárido, árido e hiperárido, la presencia de las CBS en la capa superficial del suelo alteró la fisonomía, influyendo en la rugosidad superficial, siendo el sitio hiperárido en el que se produjo mayor impacto en la rugosidad. El incremento en la rugosidad como consecuencia de la presencia de CBS, ha sido reportado en algunos trabajos (Kidron, 2007; Chamizo *et al.*, 2010). Chamizo *et al.* (2010), encontraron mayores niveles de rugosidad en CBS dominadas por líquenes y cianobacterias en ecosistemas áridos mediterráneos de España. Asimismo, Rodríguez-Caballero *et al.* (2012, 2015), hallaron un incremento en la rugosidad en suelos cubiertos por CBS dominadas por cianobacterias en comparación con el suelo desnudo.

Las variaciones encontradas en la rugosidad entre los sitios estudiados no se correspondieron con las reportadas para esas condiciones climáticas. Las CBS del sitio hiperárido, contrario a lo que se sustenta, fueron las que generaron una mayor contribución al microrrelieve. En este sitio, la textura del suelo, junto con la dinámica erosiva del sistema, jugaría un rol clave. Así, las bajas precipitaciones, elevadas temperaturas sumado a los fuertes vientos y abundante escorrentía (Pastrán

et al., 2011), modelarían el paisaje conduciendo a la formación de pináculos. Por su parte, en el sitio semiárido y en el árido, la pedregosidad del terreno, la textura franco-limosa, el cambio en los grupos dominantes de la CBS y la disminución de los vientos, impedirían el fuerte modelado generando relieves ondulados y menos abruptos. La presencia de rocas le otorga rugosidad al terreno haciendo que las diferencias en rugosidad entre zonas CCB y SCB sean menos notables. La textura franco-limosa en relación a la arenosa, es más densa y más dura para ser modelada, en la arenosa pequeños pulsos de precipitaciones producen grandes surcos en el terreno generando relieves más abruptos, mientras que en la arcillosa se requieren grandes pulsos de precipitación o periodos continuos de la misma para generar el mismo efecto. Por otra parte, en estos sistemas los grupos de CBS que dominaron fueron líquenes y musgos, estas comunidades a diferencias de las CBS dominadas por cianobacterias se encuentran estructuralmente más integradas y adheridas con las partículas del suelo, formando morfologías más firmes y compactas y, por lo tanto, presentando una mayor resistencia a los procesos erosivos (viento, agua) siendo escaso su modelado. Además, en estos sistemas los periodos con al menos una hora de calma son de 110 días para el semiárido, 88 días para el árido, con una velocidad promedio para el resto de los días de 2,9 m/s y 3,1 m/s para el semiárido y árido respectivamente, mientras que en el hiperárido los días con calma son sólo 44 días, teniendo el viento una velocidad promedio de 4m/s (Servicio Meteorológico Nacional, Estación Chacras de Coria, Aeropuerto Mendoza, Aeropuerto San Juan). Estos mayores vientos en el hiperárido sumado a su textura arenosa permite moldear más fácilmente las superficies colonizadas por CBS en este sistema y más difícilmente en el árido y semiárido.

La relación entre la cobertura del grupo funcional dominante (musgo, cianobacteria, liquen gelatinoso, crustoso, escuamuloso) y la rugosidad, no mostró un patrón claro, indicando que, al menos en los sitios evaluados, la relación parece ser más compleja. No obstante, sí encontramos diferencias entre el incremento en la rugosidad y el tipo de CBS dominante, al menos en dos de los sitios estudiados (hiperárido y semiárido). La mayor complejidad microtopográfica asociada con el incremento en

el desarrollo de las CBS ha sido reportado en numerosos trabajos (Kidron *et al.*, 2003; Kidron, 2007; Kidron *et al.*, 2010; Chamizo *et al.*, 2010; Rodríguez-Caballero *et al.*, 2012). Asimismo, Wang *et al.* (2014), empleando la misma técnica, encontraron variaciones en la rugosidad del suelo en función de la etapa sucesional de la CBS con una disminución del 47 % en la etapa de sucesión inicial (CBS dominadas por cianobacterias claras) y un incremento del 20 % con el desarrollo de las CBS (CBS dominadas por cianobacterias oscuras). De igual manera, Wang *et al.* (2017) y Rodríguez-Caballero *et al.* (2015) encontraron diferencias en la rugosidad proporcionada por CBS dominadas por musgos, cianobacterias y líquenes; dicho incremento en la rugosidad no sólo estuvo determinado por su morfología en seco, sino que la humectación de las comunidades produjo un incremento adicional en la microtopografía proporcionada a la superficie del suelo.

CONCLUSIONES

El microrrelieve de las CBS varió según el tipo de organismo dominante. Los musgos tuvieron una baja altura clasificándose como “suavemente ondulados”, las cianobacterias tuvieron picos más abruptos, clasificándose como pinaculadas y los líquenes tuvieron dos frecuencias de alturas clasificándose como rodantes. A escala regional, el régimen general de temperatura y lluvias puede tener una influencia formativa en la estructura de la CBS, principalmente controlando la composición específica. Sin embargo, a escala local, la textura y química del suelo, y los procesos erosivos dominantes, podrían modificar la morfología externa de las CBS del suelo en un sistema, generando variedades únicas. Así, a pesar de las tendencias generales en la estructura de la CBS, su morfología general debe ser evaluada en cada sistema en particular.

Las CBS influyeron en la rugosidad del suelo en los tres sitios evaluados. El sitio hiperárido fue el sitio en el que mayor impacto tuvieron las CBS en la rugosidad. El tipo de CBS dominante influyó en el nivel de rugosidad hallado. Por lo tanto, aceptamos la hipótesis de que las CBS modifican la rugosidad del suelo y que esta modificación varía con el gradiente de aridez.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

ALNR, MAHM y EMC diseñaron, realizaron la investigación y colectaron el material de campo. MAD y MCFB colaboraron con los análisis estadísticos y la interpretación. Todos los autores participaron en la escritura del manuscrito.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Heber Merenda, David Ponce, José Vasquez y Yamil Rodriguez por su colaboración durante los muestreos. Este trabajo fue parcialmente financiado por una beca doctoral-CONICET y un proyecto HOLCIM-Fundación CRICYT.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUIAR, M. & O. SALA. 1994. Competition, facilitation, seed distribution and the origin of patches in a Patagonian steppe. *Oikos* 70: 26-34. <https://doi.org/10.2307/3545695>
- AMÉZQUITA, E., L. CHAVÉZ & A. ALVAREZ. 1996. Diseño, construcción y uso de un microrelievímetro para evaluar la dinámica de la erosión en áreas de ladera. *Techn. Bull. Centro Int. Agric. Trop.* 9 pp.
- ANTOINE, M., M. JAVAUX & C. BIELDERS. 2009. What indicators can capture runoff-relevant connectivity properties of the micro-topography at the plot scale? *Adv. Water Resour.* 32: 1297–1310. <https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2009.05.006>
- ARES, J., H. DEL VALLE & A. BISIGATO. 2003. Detection of process-related changes in plant patterns at extended spatial scales during early dryland desertification. *Glob. Change Biol.* 9: 1643-1659. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2486.2003.00690.x>
- BATES, S. & F. GARCIA-PICHEL. 2009. A Culture-Independent study of free-living fungi in biological soil crusts of the Colorado Plateau: Their diversity and relative contribution to microbial biomass. *Environ. microbiol.* 11: 56-67. <https://doi.org/10.1111/j.1462-2920.2008.01738.x>
- BELNAP, J. 2006. The potential roles of biological soil crusts in dryland hydrologic cycles. *Hydrol. Process.* 20: 3159–3178. <https://doi.org/10.1002/hyp.6325>
- BELNAP, J. & O. L. LANGE. 2001. Structure and functioning of biological soil crusts: a synthesis. In: BELNAP, J. & O. L. LANGE (eds.), *Biological Soil*

A. L. Navas Romero *et al.* - Caracterización microtopográfica de las costras biológicas del suelo

- Crusts: Structure, Function, and Management*, pp. 471-479. Springer, Berlin, Heidelberg.
- BELNAP, J. & O. LANGE. 2003. *Biological soil crust structure and function*. Springer, Berlin.
https://doi.org/10.1007/978-3-642-56475-8_20
- BELNAP, J., J. WELTER, N. GRIMM, N. BARGER & J. LUDWIG. 2005. Linkages between microbial and hydrologic processes in arid and semiarid watersheds. *Ecology* 86: 298–307.
<https://doi.org/10.1890/03-0567>.
- BERALDI-CAMPESI, H., HARTNETT, H., ANBAR, A., GORDON, G. & F. GARCIA-PICHEL. 2009. Effect of biological soil crusts on soil elemental concentrations: implications for biogeochemistry and as traceable biosignatures of ancient life on land. *Geobiology* 7: 348-359.
<https://doi.org/10.1111/j.1472-4669.2009.00204.x>
- BOLKER, B., M. BROOKS, C. CLARK, S. GEANGE, J. POULSEN, M. STEVENS & J. WHIT. 2009. Generalized linear mixed models: a practical guide for ecology and evolution. *Trends Ecol. Evol.* 24: 127–135. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2008.10.008>
- BOWKER, M., J. BELNAP, D. DAVIDSON & S. PHILLIPS. 2005. Evidence for micronutrient limitation of biological soil crusts: importance to arid-lands restoration. *Ecol. Appl.* 15: 1941-1951.
<https://doi.org/10.1890/04-1959>
- CABRERA, A. 1971. Fitogeografía de la República Argentina. *Bol. Soc. Argen. Bot.* 14: 1–50.
- CHAMIZO, S., E. RODRÍGUEZ-CABALLERO, I. MIRALLES-MELLADO, A. AFANA, R. LÁZARO, F. DOMINGO, A. CALVO-CASES, A. SOLE-BENET & Y. CANTÓN. 2010. Características de las costras físicas y biológicas del suelo con mayor influencia sobre la infiltración y la erosión en ecosistemas semiáridos. *Pirineos* 165: 69–96.
<https://doi.org/10.3989/Pirineos.2010.165004>
- CHAMIZO, S., Y. CANTÓN, E. RODRÍGUEZ-CABALLERO, F. DOMINGO & A. ESCUDERO. 2012. Runoff at contrasting scales in a semiarid ecosystem: a complex balance between biological soil crust features and rainfall characteristics. *J. Hydrol.* 452–453: 130–138.
<https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2012.05.045>
- COLESIE, C., T. ALLAN GREEN, I. HAFERKAMP & B. BÜDEL. 2014. Habitat stress initiates changes in composition, CO₂ gas exchange and C-allocation as life traits in biological soil crusts. *ISME J.* 8: 2104–2115. <https://doi.org/10.1038/ismej.2014.47>
- COLESIE, C., V. FELDE & B. BÜDEL. 2016. Composition and macrostructure of biological soil crusts. In: WEBER B., B. BÜDEL, & J. BELNAP (eds.), *Biological Soil Crusts: An Organizing Principle in Drylands*, pp. 159–172. Springer, Cham.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-30214-0_9
- CRAS. 1974. *Informe sobre hidrogeología de Pederal - N° 804*. San Juan, Argentina.
- DALMASSO, A. & J. MARQUEZ. 2004. Vegetación de la Pampa del Acequión y alrededores (San Juan). *Multequina* 13: 15–31.
- DALMASSO, A., J. MÁRQUEZ, A. ABARCA, R. MONTECCHIANI, M. ROSALES, & E. ZABALETA. 2011. Flórla del paraje de Pederal y alrededores: departamento Sarmiento, San Juan. INCA, San Juan, 1-84.
- DARBOUX, F., P. DAVY & C. GASCUEL-ODOUX. 2002. Effect of depression storage capacity on overland-flow generation for rough horizontal surfaces: water transfer distance and scaling. *Earth Surf. Proc. Land.* 27: 177–191.
<https://doi.org/10.1002/esp.312>.
- DE FINA, A. 1992. Aptitud agroclimática de la República Argentina. 402 pp. Buenos Aires.
- DI RIENZO, J., M. BALZARINI, L. GONZALEZ, F. CASANOVES, M. TABLADA & C.W. ROBLEDO. 2010. InfoStat/L software estadístico versión 2018. Universidad Nacional de Córdoba (FCA-UNC).
- EVANS, R. & J. JOHANSEN. 1999. Microbiotic crusts and ecosystem processes. *Cr. Rev. Plant. Sci.* 18: 183-225. <https://doi.org/10.1080/07352689991309199>
- GARCIA-PICHEL, F., S. JOHNSON, D. YOUNGKIN & J. BELNAP. 2003. Small-Scale Vertical distribution of bacterial biomass and diversity in biological soil crusts from arid lands in the Colorado Plateau. *Microb. Ecol.* 46: 312-321.
<https://doi.org/10.1007/s00248-003-1004-0>
- GOVERS, G., I. TAKKEN, & K. HELMING. 2000. Soil roughness and overland flow. *Agronomie* 20: 131–146. <https://doi.org/10.1051/agro:2000114>
- ISSA, O., J. TRICHET, C. DÉFARGE, A. COUTÉ & C. VALENTIN. 1999. Morphology and Microstructure of microbiotic soil crusts on a tiger bush sequence (Niger, Sahel). *Catena* 37: 175–196.
[https://doi.org/10.1016/S0341-8162\(99\)00052-1](https://doi.org/10.1016/S0341-8162(99)00052-1).
- JOHNSON, S., S. NEUER & F. GARCIA PICHEL. 2007. Export of nitrogenous compounds due to incomplete cycling within biological soil crusts of arid lands. *Environ. Microbiol.* 9: 680-689.
<https://doi.org/10.1111/j.1462-2920.2006.01187.x>

- JONES, C., J. LAWTON & M. SHACHAK. 1997. Positive and negative effects of organisms as physical ecosystem engineers. *Ecology* 78:1946-1957. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(1997\)078\[1946:PANEEO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(1997)078[1946:PANEEO]2.0.CO;2)
- KIDRON, G. 2007. Millimeter-scale microrelief affecting runoff yield over microbiotic crust in the Negev Desert. *Catena* 70: 266–273. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2006.08.010>
- KIDRON, G., A. VONSHAK, I. DOR, S. BARINOVA & A. ABELIOVICH. 2010. Properties and spatial distribution of microbiotic crusts in the Negev Desert, Israel. *Catena* 82: 92-101. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2010.05.006>
- KIDRON, G., A. YAIR, A. VONSHAK & A. ABELIOVICH. 2003. Microbiotic crust control of runoff generation on sand dunes in the Negev Desert. *Water Resour. Res.* 39. <https://doi.org/10.1029/2002WR001561>
- LAN, S., L. WU, D. ZHANG & C. HU. 2012. Composition of photosynthetic organisms and diurnal changes of photosynthetic efficiency in algae and moss crusts. *Plant Soil* 351: 325-336. <https://doi.org/10.1007/s11104-011-0966-9>
- MARTINEZ CARRETERO, E. & A. DALMASSO. 1992. Litter yield in shrubs of *Larrea* in the Andean piedmont of Mendoza, Argentina. *Vegetatio* 101: 21-33. <https://doi.org/10.1007/BF00031912>
- NAGY M., A. PEREZ & F. GARCIA-PICHEL. 2005. The prokaryotic diversity of biological soil crusts in the Sonoran Desert (organ Pipe Cactus National Monument, AZ). *FEMS Microbiol. Ecol.* 54: 233–245. <https://doi.org/10.1016/j.femsec.2005.03.011>
- NORTE, F. & S. SIMONELLI. 2010. Características climáticas del piedemonte precordillerano del norte de Mendoza y sur de San Juan. En: VICH, A.I. & M.E. GUDIÑO (eds.), *Amenazas Naturales de Origen Hídrico en el centro-oeste árido de Argentina*, pp. 91–109. Editorial Fundación Universidad Nacional de San Juan, San Juan.
- NOY-MEIR, I. 1973. Desert ecosystems: environment and producers. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 4: 25–51. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.04.110173.000325>
- PASTRÁN, G., E. MARTINEZ CARRETERO, M. MAMANI, A. VICH & V. SÁNCHEZ. 2011. Dinámica eólica e hídrica en el sistema de Médanos Grandes, SE de San Juan, Argentina. *Multequina* 20: 15–26.
- REGAIRAZ, A., G. SUVIREZ & W. SIMON. 1987. Síntesis geomorfológica regional de la provincia de San Juan. República Argentina. En Actas III, X Congreso Geológico Argentino.
- REGAIRAZ, M. 2000. Suelos de Mendoza. En: ABRAHAM E. & F. RODRÍGUEZ MARTÍNEZ (eds.), *Argentina. Recurso y problemas ambientales de la zona árida. Provincia de Mendoza, San Juan y La Rioja*, pp. 59-62, Universidades y Centros de Investigación de la Región Andina Argentina.
- RIPLEY B., B. VENABLES, D. BATES, K. HORNIK, A. GEBHARDT & D. FIRTH, 2015. Package ‘MASS’. Available at cran.r-project.org/web/packages/MASS.
- RODRÍGUEZ-CABALLERO, E., M. AGUILAR, Y. CANTÓN, S. CHAMIZO & F. AGUILAR. 2015. Swelling of biocrusts upon wetting induces changes in surface micro-topography. *Soil Biol. Biochem.* 82: 107–111. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2014.12.010>
- RODRÍGUEZ-CABALLERO, E., Y. CANTÓN & V. JETTEN. 2015. Biological soil crust effects must be included to accurately model infiltration and erosion in drylands: an example from tabernas badlands. *Geomorphology* 241: 331-342. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2015.03.042>
- RODRÍGUEZ-CABALLERO, E., Y. CANTÓN, S. CHAMIZO, A. AFANA & A. SOLÉ-BENET. 2012. Effects of biological soil crusts on surface roughness and implications for runoff and erosion. *Geomorphology* 145–146: 81–89. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2011.12.042>
- ROIG, F. 1976. Las comunidades vegetales del piedemonte de la precordillera de Mendoza. *Ecosur* 3: 1–45.
- SUVIREZ, G. 1987. Geomorfología de la región centro sur de la provincia de San Juan, Argentina. En Revista simposio de teledetección. X Congreso Geológico Argentino.
- WANG, L., G. ZHANG, L. ZHU & H. WANG. 2017. Biocrust wetting induced change in soil surface roughness as influenced by biocrust type, coverage and wetting patterns. *Geoderma* 306: 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2017.06.032>
- WANG, Y., Y. ZHAO, C. YAO & P. ZHANG. 2014. Surface roughness characteristics of biological soil crusts and its influencing factors in the Hilly Loess Plateau Region, China. *Ying Yong Sheng Tai Xue Bao* 25: 647–656.

A. L. Navas Romero *et al.* - Caracterización microtopográfica de las costras biológicas del suelo

- WILLIAMS, A., B. BUCK & M. BEYENE. 2012. Biological soil crusts in the Mojave Desert, USA: micromorphology and pedogenesis. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 76: 1685-1695. <https://doi.org/10.2136/sssaj2012.0021>
- ZAADY, E., E.A. BEN-DAVID, Y. SHER, R. TZIRKIN & A. NEJIDAT. 2010. Inferring Biological soil crust successional stage using combined PLFA, DGGE, Physical and biophysiological analyses. *Soil Biol. Biochem.* 42: 842-849. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2010.02.002>
- ZHENG, Z., S. HE & F. WU. 2014. Changes of soil surface roughness under water erosion process. *Hydrol. Proces.* 28: 3919–3929. <https://doi.org/10.1002/hyp.9939>



THE ROLE OF BUD BANK IN GLYPHOSATE TOLERANCE OF TWO HERBACEOUS SPECIES

EL ROL DEL BANCO DE YEMAS EN LA TOLERANCIA A GLIFOSATO DE DOS ESPECIES HERBÁCEAS

Elisa S. Panigo^{1,2}, Ignacio M. Dellaferrera^{1,2}, Carlos A. Alesso¹, Abelardo C. Vegetti^{1,2} and Mariel G. Perreta^{1,2}

1. Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Ciencias Agrarias, Pbro Kreder 2805. S3080HOF Esperanza, Santa Fe, Argentina.

2. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

*epanigo@fca.unl.edu.ar

Citar este artículo

PANIGO, E. S., I. M. DELLAFERRERA, C. A. ALESSO, A. C. VEGETTI & M. G. PERRETA. 2019. The role of bud bank in glyphosate tolerance of two herbaceous species. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 54: 553-565.

DOI: <http://dx.doi.org/10.31055/1851.2372.v54.n4.24301>



SUMMARY

Background and aims: *Commelina erecta* and *Eustachys retusa* are two perennial weeds, which show high resprouting after glyphosate application. This behavior represents a serious problem for weed management. The purpose of this study was to characterize the bud bank of both species and to assess their response to glyphosate application.

M&M: We analyzed 120 reproductive shoots of *C. erecta*, and 60 reproductive shoots of *E. retusa*, at 30- and 60-days post-herbicide application. The doses applied to *C. erecta* were 0 (control), 1.200 and 2.400 g a.i. ha⁻¹, and to *E. retusa* were 0 (control), 480 and 1200 g a.i. ha⁻¹.

Results: We found that both species presented active buds in approximately 50% of their nodes, even after herbicide application. Bud bank dynamics changed in both weeds after herbicide application, and therefore their growth pattern. The activation of originally inhibited buds allowed weeds to regrow and survive after glyphosate application altering their architecture.

Conclusions: The bud bank plays an important role in glyphosate tolerance in both weeds. The resprouting capacity in both species was similar for any dose of glyphosate applied. Therefore, an alternative control strategy based on the increase of the dose of herbicide would not be a successful alternative for the management of these weeds. The interruption of the storage of reserves in the rhizome system and the reduction of the number of buds would be key to effective long-term management of these and other perennial weeds in no tillage cropping system.

KEY WORDS

Commelina erecta, *Eustachys retusa*, herbicide, regeneration, weeds.

RESUMEN

Introducción y objetivos: *Commelina erecta* y *Eustachys retusa* son malezas perennes tolerantes a glifosato. El propósito de este estudio fue caracterizar el banco de yemas de ambas especies y evaluar su respuesta a la aplicación de glifosato.


M&M: Se analizaron yemas de 120 ejes reproductivos de *C. erecta* y 60 ejes reproductivos de *E. retusa*, a los 30 y 60 días después de la aplicación del herbicida. Las dosis empleadas en *C. erecta* fueron 0 (control), 1.200 y 2.400 g a.i. ha⁻¹ y en *E. retusa* fueron 0 (control), 480 y 1200 g a.i. ha⁻¹.

Resultados: Ambas especies presentaron yemas activas en aproximadamente el 50% de los nudos, incluso después de la aplicación del herbicida. Ambas malezas alteraron la dinámica del banco de yemas y su patrón de crecimiento post-aplicación del herbicida. Es decir, la activación de yemas originalmente inhibidas permitió que ambas malezas rebroten y sobrevivan, alterando su arquitectura.

Conclusiones: El banco de yemas juega un papel importante en la tolerancia a Glifosato en ambas malezas. En ambas especies, la capacidad de rebrote fue similar en cualquiera de las dosis de glifosato aplicadas; por lo tanto, una estrategia de control que aumente la dosis de herbicida no sería una alternativa exitosa para el manejo de estas malezas. La interrupción del almacenamiento de reservas en el sistema de rizomas y la reducción de la cantidad de yemas, serían factores claves para un manejo efectivo a largo plazo de estas y otras malezas perennes, en un sistema de labranza cero.

PALABRAS CLAVE

Commelina erecta, *Eustachys retusa*, herbicida, malezas, regeneración.

Recibido: 13 Mayo 2019
Aceptado: 10 Octubre 2019
Publicado: 15 Diciembre 2019
Editor: Ramiro Aguilar 

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

INTRODUCTION

The term bud bank was defined in plant species by Harper (1977). Klimešová & Klimeš (2007) formulated some principles that unified the concept, defining it as the meristem system present in plants for annual renewal or regeneration of new branches following a disturbance (Harper, 1977; Klimešová & Klimeš, 2007). The role of the bud bank has been recognized as an adaptive response to disturbances in numerous ecosystems (Bond & Midgley, 2001; Deng *et al.*, 2013). In agroecosystems, this role has been mainly related to grazing (Busso *et al.*, 1989, 2011; Hendrickson & Briske, 1997). However, after herbicide application and destruction of most of its above-ground biomass, certain perennials species can resprout (Malpassi, 2005; Panigo *et al.*, 2012, 2016; Dellaferrera *et al.*, 2015). Plants have two strategies to deal with severe agricultural disturbance: shortening their life cycle and surviving disturbance events as seeds (avoidance), or by means of underground bud banks with large regeneration capacity (tolerance) (Klimešová *et al.*, 2008). A successful regeneration via the bud bank is key to population persistence (Ott & Hartnett, 2015). Hence, knowledge on bud bank traits is essential to optimize weed management practices.

Resprouting is a strategy of individual plants to persist in situ after disturbances (natural or anthropogenic), therefore it is a key functional trait indicator of the persistence niche of the plant species (Bond & Midgley, 2001). Resprouting capacity can be estimated indirectly in the field or ex situ, based on bud traits assessment. For example, the indirect assessment of the resprouting capacity can be easily done by counting the vegetative buds and analyzing their viability (Klimešová & Klimeš 2007). The buds can exhibit different size during the vegetative phase at different positions along the stem (Waldie *et al.*, 2010). Although large preformed buds represent a relatively large initial investment both in construction and maintenance, they have a relatively low cost for, as well as a rapid response to, activation (Vesk & Westoby, 2004). The analysis of the distribution of buds along the vertical axis of the plant could give an idea of how the plant may respond to disturbance, as well as the circumstances under which this ability could be used. For example, plants with high resprouting capacity are characterized by having more stems per plant, greater basal shoot area, shorter potential height and deeper buds than weak resprouters (Vesk *et al.*, 2004).

Commelina erecta L. (Dayflower) and *Eustachys retusa* (Lag.) Kunth (Argentine fingergrass) are plant species native to South America and frequently reported as species with low sensitivity to glyphosate (Puricelli & Faccini, 2005; Dellaferrera *et al.*, 2007; Nisensohn *et al.*, 2011; Panigo *et al.*, 2012, 2016). In previous morphological studies, we found that both species survive after glyphosate applications thanks to their ability to recover foliar mass through the regrowth of buds that are not developed under normal conditions (Panigo *et al.*, 2012, 2016). Therefore, the application of glyphosate to *C. erecta* and *E. retusa* would not affect their bud bank and consequently their ability to resprout. The behavior of the bud bank of these species is unknown, for this reason our objectives were: i) to characterize the bud bank of these two species; ii) to evaluate the effect of glyphosate application on the buds; and iii) to analyze the implication in the development of management strategies. Knowledge of the dynamics (location, quantity and quality) of the bud bank and its response to herbicide applications would provide a more accurate information to predict regrowth patterns and find appropriate management strategies.

MATERIALS AND METHODS

Background

Commelina erecta (Commelinaceae) and *Eustachys retusa* (Poaceae) were studied because we identified, through architectural analysis, combinations of morphological features that facilitate regrowth after herbicide applications (Panigo *et al.*, 2012, 2016). *Commelina erecta* is a perennial herb, with adventitious roots and a rhizome system (Panigo & Nisensohn, 2018). *Eustachys retusa* is a perennial grass (C4), cespitose with short rhizomes and compressed tillers (Burkart, 1969).

Plant material and growth condition

Plants and seeds for this research were collected in the city of Esperanza (-31° 26' S- 60° 55' W), Santa Fe province, Argentina, at urban areas with no records of herbicide applications. Two types of shoots were evaluated in *C. erecta*: (1) plumular axes, coming from seedlings and (2) vegetative cloning axes (VCA), coming from the regeneration of axillary fragments of rhizomes with 2 buds, therefore of second or higher order of branching. In *E. retusa*, only

basal axillary shoots (or axes) of second or greater order of branching of plants raised from seeds were evaluated. In both species, each axis was considered as individual experimental units.

The VCAs and seedlings of *C. erecta* were transplanted to 1 L plastic pots and placed in a growth chamber, following the conditions used by Panigo *et al.* (2012). For *E. retusa*, seedlings were transplanted to 5 L plastic pots. *E. retusa* did not tolerate the radiation conditions of the growth chamber, thus the trials were performed in a greenhouse under natural radiation conditions. The orientation of the greenhouse was SE-NW. The average maximum and minimum temperatures inside the greenhouse in spring and summer during the trial were 29-15 and 32-19 °C, respectively. All plants were irrigated with demineralized water in order to keep them under suitable water conditions.

Herbicide treatments

Glyphosate [Estrella, glyphosate as the isopropylamine salt at 480 g L⁻¹ (48% w / v) (ACA)] was applied on day 0 of the experiment, with an experimental spray chamber using a flat fan nozzle (FE80/0.8/3) calibrated to deliver 200 L ha⁻¹ at a pressure of 275 kPa. The selection of doses was based both on the recommendations of Phytosanitary Products Guide for Argentina (CASAFE, 2007) and on previous studies (Panigo *et al.*, 2012, 2016). For each species, the herbicide treatments included two doses of glyphosate and an untreated control. The doses of glyphosate applied to *C. erecta* were: 1200 and 2400 grams of active ingredient per hectare (g a.i. ha⁻¹). The treatments in *C. erecta* were applied to plants in vegetative stage, with six or seven leaves in the main stem. It is well known that plants with less than 5 leaves are sensitive to glyphosate (Rainero, 2004). The doses applied to *E. retusa* were 480 and 1200 g a.i. ha⁻¹. The herbicide treatments in *E. retusa* were applied after the meristem of the embryonic axes has ceased growth (by flowering). *E. retusa* is glyphosate tolerant at reproductive stage (Puricelli & Faccini, 2005).

Procedure

One hundred and twenty axes of *C. erecta* (between VCA and plumulars) and 60 axes of *E. retusa* were evaluated in two sampling dates, at 30 and 60 Days After the Herbicide Application

(DAHA). Ten axes per treatment were employed (origin x dose x time). Each axis was selected and drawn from an individual pot. Reproductive axes were used to ensure that axillary bud differentiation and maturation had ceased. For each axis selected shape, size, number and viability of the buds were assessed. Bud size and number were evaluated in relation to the architecture of each species. For this purpose, the nodes per axes were divided into three groups based on their position along the principal axis. These groups or zones were designated as apical, mid, and basal according to previous studies (Panigo *et al.*, 2012, 2016).

In both species, the nodes of each axis were counted and classified according to their position and the presence or absence of buds. For this, buds which had grown out (tiller or branch), bud scars, or absent buds were grouped together as simply “no buds”, and the axillary meristems which are enclosed in the prophyll, as “buds”. Based on these data, the regrowth capacity was indirectly analyzed comparing the proportion of buds (vs no bud) in each treatment. Then the buds were dissected from the axes and their position on the axis, morphology and size (length from the prophyll apex to the stem insertion point) were recorded. Finally, bud viability was determined by a procedure that includes double staining with 2, 3, 5 Triphenyl tetrazolium chloride (TTC) and Evan’s blue, described by Busso *et al.* (1989). Buds were divided into three viability classes, according to their reaction to TTC staining: active (stained with TTC only), dead or non-viable (stained with Evan’s blue solution only), and dormant (not stained neither TTC nor Evans Blue solution). Finally, the regeneration success was analyzed holistically; the number of buds was evaluated in relation to architecture of each species.

Statistical analysis

Four response variables (size, proportion, viability and number of buds) were modeled in both species as a complete randomized design using a factorial treatment structure model. The statistical procedures varied according to the species and the probability distribution associated with each response variable (Table 1). Data from each species were analyzed separately due to differences in the growth pattern and factors included in the model. All the statistical analysis was carried out using the R software (R Core Team, 2014).

Table 1. Description of the statistical procedure, factors and sample size used in the species, for each response variables. Abbreviations: ANOVA: Analysis of Variance, DAHA: days after the herbicide application, GLS: Generalized Least Squares. GLMM: Generalized Linear Mixed-Model, LSD: Fisher's LSD post-hoc test.

Response variable	Species	Factors	Statistical procedure	Sample size (n)
Size and number (Architectural traits)	<i>C. erecta</i>	Dose, origin, zone	GLS + ANOVA LSD	241 buds at 30 DAHA and 216 buds at 60 DAHA
	<i>E. retusa</i>	Dose, zone	GLS + ANOVA LSD	271 buds at 30 DAHA and 320 buds at 60 DAHA
Proportion of buds	<i>C. erecta</i>	Dose, origin, date	GLMM + Deviance + contrasts	10 axes for dose, origin and date
	<i>E. retusa</i>	Dose, date	GLMM + Deviance + contrasts	10 axes for dose and date
Viability	<i>C. erecta</i>	Dose, origin, date	GLMM + Deviance + contrasts	287 buds at 30 DAHA and 203 buds at 60 DAHA
		Dose, Viability class, origin	Chi-square test	287 buds at 30DAHA and 203 buds at 60 DAHA
	<i>E. retusa</i>	Dose, origin, date	GLMM + Deviance + contrasts	275 buds at 30 DAHA and 318 buds at 60 DAHA
		Dose, Viability class	Chi-square test	275 buds at 30 DAHA and 318 buds at 60 DAHA

We assessed how the size and number of buds along the axis responded to glyphosate dose and zone. In the case of *C. erecta*, the origin of the axis was also included as a main factor. Model was fitted using the generalized least squares procedure and significance of effects was assessed by analysis of variance (ANOVA). The differences between treatment means were tested with the multiple comparisons Fisher's LSD post-hoc test at a significance level of 5%.

The proportion of buds and bud viability proportion over time were modeled by fitting a generalized linear mixed-model (GLMM) for repeated measures assuming a Binomial distribution of the errors with logit link function. Factors included in the model were dose and date in both species, and origin for *C. erecta* only. The main effects and interactions of the fixed factors were assessed through analysis of deviance. Specific contrasts were tested using the multcomp package (Hothorn *et al.*, 2008) applying Bonferroni multiple comparison procedure for p values adjustments at a family-wise significance level of 5%.

In *E. retusa*, differences between the proportions of viability classes (active, dead or latent), at each dose of herbicide applied were analyzed using the Chi-square test on each sampling date. In *C. erecta*, as there are three factors of classification (dose,

viability class and origin), differences was analyzed using the Cochran–Mantel–Haenszel test.

RESULTS

Form and size

In *C. erecta*, the bud form was similar in all axes tested. Bud shape was triangular, with curved apex and base, being the ones in the basal zone (zone of rhizomes) more conical than the ones in the rest. The prophyll was thin and surrounded the whole bud, changing its color from translucent white to green or brown, according to the bud age; being transparent when immature. These characteristics did not change after herbicide application. As for bud size, significant interaction between origin, dose and zone was detected in both dates ($p = 0.0001$). That is, no constant pattern of variation along all axes and treatment, in bud size was detected in this species. As can be observed in Fig. 1A-D, mean values of size are different between the control and the treated axes, and also between dates for the same level of dose and origin. In general, the buds of higher speed of regrowth were located mostly at the axes from basal and/or mid zones. Only for VCA treated with 1200 g a.i. ha⁻¹ at 30 DAHA and VCA control at 60 DAHA, the buds of higher size were located in the

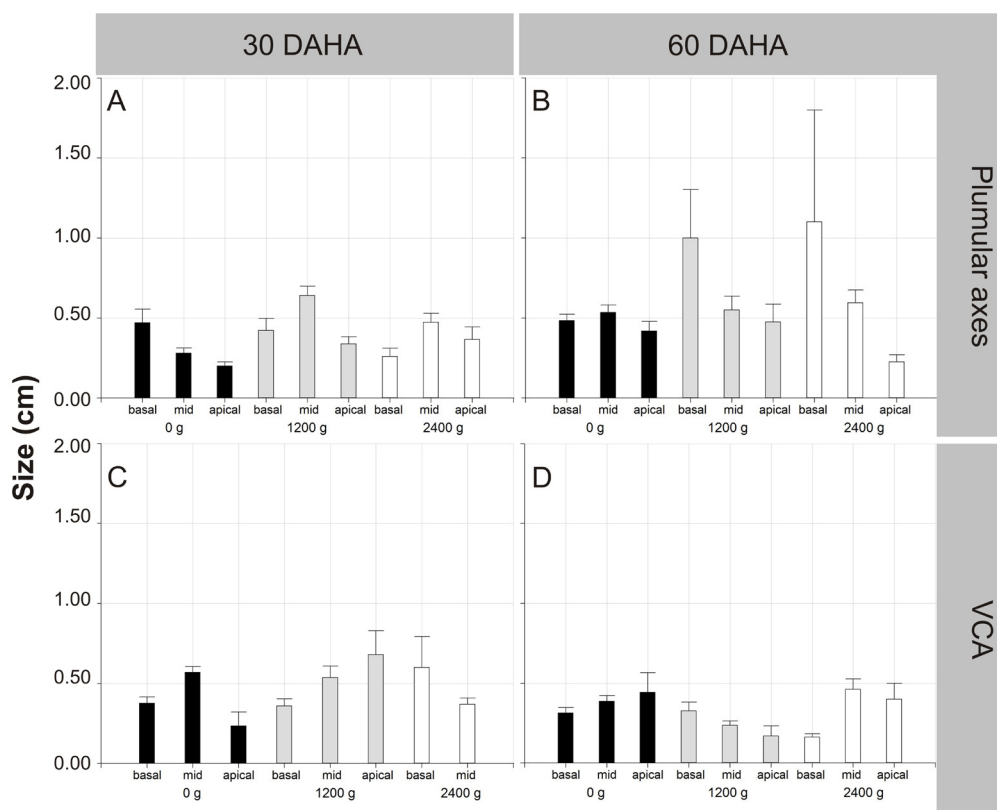


Fig. 1. Bud size along the axis structural areas (basal, mid and apical), in *C. erecta*. **A:** Plumular axes at 30 DAHA and **B:** at 60 DAHA. **C:** Vegetative cloning axes at 30 DAHA and **D:** at 60 DAHA. Abbreviations: DAHA: days after the herbicide application, g: g a.i. ha⁻¹, VCA: Vegetative cloning axes. Each color corresponds to an herbicide dose. Values are means ± standard errors.

apical zone (Fig. 1C-D). The VCA treated with 2400 g a.i. ha⁻¹ did not present buds in the apical zone at 30 DAHA in this experiment.

The axillary buds of *E. retusa* were triangular-elongated and slightly rounded. Its prophyll was hardened and the bud color varied with age between light green, yellowish and brown (from young to old). The described morphology was not modified post-glyphosate application. Only in the treated axes with a great part of the aero necrotic biomass, there was high number of buds with dark tones, which were not necessarily dead. A large majority of the buds were relatively long in *E. retusa* (Fig. 2A-B). The relationship between bud size, zone and herbicide dose was unclear. At 30 DAHA, a significant interaction between factors was found ($p < 0.0001$). The bud size depended on the axis zone and herbicide dose. In axes treated with 480 g a.i.

ha⁻¹ the highest regrowth speed was found at the mid zone. Whereas in those treated with 1200 g a.i. ha⁻¹ the highest regrowth speed was found at the basal zone. At 60 DAHA, only significant differences between zones were found. The middle zone had the maximum bud sizes, in all treatments (Fig. 2B).

Proportion of buds

In *C. erecta*, most axes maintained buds at around 50 % of nodes, throughout the trial (Fig. 3A-B). The interaction between herbicide dose and sampling date was highly significant, meaning that the effects of the herbicide dose on the bud proportion differed between both dates ($p = 0.0095$). At 30 DAHA, axes treated with the lower dose showed a significantly higher bud proportion compared to those treated with the higher dose ($p = 0.032$), regardless the origin. Untreated plants had intermediate values. At 60

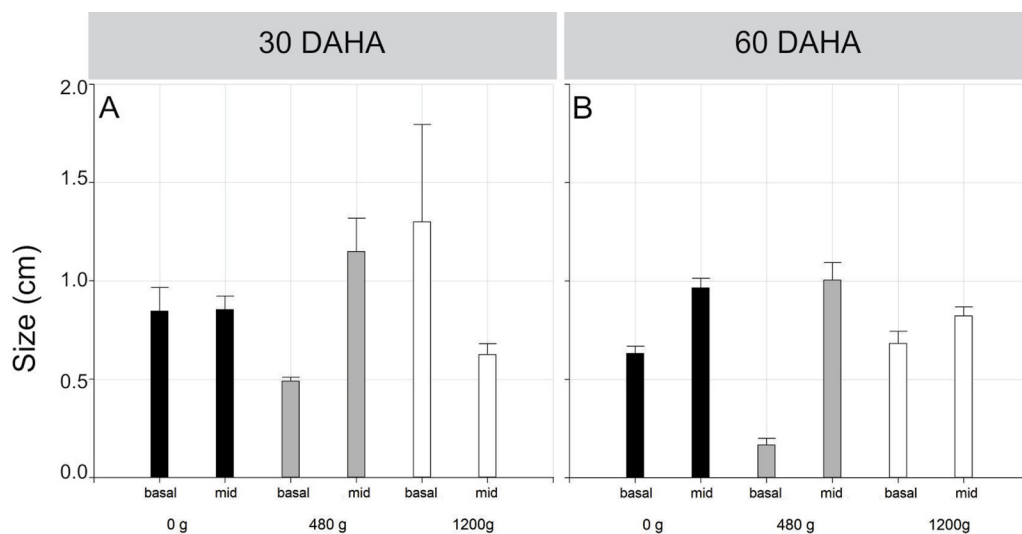


Fig. 2. Bud size along the structural areas (basal, mid and apical) in *E. retusa*. **A:** at 30 DAHA and **B:** at 60 DAHA. Abbreviations: DAHA: days after the herbicide application, g: g a.i. ha⁻¹. Each color corresponds to an herbicidal dose. Values are means ± standard errors.

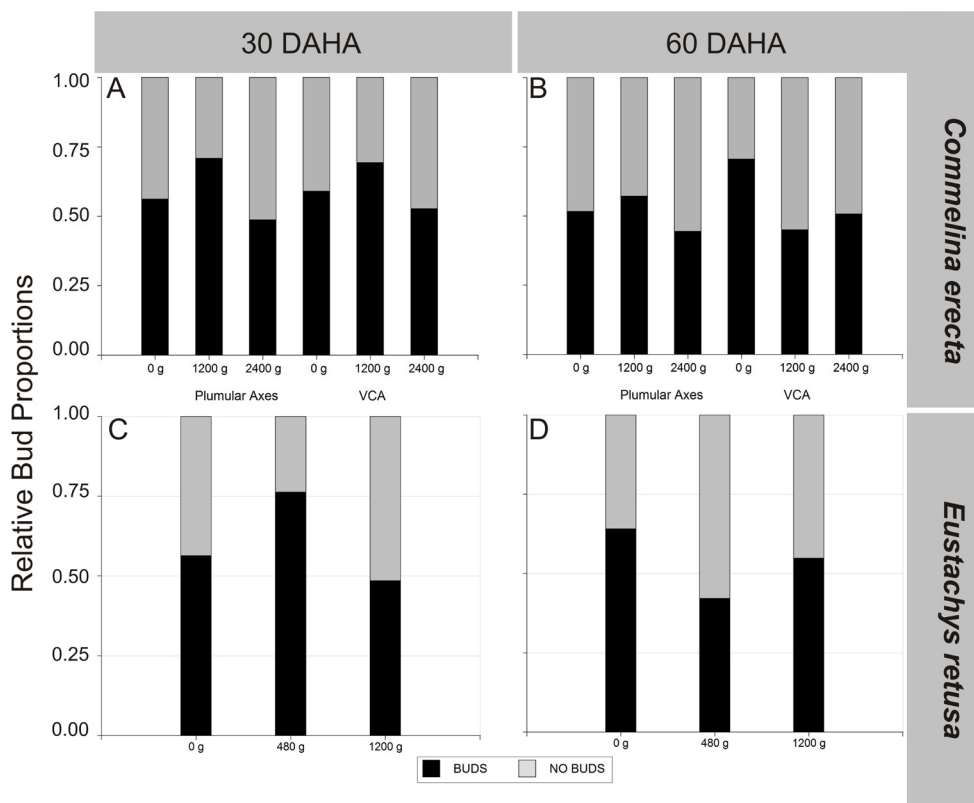


Fig. 3. Proportion of meristems that remain as buds vs. the ones that do not (grown out, scars or absent), in both species. **A:** *C. erecta*, at 30 and **B:** *C. erecta*, at 60 DAHA. **C:** *E. retusa*, at 30 and **D:** *E. retusa*, at 60 DAHA. Abbreviations: DAHA: days after the herbicide application, g: g a.i. ha⁻¹, VCA: Vegetative cloning axes.

DAHA, differences were statistically not significant. Plumular axes had similar behavior at both dates, though with lower proportions at 60 DAHA. All VCA treated showed less quantity of nodes with buds than the control. In general, the lower proportion of buds at 60 DAHA was related to a rise in the quantity of observed axes rather than a lack of development of any structure (data not shown).

In *E. retusa*, all treatments showed a proportion of buds close to or greater than 50% (Fig. 3C-D). Interaction between dose and date had significant effect on the proportion of buds ($p < 0.0001$). This interaction results from the differential behavior of the treated axes with the lowest dose. A contrast between doses at fixed dates indicated that at 30 DAHA, axes treated with 480 g a.i. ha⁻¹ showed significantly higher proportion of buds compared to the rest of the treatments. In contrast, at 60 DAHA

axes treated with 480 g a.i. ha⁻¹ showed significantly less proportion than control axes. In the axes treated with 1200 g a.i. ha⁻¹ buds proportion was similar to control on both dates.

Viability classes

Significant differences between bud viability classes at 30 and 60 DAHA ($p = 0.0064$ and $p = 0.0003$, respectively) were observed using the Cochran–Mantel–Haenszel test. *Commelina erecta* showed a uniformly high active relative proportion of buds (70-100%), even after herbicide application (Fig. 4A- B). Dormant buds comprised the second most frequent viability classes between the buds bank. Its proportion was very uneven between treatments and dates, being always much lower than in the active ones (maximum 20%). Dead bud class was the least frequent. Statistically significant

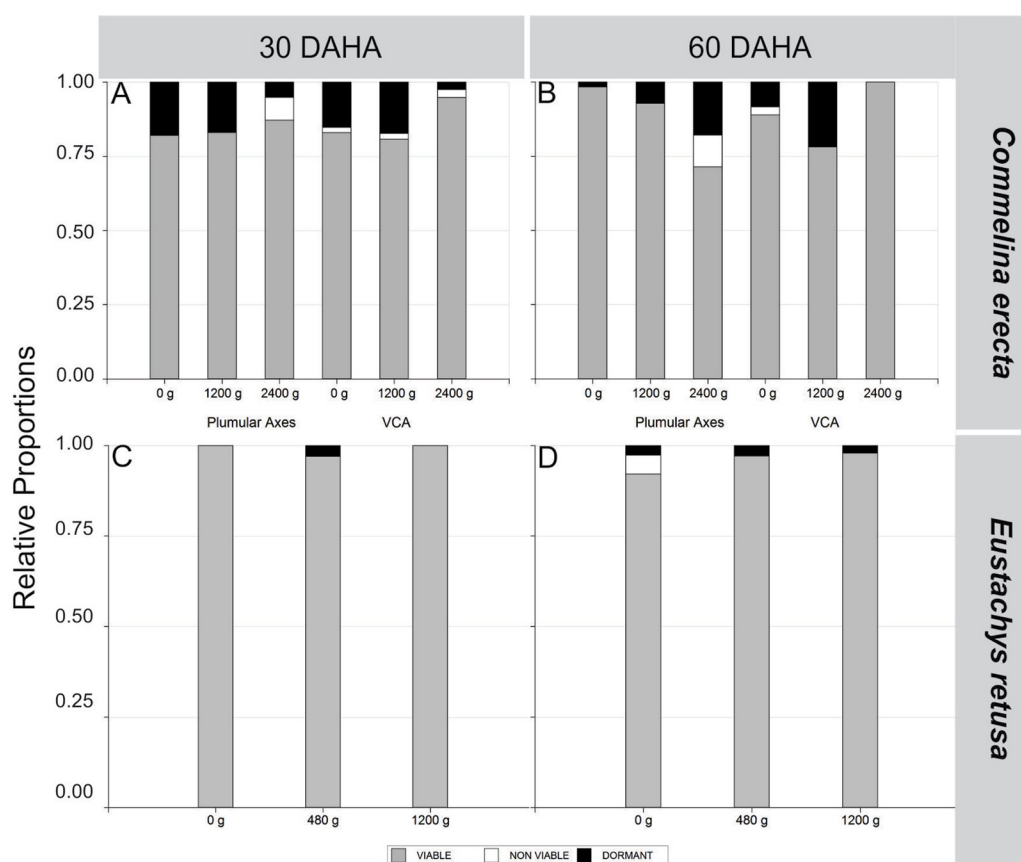


Fig. 4. Proportion of viability classes (active, dead or non-viable), in buds of both species. **A:** *C. erecta* at 30. **B:** *C. erecta* at 60 DAHA. **C:** *E. retusa* at 30 and **D:** *E. retusa* at 60 DAHA. Abbreviations: DAHA: days after the herbicide application. g: g a.i. ha⁻¹.

interaction between the herbicide effect, origin and sampling date on the proportion of active buds was detected ($p = 0.0484$) with GLMM procedure. In this case, the response to herbicide dose for each origin differed between sampling date. However, the contrast between the different factors levels was non-significant, as in general, the percentages of active buds were always high in all the treatments on both dates. At 30 DAHA, axes of both origins showed the same trends. Treated axes with the higher dose showed the greatest percentage of active buds among all the treatments. At 60 DAHA, the plumular axes treated with the higher dose and the VCA treated with the lower dose showed the lowest percentage of active buds (71- 78 % respectively). The rest maintained between 90 and 100 % of active buds.

The three viability classes were present in *E. retusa*, but not in all the examined axes. The

association between viability classes and dose in both sampling dates was not significant. All treatments had a significantly higher proportion of active class, even after herbicide application (Fig. 4C- D). Dormant and dead viability classes were rarely observed. In all dates and treatments, a reserve of active buds was very high (more than 90%). Generalized linear mixed-model procedure revealed that the proportion of active buds was not affected by any of the factors evaluated.

Bud bank and Architectural traits

In *C. erecta*, the probability of regeneration through the bud bank was constrained by the architecture, in control and treated conditions (Fig. 5A-D). The mid zone contributed the most to the bud bank in all treatments regardless the origin. The other zones also contributed, but their response depended on origin, herbicide dose and dates. In plumular axes

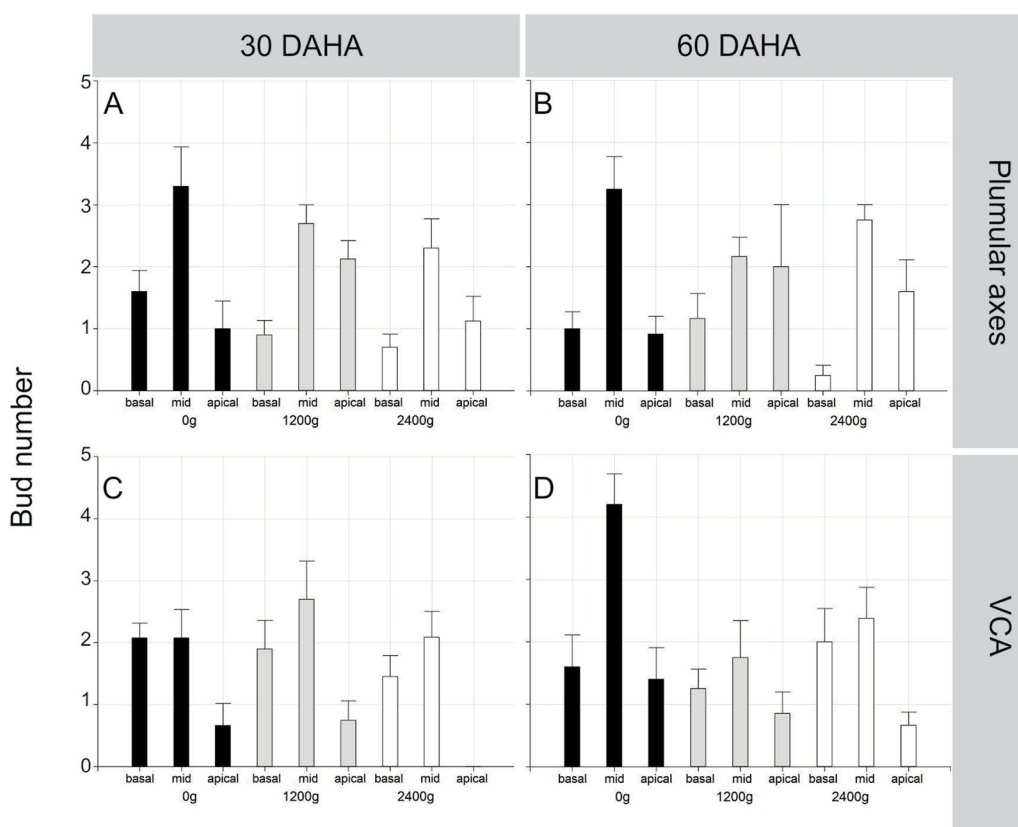


Fig. 5. Bud number along the structural areas (basal, mid and apical) in *C. erecta*. **A:** Plumular axes at 30 DAHA and **B:** at 60 DAHA. **C:** Vegetative cloning axes at 30 DAHA and **D:** at 60 DAHA. Abbreviations: DAHA: days after the herbicide application, g: g a.i. ha⁻¹, VCA: Vegetative cloning axes. Each color corresponds to herbicide dose. Values are means ± standard errors.

there was a higher growth of axes in the basal zone than buds destined to the bank (rhizome systems increase), whereas in the apical zone the opposite occurred. On the contrary, in the VCA the basal zone contributed less to the bud bank compared to apical. As a consequence of this difference in response, there was a statistical interaction between origin and zone significant in both dates ($p = 0.013$ and $p = 0.05$, respectively). As for the herbicide doses, significant differences were only found at 30 DAHA ($p = 0.032$), where, on average, plants treated with the highest dose retained less buds in the bank than the rest. This response was also observed at 60 DAHA, although the differences were not statistically significant.

In *E. retusa*, the availability of buds for regrowth is also linked to architectural traits. Overall, the axes maintained a higher number of buds in the mid zone (Fig. 6A- B). The basal zone also

retained the buds, but the probability to keep them tended to decrease over time. At 30 DAHA, the effect of dose and zone were not independent ($p < 0.0001$). In the basal zone, axes treated with 480 g a.i. ha⁻¹ had significantly the highest number of buds. Consequently, these axes showed a different architectural form than the rest. In the mid zone, similar quantity of buds was observed in all doses. At 60 DAHA, there were only significant differences between zones ($p < 0.0001$). The basal zone of the axes retained significantly less buds than the mid zone, which was more evident in axes treated with 480 g a.i. ha⁻¹. This showed significantly less buds on average (0.11) than control and axes treated with 1200 g a.i. ha⁻¹ (2.93 and 2.94 respectively). In the mid zone the quantity of buds was similar in all the treatments and showed values similar to the previous sampling date (7-8 buds).

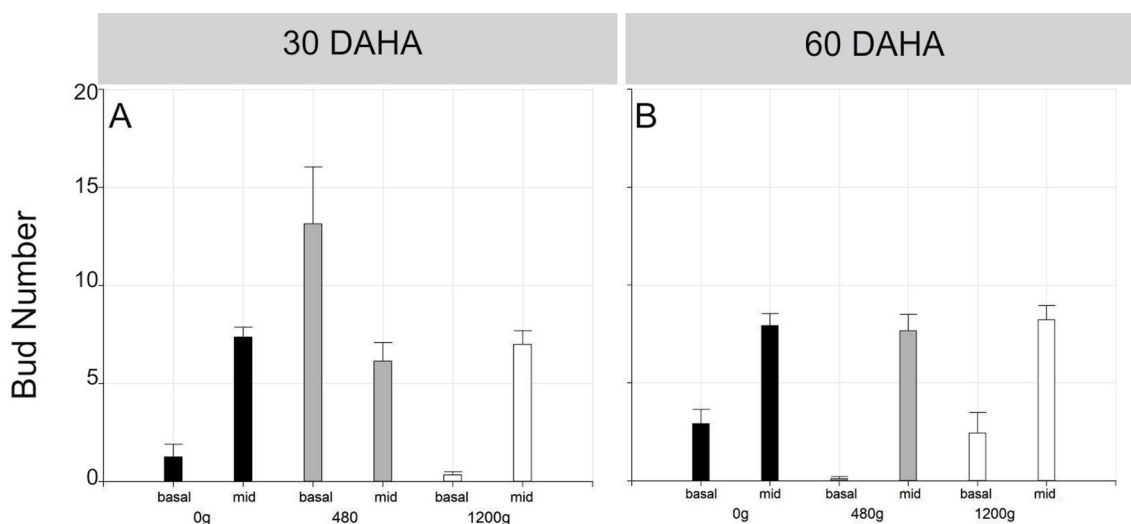


Fig. 6. Bud number along the structural areas (basal, mid and apical) in *E. retusa*. **A:** at 30 DAHA and **B:** at 60 DAHA. Abbreviations: DAHA: days after the herbicide application, g: g a.i. ha⁻¹. Each color corresponds to an herbicidal dose. Values are means \pm standard errors.

DISCUSSION

One of the factors that contribute to the persistence of *C. erecta* and *E. retusa* in the no-tillage agroecosystems is the high potential of regeneration. Plants of both species showed a notorious reservoir of active buds which let

them have a constant bud supply. The consistent bud supply would enable immediate regrowth response (Ott & Hartnett, 2015) to herbicide application. In agroecosystems where the species suffer frequent disturbances (Nisensohn *et al.*, 2011), plants with resprouting capacity represent a successful regeneration strategy (Klimešová &

Klimeš, 2003). Thus, a successful resprouting via the bud bank is key to population persistence (Ott & Hartnett, 2015).

The herbicide did not have significant effects on the morphology, size and viability of the buds in both species. Though the effect of dose on proportion and number of buds always depended on the origin, the date and/or the considered zone, it might be related to the post-application resprouting responses. Size profiles by zone as well as the quantity of buds available in the axes were different in *C. erecta* when comparing the control plants to the treated plants on each date. All these results suggest that the fate of the bud (its presence or absence) and the zone that activates branching were different after herbicide application. Particularly, plumular axes treated with the lowest dose showed higher proportion of buds compared to control or the highest dose. The lowest proportion was observed in axes treated with the highest doses. Probably, axes treated with lower doses redirect their resources towards the rhizome, while those treated with the highest dose increase branching, which allows them to recover photosynthetically active foliar mass loss. This has also been observed in the VCAs and in *E. retusa* at 30 DAHA.

It is well known that the bud bank is strongly related to shoot architecture. The activation of originally inhibited buds in treated plants (Panigo *et al.*, 2012, 2016), allowed weeds to survive to herbicide application by altering their growth pattern (Malpassi, 2005; Dellaferrera *et al.*, 2015). The development of an average maximum of three extra branches per axis was frequent in the treated axes. This is essential to recover leaf mass after herbicide application (Panigo *et al.*, 2012, 2016). These findings support the idea that although the complexity of the branching pattern is genetically determined, it is characterized for having plasticity at different environmental signals (Shimizu-Sato & Mori, 2001), allowing the plants to adjust to spatial and temporal heterogeneity, thus minimizing stress exposure (Fourcaud *et al.*, 2008).

Both species conserved active bud at around 50% of nodes, and bud bank dynamics changed post-application. However, the strategy of use of the buds bank was different between species and within *C. erecta* between origins (related to plants in different ontogenetic stages). *Commelina erecta* invested in a dual growth strategy or a different resource-allocation strategy according to origin. The VCA post-application allocated resources for branching

development located mainly in the apical zone, as a quick way of increasing flower production (Panigo *et al.*, 2012). In order to compensate this resource cost, a pool of buds without activation was maintained in the basal zone on the rhizome, of a considerable size and high viability. On the contrary, in plumular axes branch production in apical zone decreased, post-application and resources were directed towards the production of vegetative structures in basal zone, generating an increase of the rhizome system. These trade-offs between reproductive effort and growth-related traits confer competitive ability and resistance to stressful environments (Bonser & Aarssen, 2009), after the plant has reached a minimum vegetative size (Demetrio *et al.*, 2014). On the other hand, *E. retusa*, retained more buds in the mid zone than in the basal zone, whereas it did not present buds in the apical zone. In the latter species, all axillary axes (tillers) are produced by iterative innovation from the plant base (Panigo *et al.*, 2016). This explains the small quantity of basal buds of the bank observed at 30 DAHA in the treatment of 1200 g a.i. ha⁻¹. A similar effect was observed at 60 DAHA in the lowest dose, implicating a delay in the effect, but basically meaning the same type of response.

Resprouting is a complex behavior and can vary with disturbance intensity, frequency, environmental conditions (Vesk & Westoby, 2004), and also with plant size (Klimešová & Martínková, 2004; Moreira *et al.*, 2012). Even though the axes were all in the same phenological state, the different size and ontogenetic stage of the mother plant could be the reason why multiple trends were found. In order to initiate resprouting after disturbance, both meristems and stored reserves are required (Vesk & Westoby, 2004; Moreira *et al.*, 2012). Bud bank from rhizomes resulted in a factor which reinforces herbicide tolerance in these weeds. When the photosynthetic tissues are affected by disturbance, the availability of active buds and reserves are critical to recover the photosynthetic capacity (Busso *et al.*, 1990), allowing a rapid development of vigorous shoots (Vesk & Westoby, 2004). This is associated with the increment in the probability of surviving (Moreira *et al.*, 2012), because it may help to replenish carbohydrates consumed during resprouting. As seen in other weeds, in conservation tillage systems, defoliation in early autumn is important to interrupt the loading of storage compounds into the rhizome systems

(Boström *et al.*, 2013). This will facilitate further weed management in the spring, as the resprouting capacity will be more constrained.

CONCLUSIONS

We conclude that *C. erecta* and *E. retusa* have a large reservoir of active buds and present differences in the strategy of use, even between different origins in *C. erecta*. Because the bud bank might not be affected by the herbicide, interrupting compound storage in the rhizome and the reduction of the amount of active buds would be a key factor in order to achieve effective management of these weeds in no-tillage cropping systems.

The herbicide has low effect on the bud bank of *C. erecta* and *E. retusa*, and this reservoir of active buds plays a fundamental role in glyphosate tolerance strategy, functioning as a kind of life insurance, supporting their survival in environments often subjected to disturbances, like commercial agrosystems. Bud bank from rhizomes would be a factor reinforcing the high herbicide tolerance in these species as well as in other perennial weeds. Understanding the dynamic and mechanisms which alter the bud bank in perennial weeds is necessary in order to find more sustainable and addressed management strategies. Furthermore, as the resprouting capacity of studied species was similar at both dose of glyphosate; an increase of the dose of herbicide would not be a successful alternative. New research is needed to explore more holistic alternatives for the integrated control of these weeds species.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

ESP, IMD, ACV and MGP devised and designed the experiments. ESP performed the experiments. ESP, IMD and CAA performed statistical analyses. ESP, ACV and MGP wrote the manuscript.

ACKNOWLEDGEMENTS

Research was conducted in partial fulfilment of the requirement for a Doctorate at Universidad Nacional del Litoral. This work was supported by a CONICET scholarship, CAI+D UNL projects

(50020150100015LI), PIP CONICET projects (11220100100433) and PICT projects (2014-2678). We thank two anonymous reviewers for their critical reading and contribution to the improvement of the manuscript.

BIBLIOGRAPHY

- BOND, W. J. & J. J. MIDGLEY. 2001. Ecology of sprouting in woody plants: the persistence niche. *Trends Ecol. Evol.* 16: 45-51. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(00\)02033-4](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(00)02033-4)
- BONSER, S. P. & L. W. AARSSSEN. 2009. Interpreting reproductive allometry: Individual strategies of allocation explain size-dependent reproduction in plant populations. *Perspect. Pl. Ecol. Evol. Syst.* 1: 31-40. <https://doi.org/10.1016/j.ppees.2008.10.003>
- BOSTRÖM, U., L. ANDERSSON, J. FORKMAN, I. HAKMAN, J. LIEW & E. MAGNUSKI. 2013. Seasonal variation in sprouting capacity from intact rhizome systems of three perennial weeds. *Weed Res.* 53: 387-398. <https://doi.org/10.1111/wre.12035>
- BURKART, A. 1969. *Flora Ilustrada de Entre Ríos (Argentina)*. T. VI, Parte II. Colección Científica del INTA, Buenos Aires.
- BUSSO, C. A., R. J. MUELLER & J. H. RICHARDS. 1989. Effects of drought and defoliation on bud viability in two caespitose grasses. *Ann. Bot.* 63: 477-485. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aob.a087768>
- BUSSO, C. A., J. H. RICHARDS & N. J. CHATTERTON. 1990. Nonstructural carbohydrates and spring regrowth of two cool-season grasses: Interaction of drought and clipping. *J. Range. Managem.* 43: 336-343. <https://doi.org/10.2307/3898928>
- BUSSO, C. A., C. GITTINS, G. F. BECKER & L. GHERMANDI. 2011. Tiller hierarchy and defoliation frequency determine bud viability in the grass *Poa ligularis*. *Ecol. Res.* 26: 985-997. <https://doi.org/10.1007/s11284-011-0857-9>
- CASAFE (Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes- República Argentina). 2017. *Guía de productos fitosanitarios para la República Argentina*. 18th ed. Buenos Aires, Argentina
- DELLAFERRERA, I. M., N. J. GUARISE & A. AMSLER. 2007. Relevamiento de malezas en cultivos de soja en sistema de siembra directa con glifosato del departamento San Justo (Provincia de Santa Fe). *Revista FAVE –Sección Agrarias* 5/6: 15-25. <https://doi.org/10.14409/fa.v5i1/2.1318>

- DELLAFERRERA, I. M., E. S. PANIGO, F. GONZALEZ-TORRALBA, R. A. DE PRADO, P. J. CHRISTOFFOLETI & M. G. PERRETA. 2015. Características estructurales y fisiológicas de *Petunia axillaris* relacionadas con su baja sensibilidad a glifosato. *Revista Pl. Danin* 33: 451-462. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582015000300008>
- DEMETRIO, G. R., F. F. COELHO & M. E. BARBOSA. 2014. Body size and clonality consequences for sexual reproduction in a perennial herb of Brazilian rupesrian grasslands. *Brazil. J. Biol* 74: 744-749. <https://doi.org/10.1590/bjb.2014.0070>
- DENG, Z., X. CHEN, Y. XIE, X. LI, Y. PAN & F. LI. 2013. Effects of size and vertical distribution of buds on sprouting and plant growth of the clonal emergent macrophyte *Miscanthus sacchariflorus* (Poaceae). *Aquatic Bot.* 104: 121-126. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2012.08.004>
- FOURCAUD, T., X. ZHANG, A. STOKES, H. LAMBERS & C. KÖRNER. 2008. Plant Growth Modelling and Applications: The Increasing Importance of Plant Architecture in Growth Models. *Ann. Bot.* 101: 1053-1063. <https://doi.org/10.1093/aob/mcn050>
- HARPER, J. L. 1977. *Population biology of plants*. 1st ed. Academic Press, Lodon.
- HENDRICKSON, J. R. & D. D. BRISKE. 1997. Axillary bud banks of two semiarid perennial grasses: occurrence, longevity, and contribution to population persistence. *Oecologia* 110: 584-591. <https://doi.org/10.1007/s004420050199>
- HOTHORN, T., F. BRETZ & P. WESTFALL. 2008. Simultaneous inference in general parametric models. *Biometr. J.* 50: 346-363. <https://doi.org/10.1002/bimj.200810425>
- KLIMEŠOVÁ, J. & L. KLIMEŠ. 2003. Resprouting of herbs in disturbed habitats: is it adequately described by Bellingham-Sparrow's model? *OIKOS* 103: 225-229. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0706.2003.12725.x>
- KLIMEŠOVÁ, J. & J. MARTÍNKOVÁ. 2004. Intermediate growth forms as a model for the study of plant clonality functioning: an example with root sprouters. *Evol. Ecol.* 18: 669-681. <https://doi.org/10.1007/s10682-004-5149-1>
- KLIMEŠOVÁ, J. & L. KLIMEŠ. 2007. Bud banks and their role in vegetative regeneration— A literature review and proposal for simple classification and assessment. *Perspect. Pl. Ecol. Evol. Syst* 8: 115-129. <https://doi.org/10.1016/j.ppees.2006.10.002>
- KLIMEŠOVÁ, J., V. LATZEL, F. DE BELLO & J. M. VAN GROENENDAEL. 2008. Plant functional traits in studies of vegetation changes in response to grazing and mowing: towards a use of more specific traits. *Preslia* 80: 245-253.
- MALPASSI, R. 2005. Efectos de la aplicación de quizalofop sobre la arquitectura y anatomía foliar de *Eleusine indica*. *Agriscientia* 22: 55-62. <http://dx.doi.org/10.31047/1668.298x.v22.n2>
- MOREIRA, B., J. TORMO & J. G. PAUSAS. 2012. To resprout or not to resprout: factors driving intraspecific variability in resprouting. *OIKOS* 121: 1577-1584. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2011.20258.x>
- NISENSOHN, L., D. TUESCA, D. FACCINI, E. PURICELLI & J. VITTA. 2011. Factores biológicos que determinan la competencia de *Commelina erecta* con otras malezas en sistemas de cultivo. *Revista Pl. Danin* 29: 97-106. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582011000100012>
- OTT, J. P. & D. C. HARTNETT. 2015. Bud-bank and tiller dynamics of co-occurring C3 caespitose grasses in mixed-grass prairie. *Amer. J. Bot.* 102: 1462-1471. <https://doi.org/10.3732/ajb.1500039>
- PANIGO, E. S., I. M. DELLAFERRERA, J. M. ACOSTA, A. G. BENDER, J. I. GARETTO & M. G. PERRETA. 2012. Glyphosate-induced structural variations in *Commelina erecta* L. (Commelinaceae). *Ecotoxicol. Environm. Safety* 76: 135-142. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2011.10.002>
- PANIGO, E. S., C. A. ALESSO, I. M. DELLAFERRERA, J. OLIVELLA & M. G. PERRETA. 2016. Morpho-architectural traits that allow the regeneration of *Eustachys retusa* (Poaceae) in systems with intensive glyphosate application. *Revista Pl. Danin.* 34: 709-719. <https://doi.org/10.1590/s0100-83582016340400011>
- PANIGO, E. S. & L. NISENSOHN. *Commelina erecta* L. En: FERNÁNDEZ, O. A., E. LEGUIZAMÓN, & H. A. ACCIARESI (ed.) *Malezas e Invasoras de la Argentina* Tomo III, pp. 181-189. Ediuns, Bahía Blanca.
- PURICELLI, E. & D. FACCINI. 2005. Control de *Eustachys retusa* y *Chloris barbata* con glifosato. Soja en siembra directa. *AAPRESID* Septiembre: 112-123.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2014. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, Disponible en: <http://www.R-project.org/>]

- RAINERO, H. 2004. Avances en el control de malezas con tolerancia al glifosato. *Bol. INTA- EEA Manfredi* 12: 5-12.
- SHIMIZU-SATO, S. & H. MORI. 2001. Control of outgrowth and dormancy in axillary buds. *Pl. Physiol* 127: 1405-1413.
<https://doi.org/10.1104/pp.010841>
- VESK, P. A. & M. WESTOBY. 2004. Sprouting ability across diverse disturbances and vegetation types worldwide. *J. Ecol.* 92: 310-320.
<https://doi.org/10.1111/j.0022-0477.2004.00871.x>
- VESK, P. A., D. I. WARTON & M. WESTOBY. 2004. Sprouting by semi-arid plants: testing a dichotomy and predictive traits. *OIKOS* 107: 72-89.
<https://doi.org/10.1111/j.0030-1299.2004.13122.x>
- WALDIE, T., A. HAYWARD & C. A. BEVERIDGE. 2010. Axillary bud outgrowth in herbaceous shoots: how do strigolactones fit into the picture? *Pl. Molec. Biol.* 73: 27-36.
<https://doi.org/10.1007/s11103-010-9599-2>



SINTAXONOMÍA DE LAS COMUNIDADES DE PLANTAS VASCULARES DEL SISTEMA DE DRENAJE DEL ALTO VALLE DE RÍO NEGRO, PATAGONIA, ARGENTINA

SYNTAXONOMY OF THE VASCULAR PLANTS COMMUNITIES OF THE DRAINAGE SYSTEM OF THE ALTO VALLE OF RÍO NEGRO, PATAGONIA, ARGENTINA


Ricardo Gandullo^{1*}, Cristina Fernández¹ y Adriel I. Jocu¹

1. Departamento de Biología Aplicada. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Comahue. Río Negro, Argentina.

*rgandullo@yahoo.com.ar

Citar este artículo

GANDULLO, R., C. FERNÁNDEZ & A. I. JOCOU. 2019. Sintaxonomía de las comunidades de plantas vasculares del sistema de drenaje del Alto Valle de Río Negro, Patagonia, Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 54: 567-587.

 DOI: <http://dx.doi.org/10.31055/1851.2372.v54.n4.24826>



SUMMARY

Background and aims: The drainage system in the Alto Valle of Río Negro (Argentina), is integrated by a network of drains, and was designed to collect excess irrigation water from agricultural establishments. This artificial aquatic ecosystem allows the development of vegetal herbaceous species. The progress of urbanization towards agricultural lands increased the use of drains, due the discharge of industrial and urban effluents. The increase in non-agricultural effluents contaminate these environments producing changes in biota abundance and diversity. This work aims to propose the syntaxonomic categories of vegetation associated to the drainage system and determine the relevance of vegetation as a biological indicator in environmental impact studies.

M&M: Floristic censuses obtained in previous vegetation studies were used and complemented with new surveys carried out during the period 2018-2019. Census were carried out with the phytosociological school of Zürich Montpellier methodology.

Results: The syntaxa found are described, according to the final phytosociological table interpretation. Its floristic, structural, syntaxonomic aspects and its potential as contamination bioindicator are discussed.

Conclusions: Twenty-eight syntaxonomical categories were established: three classes, five orders, five alliances, two sub-alliances and thirteen associations for the Alto Valle drainage system, organized according to three growth habits: floating, submerged and emerging aquatics. 80% of the associations have eutrophication bioindicator potential in the Alto Valle of Río Negro drainage system.

KEY WORDS

Aquatic communities, Argentina, Phytosociological taxonomy, urban and rural vegetation.

RESUMEN

Introducción y objetivos: En el Alto Valle de Río Negro (Argentina) el sistema de drenaje, integrado por una red de desagües, se diseñó para la captación del agua proveniente del excedente de riego de establecimientos agrícolas. Este ecosistema acuático artificial permite el desarrollo de especies vegetales de hábito herbáceo. El avance de la urbanización hacia los sectores agrícolas aumentó el uso de los desagües, a partir del vertido de efluentes industriales y urbanos. Esto establece el principal problema de contaminación en estos ambientes produciendo cambios en la diversidad y abundancia de la biota. Este trabajo tiene por objetivo establecer las categorías sintaxonómicas de la vegetación asociada al sistema de drenaje y determinar la pertinencia del uso de la vegetación como indicador biológico en los estudios de impacto ambiental.


M&M: Se utilizaron censos florísticos obtenidos en estudios previos de vegetación y se complementaron con nuevos relevamientos realizados durante el periodo 2018-2019, con el uso de la metodología de la escuela fitosociológica de Zürich Montpellier.

Resultados: Se describen las sintaxa encontradas, a partir de la interpretación de la tabla fitosociológica final. Se discuten sus aspectos florísticos, estructurales, sintaxonómicos y su potencial bioindicador de contaminación.

Conclusiones: Se establecieron veintiocho categorías sintaxonómicas: tres clases, cinco ordenes, cinco alianzas, dos subalianzas y trece asociaciones para el sistema de drenaje del Alto Valle, ordenadas en función de tres hábitos de crecimiento: acuáticas flotantes, sumergidas y emergentes. El 80% de las asociaciones vegetales poseen potencial bioindicador de eutrofización en el sistema de drenaje del Alto Valle de Río Negro.

PALABRAS CLAVE

Argentina, comunidades acuáticas, taxonomía fitosociológica, vegetación urbana y rural.

Recibido: 27 Junio 2019
Aceptado: 26 Agosto 2019
Publicado: 15 Diciembre 2019
Editor: Ramiro Aguilar 

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

INTRODUCCIÓN

La contaminación tiende a ser el resultado de un proceso lento y acumulativo de la actividad humana. Todos los tipos de contaminación se caracterizan por alterar los ciclos naturales de materia y flujos de energía con repercusiones variadas, a veces irreversibles, en el funcionamiento de los ecosistemas. La mayoría de los parámetros utilizados para la evaluación de contaminación son de carácter físico-químico. Otro método de evaluación, es la utilización de organismos vivos, denominados indicadores biológicos o bioindicadores, que habitan ambientes contaminados con diferentes adaptaciones de tolerancia e intolerancia a distintas alteraciones del ambiente. Desde el punto de vista de la vegetación un indicador biológico es una especie o comunidad vegetal que brinda información sobre el impacto de ciertas prácticas antrópicas en el ambiente. Sintaxonómicamente, la asociación vegetal es la categoría básica del sistema de ordenamiento.

La asociación vegetal se caracteriza por tener determinadas cualidades mesológicas, una distribución geográfica concreta y una composición florística determinada (Rivas Martínez, 1987, 1995). La agrupación entre ciertas especies vegetales, y entre la vegetación y el medio, no es casual, sino causal. Esto permite analizar los nexos, enlaces o factores que determinan la coexistencia entre las distintas especies, fundamentalmente, a través de los inventarios fitosociológicos (Martínez Carretero *et al.*, 2016). Alcaraz Ariza (2013) señala que la composición completa de especies de una asociación es la mejor expresión de las relaciones interespecíficas y con el ambiente. En este sentido, Ferreras & Fidalgo (1999) indican que las especies se convierten en indicadores biológicos de su hábitat, de su medio y de otras especies.

Frente a un disturbio los organismos sensibles, que no soportan las nuevas condiciones impuestas, se comportan como intolerantes, mientras que otros, que son tolerantes, no se ven afectados. De modo que, variaciones inesperadas en la composición y estructura de las comunidades de organismos vivos pueden interpretarse como signos evidentes de algún tipo de contaminación

(Arocena & Mazzeo, 1994; Alba Tercedor, 1996; Arocena *et al.*, 2000).

La comunidad vegetal es mejor bioindicadora que las especies individuales de las condiciones ambientales (Ellenberg 1950, 1974; Ellenberg *et al.*, 1992; Diekmann, 2003; Kollmann & Fischer, 2003) y es considerada una importante herramienta en investigaciones ecológicas aplicadas y en proyectos de conservación y restauración (Kollmann & Fischer, 2003; Fernández *et al.*, 2018). Rodwell (1991, 1995) destaca la importancia de la fitosociología en el muestreo de hábitats y estudio de problemas ecológicos.

En este sentido autores como Venanzoni *et al.*, (2006) y Ceschin *et al.*, (2010) señalan a la asociación *Potametum pectinati* como bioindicadora de aguas con contaminación con materia orgánica. Por su parte, Finot y Ramírez (1996) indican que *Hydrocotyletum ranunculoidis* es una asociación bioindicadora de aguas contaminadas con residuos domésticos mientras que, la asociación *Lemnetum gibbae* es clara indicadora de eutrofización (Rivas Martínez, 1975).

Los biotopos urbanos y rurales, caracterizados por factores ecológicos extremos que dificultan el desarrollo de la vegetación nativa, son colonizados por comunidades sinantrópicas, en cuya composición florística las especies alóctonas y autóctonas cumplen un rol fundamental (Hruska, 1987; Jocu *et al.*, 2018).

Varias de las comunidades acuáticas descritas para Chile (Oberdorfer, 1960; Ramírez & San Martín, 1984, 2006; Ramírez *et al.*, 1987; San Martín *et al.*, 1993; San Martín *et al.*, 1998; San Martín *et al.*, 2001; Ramírez *et al.*, 2004; Ramírez & Álvarez, 2012) y para Patagonia (Conticello *et al.*, 2002; Bezic *et al.*, 2004; Fernández *et al.*, 2018), están conformadas substancialmente por especies nativas (Jocu *et al.*, 2018) y en menor medida por exóticas (principalmente europeas). Si bien las condiciones ecológicas y climáticas del norte patagónico exhiben características particulares, las comunidades acuáticas son similares en su composición florística, en mayor o menor grado, con las comunidades europeas.

En el Alto Valle de la provincia de Río Negro, el sistema de drenaje se diseñó para la captación del agua proveniente del excedente de riego

de los establecimientos agrícolas. El conjunto de desagües, que integran la red de drenaje, constituye un ecosistema acuático artificial que permite el desarrollo tanto de hidrófitos como de helófitos, principalmente de hábito herbáceo. Sin embargo, el avance de la urbanización hacia los sectores agrícolas aumentó el uso de los desagües, con el vertido de efluentes industriales y urbanos (Lozeco, 2014). Esto establece el principal problema de contaminación en estos ambientes con los consecuentes cambios en la diversidad y abundancia de la biota (Fernández *et al.*, 2018).

La fitosociología caracteriza la vegetación y reconoce su variación como respuesta a los cambios de los factores ecológicos. De ello resultan valiosos aportes para la evaluación de impacto ambiental, entre otros (Martínez Carretero *et al.*, 2016). Este trabajo tiene por objetivo establecer la sintaxonomía de la vegetación del sistema de drenaje del Alto Valle de Río Negro y determinar la pertinencia del uso de la vegetación como indicador biológico en los estudios de impacto ambiental.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se realizó en el sistema de drenaje del Alto Valle de Río Negro, ubicado entre los 66°45' E y 68°30' E y los 38°30' S y 39°5' S con un área de 652 km² (Jocou *et al.*, 2018), en 88 desagües.

Se recurrió a los mapas del sistema de drenaje de Lozeco (2014) y los provistos por los consorcios de riego. Estos desagües, de ambientes urbanos y rurales, se caracterizan por ser dulceacuícolas lóticos de aguas someras, cuyas dimensiones no superar los 3 metros de profundidad y un ancho que oscila entre los 2 y 5 metros (Fig. 1). La disponibilidad de agua está condicionada a la funcionalidad del sistema de riego desde principios de septiembre a mayo. En los meses restantes se suspende el riego para tareas de mantenimiento en la red de riego y drenaje. Los desagües alojan comunidades vegetales acuáticas en forma continua o interrumpida, tanto temporal como espacialmente de acuerdo a la disponibilidad de agua.



Fig. 1. Diversidad de desagües. **A, D:** de ambiente urbano, colonizado por la asociación *Hydrocotyletum ranunculoidis*. **B:** de ambiente urbano, colonizado por la comunidad de *Ludwigia grandiflora* ssp. *hexapetala*. **C:** de ambiente rural, colonizado con la asociación *Azolletum filiculoidis*.

Muestreo de la vegetación

Se utilizaron los datos existentes de las comunidades vegetales acuáticas del Alto Valle de Río Negro de Fernández *et al.* (2018). Los mismos, se complementaron con nuevos relevamientos realizados durante el periodo 2018-2019. Los sitios de muestreos fueron seleccionados de acuerdo a su homogeneidad florística, fisonómica y ecológica (Roig, 1973), en superficies superiores al área mínima (Knapp, 1984) de 25 m², cuyas especies se registraron con porcentajes de cobertura. La información fue sintetizada en un cuadro comparativo de la vegetación acuática que incluye el total de especies registradas con valores de grados de presencias y ordenadas en función del hábito de crecimiento de la especie dominante en: sumergida, flotante o emergente (Sculthorpe, 1967).

Para la nomenclatura y estatus de las especies se siguió el Catálogo de Plantas Vasculares del Cono Sur (IBODA, continuamente actualizado).

Los factores abióticos (turbidez del agua, velocidad y disponibilidad de luz) para cada sintaxa del cuadro comparativo sintético fueron obtenidos a partir de una escala graduada entre cero y tres (0-1-2-3) según Fernández *et al.* (2018). La profundidad de la columna de agua para cada desagüe se midió por medio de un bastón graduado con el sistema métrico decimal.

La nomenclatura sintaxonómica sigue el Código Internacional de Nomenclatura Fitosociológica (Weber *et al.*, 2000).

Análisis de datos

Los datos de presencia de los taxones de la matriz original fueron analizados con el programa P-CORD (Mc Cune & Mefford, 1999). La matriz se sometió a un análisis de clasificación mediante el método de la mínima varianza (Ward, 1963; Orloci, 1967) con el uso de la distancia euclídea como parámetro de similitud. El dendrograma final sirvió de base para la propuesta sintaxonómica (Müller-Dombois & Ellenberg, 1974). Se utilizó la siguiente simbología para representar las categorías del esquema sintaxonómico: ° = clase; * = orden; + = alianza; ++ = subalianza y los números arábigos = asociación.

Para la caracterización de las asociaciones del medio acuático se empleó la siguiente terminología: Pleustófitos: plantas acuáticas errantes, yacentes o suspendidas en agua y en ocasiones temporalmente

enraizadas. Acropleustófitos: plantas cuyos órganos asimiladores flotan en la superficie del agua. Mesopleustófitos: cuyos órganos asimilables están suspendidos entre el fondo y la superficie. Pleustohelófitos: plantas que facultativamente, en las épocas desfavorables, radican en el fondo. Rizófitos: plantas acuáticas cuyas raíces o partes basales penetran en el sustrato, se incluyen aquí los carófitos, algunos briófitos y la mayoría de las vasculares acuáticas. Elodeidos: son rizófitos caulescentes con hojas sumergidas no divididas. Los órganos reproductores pueden o no alcanzar la superficie del agua. Miriofilidos: son rizófitos caulescentes con hojas divididas en finas lacinias, las partes reproductoras son emergentes, como ocurre en el género *Myriophyllum*. Ninfoides y Batráquidos: son aquellas plantas que tienden a desarrollar formas terrestres, pertenecen a los géneros *Ranunculus* y *Callitriche* y que forman hojas flotantes y sumergidas. Reófilos: se aplica a las plantas que crecen en corrientes de aguas impetuosas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La mayor parte de la flora de estos ambientes (62,16 %), comprende especies nativas, mientras que el 37,84 % corresponde a especies exóticas. Las especies dominantes y codominantes representativas para cada una de las comunidades registradas son: *Azolla filiculoides*, *Bolboschoenus maritimus*, *Elodea callitrichoides*, *Hydrocotyle ranunculoides*, *Lemna gibba*, *Ludwigia grandiflora* ssp. *hexapetala*, *Myriophyllum aquaticum*, *Nasturtium officinale*, *Phragmites australis*, *Stuckenia pectinata*, *Typha angustifolia*, *T. domingensis*, *T. latifolia* y *T. subulata*.

En el dendrograma de los censos de vegetación (Fig. 2), surgen tres grupos relacionados con el hábito de crecimiento de la flora acuática del Alto Valle. El primer grupo, está conformado por tres comunidades sumergidas (C1, C2 y C3) cuya afinidad florística sugiere que poseen requerimientos de sitios parecidos. El segundo grupo (comunidades C6, C7, C10, C11, C13, C8, C12, C9 y C14) presenta una vegetación más diversa y conformado por especies emergentes con alturas variables. El tercer grupo, representado por dos comunidades caracterizadas por especies flotantes (C4 y C5), evidencia escasa afinidad con el primero y segundo grupo.

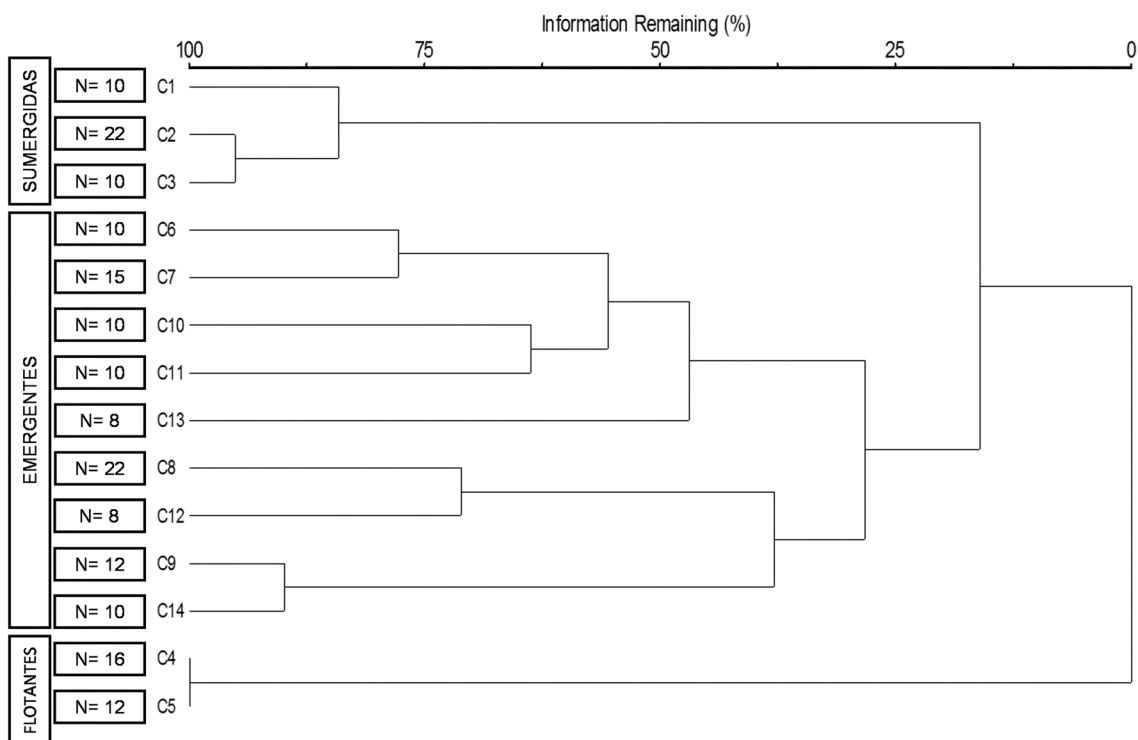


Fig. 2. Dendrograma de los catorce grupos florísticos de la vegetación del sistema de drenaje del Alto Valle de Río Negro. Referencias= **C1:** *Elodeetum callitrichoidis*; **C2:** *Potametum pectinati*; **C3:** *Myriophylletum aquaticum*; **C4:** *Azolletum filiculoidis*; **C5:** *Azollo filiculoides - Lemnetum gibbae*; **C6:** *Hydrocotyletum ranunculoidis*; **C7:** *Nasturtietum officinalis*; **C8:** *Typhetum domingensis*; **C9:** *Typhetum angustifoliae*; **C10:** *Typhetum subulatae*; **C11:** *Typhetum latifoliae*; **C12:** *Bolboschoenetum maritimi*; **C13:** Comunidad de *Ludwigia grandiflora* ssp. *hexapetala*; **C14:** *Phragmitetum australis*; N: número de relevamientos de cada grupo florístico.

Los tres grupos fueron analizados comparativamente (Tabla 1) para la clasificación jerárquica, lo cual permite la confección del esquema sintaxonómico. El mismo se caracteriza por trece asociaciones, una comunidad vegetal, cinco alianzas, dos subalianzas, cinco órdenes y tres clases. Se distribuyen y ordenan en función de tres hábitos de crecimiento: acuática flotante, sumergida y emergente de acuerdo a la especie dominante.

Esquema sintaxonómico:

Formación: Vegetación acuática flotante libre
 ° **Lemnetea minoris** W. Koch & R. Tx. In R. Tx. 1955

* Lemnetalia gibbae Landolt 1999
 + Azollo filiculoides-Lemnetion gibbae Landolt 1999
 1. *Azolletum filiculoidis* ass. nov.
 2. *Azollo filiculoides-Lemnetum gibbae* ass. nov.

Formación: Vegetación acuática sumergida

° **Potametea** Klika in Klika & Novák 1941

* Potametalia pectinati Koch 1926
 + Potamion pectinati (Koch 1926) Görs 1977
 1. *Potametum pectinati* Cartensen 1955
 2. *Myriophylletum aquaticum* Medina 1988

* Parvopotametalia Den Hartog & Segal 1964
 + Parvopotamion Vollmar 1947
 1. *Elodeetum callitrichoidis* ass. nov.

Formación: Vegetación acuática emergente

° **Magnocari elatae - Phragmitetea australis**
Klika in Klika & Novák 1941 *nom. inv.* Rivas
Martínez & col. 2011

* Phragmitetalia australis Koch 1926 *em.*
Pignatti 1954

+ Phragmition australis Koch 1926 *nom. mut.*
Rivas Martínez y col. 2011

++ Phragmitenion australis (Koch 1926)
Rivas Martínez in Rivas Martínez,
Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980

1. *Phragmitetum australis* Soó 1927
nom. mut. propos. Schmale 1939

2. *Typhetum angustifoliae* Pignatti 1953

3. *Typhetum latifoliae* Nowinski 1930

4. *Typhetum domingensis* Brullo *et al.* 1994

5. *Typhetum subulatae* *ass. nov.*

++ Bolboschoenenion maritimi Rivas
Martínez in Rivas Martínez, Costa,
Castroviejo & E. Valdés 1980 *nom. mut.*
Rivas & col. 2011

1. *Bolboschoenetum maritimi* Br. Bl. 1931

* Nasturtio officinalis - Glycerietalia fluitantis
Pignatti 1953

+ Apion nodiflori Segal in Westhoff & den
Held 1969

1. *Nasturtietum officinalis* (Seibert
1962) Oberd. *et al.* 1967

2. *Hydrocotyletum ranunculoidis*
Corbetta & Lorenzoni 1976

3. Comunidad de *Ludwigia grandiflora*
ssp. hexapetala

Descripción de las comunidades vegetales acuáticas

La vegetación acuática del Alto Valle de Río Negro
está constituida por catorce comunidades que pueden
adscribirse a tres clases Lemnetae minoris, Potametea
y Magnocari elatae - Phragmitetea australis.

Vegetación acuática flotante libre

° **Lemnetae minoris** W. Koch & R. Tx. in R. Tx.
1955

Clase de distribución cosmopolita que agrupa a
la vegetación dulceacuícola no enraizada constituida
por acropleustófitos y mesopleustófitos de pequeña
talla como las lentejas de agua, formadas por: *Lemna*
minor, *L. gibba*, *L. trisulca*, *Spirodela polyrrhiza*,
Wolffia spp. y *Wolffiella* spp. o los hidropteridales
como *Azolla filiculoides* y *Salvinia natans*. Todos
los tipos de vegetación incluidos en la clase, salvo

Lemnetum gibbae de aguas contaminadas o *Azolletum*
carolinianae de los arrozales, son muy sensibles a la
acción antropogénica.

De acuerdo con la tipología propuesta por Landolt
(1999) para la clase Lemnetae minoris, reconoce
separar la vegetación en tres órdenes según la
presencia de especies comunes pero restringidas
geográfica y climáticamente; de esta manera la clase
Lemnetae se divide en tres órdenes.

• Lemnetalia minoris: tipo de clima fresco y
continental cálido (*Lemna minor* y *L. turionifera*);

• Lemnetalia gibbae: tipo de clima oceánico templado
a subtropical (*Lemna gibba*, *L. obscura*, *L. japonica* y
Wolffia globosa);

• Lemnetalia aequinoctialis: tipo de clima
subtropical a tropical (*Wolffiella oblonga* y
Limnobium laevigatum)

Las comunidades flotantes aquí descritas se
encuentra representada en el orden Lemnetalia
gibbae y las alianzas Azollo filiculoides - Lemnion
gibbae y Lemnion gibbae (no incluida en el esquema
sintaxonómico).

* **Lemnetalia gibbae** Landolt 1999

De acuerdo a Landolt (1999), el orden se distribuye
de manera similar a las especies características,
que habitan aguas quietas y vertientes lentas, de
oligotróficas hasta eutróficas, de regiones templadas
hasta subtropicales de todo el mundo (excepto
Australia). En Argentina, *Lemna gibba* se encuentra
distribuida entre 0 y 4000 m de altitud, a excepción del
nordeste y del extremo austral (Landolt, 1996).

En América del sur este orden se encuentra
representado por una alianza y dos asociaciones.

Especie característica: *Lemna gibba*.

+ **Azollo filiculoides - Lemnion gibbae** Landolt 1999

La alianza está restringida a regiones de
Sudamérica que son relativamente frescas con
inviernos suaves, también se encuentra en Europa
debido a la introducción de las especies *Azolla*
filiculoides y *Lemna minuta*.

La colonización de aguas comienza con *Lemna*
gibba (aguas ricas en nutrientes), *L. minuta* (aguas
menos eutróficas) o *Azolla* spp. (aguas inicialmente
pobres en nitrógeno). *L. valdiviana* y *Wolffiella*
oblonga solo están presentes en situaciones de más
estabilidad. En etapas posteriores, ambas especies

Tabla 1. Cuadro comparativo sintético de la vegetación del sistema de drenaje del Alto Valle de Río Negro. Los números romanos indican grados de presencia. Referencias= V: presente en más de 81% censos; IV: 61-80%; III: 41-60%; II: 21-40%; I: 11-20%; .: <10% censos.

N° de Ordenamiento	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	
	16	12	22	10	10	10	12	10	22	10	8	15	8	10	
N° de relevamientos	Sumergida					Emergente									
	Flotante														
Ancho del desagüe (m)	0,6 - 4	1 - 3	1,5 - 5	1,5 - 3	1 - 4	1 - 4	0,6 - 2	2 - 4	0,6 - 3	0,6 - 1,5	1 - 2	1,5 - 3	1 - 5,5	1,5 - 3	
Ingreso de luz al desagüe	1 - 2	1 - 2	0 - 2	0 - 2	1 - 2	2	0 - 2	1 - 2	1 - 2	0 - 2	2	1 - 2	0 - 2	1 - 2	
Profundidad de la columna de agua (cm)	15 - 60	40 - 80	10 - 150	10 - 50	15 - 60	5 - 20	15 - 25	15 - 20	10 - 30	15 - 50	10 - 20	20 - 150	20 - 120	20 - 30	
Velocidad del agua	0 - 1	0 - 1	1 - 2	0 - 2	1 - 2	0	0 - 1	0 - 1	0 - 2	0 - 1	0	0 - 2	0 - 2	0 - 2	
Turbidez del agua	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0	0 - 1	1	0 - 1	0	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 2	
Cobertura total (%)	60 - 100	75 - 100	10 - 100	15 - 100	40 - 100	50 - 90	10 - 80	65 - 70	20 - 100	30 - 95	50 - 80	50 - 100	70 - 100	20 - 80	
N° de especies	5	6	9	2	8	7	11	1	15	4	1	6	4	3	
<i>Azolletum filiculoidis</i> ass. nov	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Azolla filiculoides</i> Lam.	V	V	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Azollo filiculoides-Lemnetum gibbae</i> ass. nov.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lemna gibba</i> L.	.	V	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Wolffella oblonga</i> (Phil.) Hegelm.	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>All. Azollo filiculoides - Lemnion gibbae</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ord. Lemnitalia gibbae</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cl. Lemnatea minoris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Potametum pectinatifolium</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Stuckenia pectinata</i> (L.) Börner	.	.	V	I	II	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Potamogeton illinoensis</i> Morong	.	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Continuación Tabla 1

N° de Ordenamiento	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
N° de relevamientos	16	12	22	10	10	10	12	10	22	10	8	15	8	10
Myriophyllum aquaticum
<i>Myriophyllum aquaticum</i> (Vell.) Verdc.	.	.	+	V	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.
All. Potamion pectinati
Ord. Potametalia pectinati
Cl. Potametea
Elodeetum callitrichoidis ass. nov.
<i>Elodea callitrichoides</i> (Rich.) Casp.	.	+	.	.	V	.	.	.	.	.	.	.	.	.
All. Parvopotamion
Ord. Parvopotametalia
Cl. Potametea
Phragmitetum australis
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	V	I	.	+	.	.	+	.	.
Typhetum angustifoliae
<i>Typha angustifolia</i> L.	I	V	.	I	.	.	.	.	.
<i>Verbena litoralis</i> Kunth var. <i>litoralis</i>	II	.	.	.	.	.	.	.
<i>Halorpestes cymbalaria</i> (Pursh) Greene	I	.	.	.	.	.	.	.
<i>Iris pseudacorus</i> L.	+
Typhetum latifoliae

Continuación Tabla 1

N° de Ordenamiento	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
N° de relevamientos	16	12	22	10	10	10	12	10	22	10	8	15	8	10
<i>Typha latifolia</i> L.	V	.	.	.	.	.	.
<i>Typhetum domingensis</i>
<i>Typha domingensis</i> Pers.	+	V	.	.	.	.	.
<i>Baccharis darwinii</i> Hook. & Arn.	I	.	.	.	.	.
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv. var. <i>mitis</i> (Pursh.) Peterm.	I	.	.	.	.	.
<i>Tessaria absinthioides</i> (Hook. & Arn.) DC.	I	.	.	.	.	.
<i>Polygonum viridis</i> (Gouan) Breistr.	I	.	.	.	.	.
<i>Polygonum elongatum</i> Kunth var. <i>elongatum</i>	I	.	.	.	.	.
<i>Epilobium hirsutum</i> L.	+
<i>Typhetum subulatae</i> ass. nov.
<i>Typha subulata</i> Crespo & R.L. Pérez-Mor.	V	.	.	.	.
<i>Juncus microcephalus</i> Kunth	I	.	.	.	.
<i>Bolboschoenetum maritimi</i>	V	.	.
<i>Bolboschoenus maritimus</i> (L.) Palla	I	.	.	.	.	.
<i>Nasturtium officinalis</i>
<i>Nasturtium officinale</i> W.T. Aiton	.	+	+	.	+	.	+	V	.	.
<i>Apium graveolens</i> L.	+	.	+
Comunidad de <i>Ludwigia grandiflora</i> ssp. <i>hexapetala</i>

Continuación Tabla 1

N° de Ordenamiento	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
N° de relevamientos	16	12	22	10	10	10	12	10	22	10	8	15	8	10
<i>Ludwigia grandiflora</i> (Michx.) Greuter & Burdet ssp. <i>hexapetala</i> (Hook. & Arn.) G.L. Nesom & Kartesz	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	I	V	.
<i>Alternanthera philoxeroides</i> (Mart.) Griseb. f. <i>angustifolia</i> Suess	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.
<i>Polygonum lapathifolium</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.
Hydrocotyletum ranunculoidis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hydrocotyle ranunculoides</i> L.f.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	V
<i>Plantago australis</i> Lam. ssp. <i>australis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Acompañantes	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cyperus eragrostis</i> Lam. var. <i>eragrostis</i>	I	.	.	.	.	.	II	.	I	.	.	.	.	.
<i>Schoenoplectus californicus</i> (C.A. Mey) Soják var. <i>californicus</i>	.	.	.	.	.	I	II	.	I	II	.	.	.	.
<i>Epilobium ciliatum</i> Raf. ssp. <i>ciliatum</i>	.	.	.	.	.	I	I	.	.	I	.	.	II	.
<i>Baccharis juncea</i> (Cass.) Desf.	.	.	.	.	.	I	II	.	I	.	.	.	.	.
<i>Polygonum monspeliensis</i> (L.) Desf.	.	.	.	.	.	I	.	.	I	.	.	.	.	.
<i>Veronica anagallis-aquatica</i> L.	.	I	I	.	I	.	I	.	.	.	.	I	.	.
<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	I	.	.	.	I	I	.	.	I	.	.	.	.	.

forman una densa segunda capa sumergida debajo de la superficie. En esta situación, *L. gibba* ya no puede formar capas compactas.

La asociación tipo de la alianza es *Lemno minutae - Lemnetum gibbae* Landolt 1999 cuya especie característica es *Azolla filiculoides* y especies frecuentes *Lemna gibba* y *L. minuta*.

1. *Azolletum filiculoidis* *ass. nov.* (Tabla 1, orden I y Tabla 2)

Typus nomenclatorius associationis: Tabla 2, inv. 90

Diagnosis. Asociación caracterizada básicamente por *Azolla filiculoides* (Fernández *et al.*, 2018) muy pobre florísticamente, debido a su alta densidad que bloquea el ingreso efectivo de la radiación fotosintéticamente activa y ocasiona la muerte de las especies sumergidas. Indicadora de medio eutrofizado con disponibilidad de nitrógeno combinado, de origen abiótico (síntesis química de fertilizantes) o por la acción de microorganismos (fijación biológica de nitrógeno) con disponibilidad de fósforo para su óptimo crecimiento. Común en desagües con alta heliofanía y con efluentes urbanos que contienen residuos domésticos.

Especie característica: *Azolla filiculoides*.

2. *Azollo filiculoides - Lemnetum gibbae* *ass. nov.* (Tabla 1, orden II y Tabla 3)

Typus nomenclatorius associationis: Tabla 3, inv. 80

Diagnosis. Asociación nueva para la ciencia, dominada por *Azolla filiculoides* y *Lemna gibba*, común en el sistema de drenaje y considerada indicador de ambientes acuáticos eutrofizados (Fernández *et al.*, 2018). Este tipo de vegetación se desarrolla entre inicios de primavera a finales de otoño, pero particularmente entre enero y marzo. En los desagües del Alto Valle, la abundancia es directamente proporcional al grado de eutrofización. En este período *Lemna gibba* muestra su evidente gibosidad, un rasgo característico que facilita la identificación tanto para la especie como para la asociación. Sin embargo, durante la primavera y la primera etapa del verano la gibosidad a veces está ausente y la especie puede confundirse fácilmente con *Lemna minor* (Landolt, 1980; Štěpánková *et al.*, 2010).

Si bien, la nueva asociación propuesta *Azollo filiculoides - Lemnetum gibbae*, presenta el mismo comportamiento que *Lemno Azolletum filiculoidis* Oberd. 1960, muy abundante en lagunas mediterráneas del territorio chileno (San

Tabla 2. *Azolletum filiculoidis* Gandullo R., Fernández C. y Jocu A. I. *Typus nomenclatorius associationis*: inventario 90 (Gandullo, Fernández y Jocu) Prov. de Río Negro: Gral. Roca, zona urbana (Barrio Belgrano) 18-03-2017. Densidad de especies: 1 (rango:1-3). Referencias= Localidades, CC: Contralmirante Cordero; Ce: Cervantes; GFO: General Fernández Oro; A: Allen; Ci: Cipolletti; GR: General Roca; Ma: Mainqué. Valores de cobertura, +: (<1); 1: (1-10); 2: (11-25); 3: (26-50); 4: (51-75); 5: (>75).

Número de ordenamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Número de censo	94	110	90	250	87	79	4	128	126	10	105	104	37	5	257	9
Localidad	Ce	Ma	GR	Ci	A	CG	GFO	Ce	Ce	Ci	Ma	Ma	CC	GFO	Ci	Ci
Cobertura total %	100	100	100	100	100	98	91	90	80	80	80	70	60	40	30	20
Número de especies	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	3	3	1	1	2	1
<i>Azolletum filiculoidis</i>																
<i>Azolla filiculoides</i>	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	3	3	2
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.	.
<i>Cyperus eragrostis</i> var. <i>eragrostis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.
<i>Typha domingensis</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Ludwigia grandiflora</i> ssp. <i>hexapetala</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.

Tabla 3. *Azolla filiculoides* – *Lemnetum gibbae* Gandullo R., Fernández C. y Jocou A. I. *Typus nomenclatorius associationis*: inventario 80 (Gandullo, Fernández y Jocou) Prov. de Río Negro: Allen, zona rural. 20-11-2016. Densidad de especies: 3 (rango:2-4). Referencias= Localidades, CC: Contralmirante Cordero; Ce: Cervantes; GFO: General Fernández Oro; A: Allen; Ci: Cipolletti. Valores de cobertura, +: (<1); 1: (1-10); 2: (11-25); 3: (26-50); 4: (51-75); 5: (>75).

Número de ordenamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Número de censo	46	124	45	27	80	86	34	110	30	8	44	125
Localidad	CC	Ce	CC	GFO	A	A	CC	CC	Ci	Ci	CC	Ce
Cobertura total %	95	100	75	90	100	100	100	90	95	100	95	100
Número de especies	3	2	2	4	3	2	3	3	2	2	2	2
<i>Azolla filiculoides</i> – <i>Lemnetum gibbae</i>												
<i>Azolla filiculoides</i>	5	5	4	4	4	3	3	2	2	2	1	1
<i>Lemna gibba</i>	1	1	1	2	5	4	4	4	5	5	5	5
<i>Wolffiella oblonga</i>	1	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Elodea callitrichoides</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Nasturtium officinale</i>	.	.	.	1	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Veronica anagallis-aquatica</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.

Martín *et al.*, 2003; Ramírez *et al.*, 2014), difiere florísticamente de la asociación chilena por tener *Lemna gibba* como especie característica de la asociación conjuntamente con *Azolla filiculoides*.

Especies características: *Azolla filiculoides* y *Lemna gibba*.

+ **Lemnion gibbae** R. Tx. & Schwabe in R. Tx. 1974

Presenta asociaciones con un solo estrato de acropleustófitos fácilmente desplazables por el viento, que forman parte del epipleon de aguas neutras a básicas (pH 6,6-9,2), eutrofizadas, ricas en iones (PO_4^{-3} 2,0-4,2 mg/l; NO_3^- 6,0-18,0 mg/l) y frecuentemente contaminadas con microorganismos.

Especie característica *Lemna gibba*.

A la vista de los aportes de Landolt (1999) se correspondería ubicar las sintaxa Lemnion gibbae y Lemnetum gibbae en el orden Lemnetalia gibbae y no en Lemnetalia minoris.

Hasta el momento, la asociación *Lemnetum gibbae* ha sido identificada con pocos relevamientos

en los canales de desagüe del Alto Valle de Río Negro. Posiblemente esto se deba a que los vertidos orgánicos e inorgánicos no logren una suficientemente concentración de nutrientes para estabilizar la comunidad. No obstante, no se descarta su establecimiento y por lo tanto se ha decidido describirla sin incluirla en el esquema sintaxonómico.

1. *Lemnetum gibbae* (W. Koch 1954) Miyawaki & R. Tx. 1960

Asociación constituida por *Lemna gibba*, acropleustófito cosmopolita, de aguas dulces eutróficas a hipertróficas, estancadas o de escaso caudal, en general con abundante materia orgánica, amplia disponibilidad de luz y con cierta tolerancia a salinidad. Forma parte del epipleon de aguas permanentes, remansadas, eutrofizadas y ricas en iones. Se presenta en forma de poblaciones prácticamente monoespecíficas de *Lemna gibba*, que llegan a cubrir por completo la superficie del agua. Es muy tolerante a altas concentraciones de nitrógeno, fósforo, calcio y cloruros (Scoppola, 1982; Šumberová, 2011) de diversos orígenes, entre ellos los fertilizantes utilizados en los cultivos.

Vegetación acuática sumergida

° **Potametea** Klika in Klika & V. Novák 1941

La clase Potametea incluye la vegetación arraigada, de aguas dulces o con moderada mineralización, constituida por plantas acuáticas de diversos tamaños que colonizan las aguas permanentes y profundas o las estacionales y someras de ríos, arroyos, lagunas y charcas. Las diferentes comunidades que se reconocen en esta clase responden a la distinta naturaleza de las aguas que colonizan (eutrofia, físico-química, profundidad, permanencia, intensidad de la corriente, entre otras). Esta clase agrupa comunidades acuáticas de distribución cosmopolita muy abundante y bastante homogéneas en todo el mundo, formada por hidrófitos enraizantes sobre todo perennes (*Potametalia pectinati*) o por mesopleustófitos: utriculáridos y ceratofilidos, suspendidos entre el fondo y la superficie (*Utricularietalia vulgaris*).

Entre las especies constantes de la clase están *Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton natans*, *P. lucens* y *Stuckenia pectinata*, siendo esta última la más representativa para nuestra zona de estudio.

En el Alto Valle de Río Negro reconocemos dos órdenes, dos alianzas y tres asociaciones:

* **Potametalia pectinati** Koch 1926

En este orden se incluyen aquellas comunidades de agua dulce, ricas o pobres en nutrientes, de distribución cosmopolita y formadas por hidrófitos enraizantes (rizófitos): elodeidos, miriofilidos, ninfeidos y batráquidos (Castro González, 2015).

+ **Potamion pectinati** (Koch 1926) Görs 1977

Alianza de asociaciones dulceacuícolas fluvio-lacustres de elodeidos y miriofilidos de aguas lénticas, lólicas o reófilas, de distribución cosmopolita. En los medios estudiados reconocemos las siguientes comunidades:

1. *Potametum pectinati* Cartensen 1955

Esta asociación suele ser monoespecífica o compuesta por pocas especies. La especie dominante es *Stuckenia pectinata*, una macrófita sumergida enraizada que se encuentra en cuerpos de agua eutróficos e hipertróficos, de cierta profundidad, caracterizada a menudo por una alta turbidez, condiciones anóxicas y a veces alta concentración de sales (Landucci *et al.*, 2011). Esta asociación es un indicador de la mala calidad del agua debido

a la contaminación orgánica (Avena *et al.*, 1980; Baldoni & Biondi, 1993; Venanzoni & Gigante, 2000; Venanzoni *et al.*, 2006; Ceschin *et al.*, 2010).

En nuestra región, durante las estaciones primavera-verano, aparece la comunidad de *Stuckenia pectinata* en abundancia y con tupido crecimiento de largos tallos que frecuentemente superan los 2 m. Se presenta en desagües de aguas eutróficas de corriente lenta a media, con una profundidad que varía de 1 a 3 m. Su desarrollo y establecimiento se ve limitado por la cobertura de comunidades flotantes, debido a la competencia lumínica, como consecuencia no pueden coexistir (Akasaka & Takamura, 2011).

El tratamiento sintaxonómico de las comunidades de *Stuckenia pectinata*, ha sido controvertido, consideramos acertada su inclusión en el orden *Potametalia pectinati*, alianza *Potamion pectinati* como indica Castro González (2015).

2. *Myriophylletum aquaticum* Medina 1988

Asociación descrita y considerada nativa para Chile por González López (2005). Esta comunidad es casi pura, dominada por *Myriophyllum aquaticum* con alta cobertura y escasa riqueza florística, al igual que su par en Chile. En nuestra área de estudio es preferente de sustratos fangosos con alto contenido orgánico, aguas someras de escurrimiento lento. No tolera aguas salobres y requiere mucha luz. Presenta distribución en las regiones este y norte de Argentina.

* **Parvopotametalia** Den Hartog & Segal 1964

En el orden se incluyen las comunidades de pequeñas plantas acuáticas (miriofilidos, elodeidos y ranúnculos) que se desarrollan en aguas someras estacionales o semipermanentes, dulces o subsalinas con diferentes grados de eutrofia. Las comunidades que se incluyen en este orden suelen ser pioneras en cuerpos de agua con dimensiones reducidas y en el caso de charcas estacionales constituyen comunidades estables que recolonizan dichas depresiones en años sucesivos siempre que el volumen de agua retenido lo permita. La escasez de lluvias primaverales restringe el desarrollo de estas asociaciones que pueden originar una biomasa importante y rellenar las pequeñas concavidades que son un tipo de hábitat acuático ciertamente interesante. El orden presenta dos alianzas que se separan de acuerdo a la distinta composición

florística de sus comunidades. En el Alto Valle distinguimos a:

+ Parvopotamion Vollmar 1947

En esta alianza se incluyen las asociaciones caracterizadas por la ausencia de ranúnculos acuáticos y la abundancia de elodeidos, en particular de los géneros *Potamogeton* y *Zannichellia*, con ambientes de mayor régimen hídrico.

1. *Elodeetum callitrichoidis* ass. nov. (Tabla 1, orden V y Tabla 4).

Typus nomenclatorius associationis: Tabla 4, inv. 260

Diagnosis. *Elodea callitrichoides* es la especie dominante de la comunidad con altos porcentajes de cobertura, desde 45% hasta 95 %, relativamente común en las localidades del Alto Valle Río Negro. Cumple mayoritariamente su ciclo bajo el agua a excepción cuando florece donde sus pequeñas flores blancas flotan encima de la superficie. Prefiere suaves corrientes de agua dulce oligotrófica o algo eutrofizadas, con baja o nula turbidez y de baja profundidad (40-60 cm). Esta comunidad es acompañada en su composición

florística y estructura por otras macrófitas sumergidas como *Myriophyllum aquaticum* y *Stuckenia pectinata*, especies características de otras asociaciones de la misma clase. Se establece en desagües cercanos a establecimientos frutícolas (Fernández *et al.*, 2018). En el área de estudio se reconoce fácilmente por sus flores blancas que emergen del agua en la época de reproducción.

Especies características: *Elodea callitrichoides*.

° **Magnocari elatae - Phragmitetea australis** Klika in Klika & Novák 1941 *nom. inv.* Rivas Martínez & col. 2011

Vegetación hidrófila enraizada e higróturbosa perenne, constituida por grandes helófitos erguidos o decumbentes o hierbas acuosas helofíticas, propia de los bordes de cursos de aguas someras, dulces o levemente salobres, de lagunas y zonas pantanosas que sufren anegamiento permanente o durante la mayor parte del año. Aparece en medios desde oligo a eutróficos, fundamentalmente en la zona templada del hemisferio boreal, aunque algunas comunidades llegan a ser cosmopolitas (Molina, 1996). En el

Tabla 4. *Elodeetum callitrichoidis* Gandullo R., Fernández C. y Jocou A. I. *Typus nomenclatorius associationis*: inventario 260 (Gandullo, Fernández y Jocou) Prov. de Río Negro: Cipolletti, zona rural. 18-03-2017 Densidad de especies: 2 (rango:1-5). Referencias= Localidades, Ce: Cervantes; Ci: Cipolletti; CS: Cinco Saltos; VR: Villa Regina; GG: General Godoy. Valores de cobertura, +: (<1); 1: (1-10); 2: (11-25); 3: (26-50); 4: (51-75); 5: (>75).

Número de ordenamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Número de censo	28	146	53	260	7	97	140	130	98	127
Localidad	Ci	VR	CS	Ci	Ci	Ce	VR	GG	Ce	Ce
Cobertura total %	97	95	94	90	92	80	65	60	40	40
Número de especies	5	5	4	4	4	2	1	1	1	2
<i>Elodeetum callitrichoidis</i>										
<i>Elodea callitrichoides</i>	5	5	5	5	4	4	4	4	3	3
<i>Azolla filiculoides</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Lemna gibba</i>	+	.	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Myriophyllum aquaticum</i>	+	+	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Nasturtium officinale</i>	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Stuckenia pectinata</i>	+	.	.	+	2	1	.	.	.	.
<i>Veronica anagallis-aquatica</i>	.	+	.	+	+	.	.	.	.	.
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.

territorio estudiado hemos reconocido el orden Phragmitetalia, que agrupa las comunidades propias de aguas poco o nada salinas y representado por una alianza: Phragmition, con dos subalianzas y por otra parte el orden Nasturtio officinalis - Glycerietalia fluitantis.

* **Phragmitetalia australis** W. Koch 1926 *em.* Pignatti 1954

Incluye a los carrizales instalados sobre suelos inundados casi permanentemente de agua dulce relativamente profunda. Forman la franja de helófitos más cercana al agua. Orden con biocenosis cosmopolitas.

+ **Phragmition australis** W. Koch 1926 *nom. mut.* Rivas Martínez y col. 2011

Comprende las asociaciones de carrizales y totorales de altura considerable, desarrolladas en suelos inundados casi permanentemente por aguas profundas; que se instalan en los bordes o en el interior de las zonas húmedas en las que el periodo de inundación es más prolongado, o en los cauces y bordes de arroyos, canales y ríos. Las comunidades de esta alianza son las que presentan una mayor exigencia de agua dentro de la clase Phragmitetea.

Es la única alianza en Europa en la que se pueden reconocer dos subalianzas: Phragmitenion australis y Bolboschoenenion maritimi, que se diferencian por la distinta capacidad que tienen de soportar la sequía (Rivas Martínez *et al.*, 2002). Ambas, están representadas en la zona del Alto Valle de Río Negro.

++ **Phragmitenion australis** (Koch 1926) Rivas Martínez in Rivas Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980

Subalianza que agrupa grandes helófitos rizomatosos dulceacuícolas (Molina, 1996), sensibles a los periodos de pérdida de agua (Rivas Martínez *et al.*, 2002).

1. **Phragmitetum australis** Soó 1927 *nom. mut. propos.* Schmale 1939

Asociación muy extendida en la cuenca mediterránea (Šumberová *et al.*, 2011). Comunidad del tipo sinantrópico-ruderal (vinculada a acciones antropogénicas) y humedales. Esta asociación se caracteriza fisonómicamente por cañas altas y densas de *Phragmites australis*, una gramínea con un amplio rango ecológico, que se presenta

en humedales oligotróficos a eutróficos, ácidos a básicos e incluso salobres. Ocurre en zonas litorales de estanques, charcos aluviales, pozos inundados, zanjas, canales de drenaje, banquinas bajas con agua temporal, bordes de lodo y depresiones inundadas en tierras cultivables. Este tipo de vegetación se encuentra principalmente a una profundidad de agua de 10 a 50 cm, pero también puede ocurrir en sitios que no están inundados en absoluto, pero con la presencia de la capa freática muy cerca de la superficie.

La composición florística es tan pobre que es difícil hacer distinciones, aunque ciertamente existen diferencias ecológicas, entre cuerpos de agua en Europa templada y mediterránea. En el Alto Valle, es poco común encontrar este tipo de asociación en sitios con agua superficial y periodos de agua permanente. Presenta entre una y cuatro especies (Fernández *et al.*, 2018) y en la gran mayoría de los casos es monoespecífica. De acuerdo al dendrograma (Fig. 2), esta comunidad presentó similitud y afinidad con la asociación *Typhetum angustifoliae*. Esto hace suponer que la asociación *Typho angustifoliae-Phragmitetum australis* (Tüxen & Preising, 1942) *nom. nov.* Rivas Martínez *et al.* (1991), podría estar representando la transición desde el *Typhetum angustifoliae* al *Phragmitetum australis* a medida que aumenta la eutrofia en el agua.

2. **Typhetum angustifoliae** Pignatti 1953

Comunidad dominada por *Typha angustifolia* que se encuentran en los cursos de agua mesotróficas a eutróficas (Pignatti, 1953), con fondos arcillosos y arenosos, a menudo con sedimentos orgánicos (Landucci, 2013), con agua de 20–60 cm de profundidad, inundada la mayor parte del año. Forma densos rodales a lo largo de los desagües rurales, zonas bajas inundadas, en canteras de piedra y áreas palustres de lagos artificiales. La asociación puede estar en contacto con el *Phragmitetum australis* típica de los hábitats de sucesión temprana con sustrato mineral en el fondo y generalmente desaparece a medida que se acumula el sedimento orgánico.

3. **Typhetum latifoliae** Nowinski 1930

Comunidad monoespecífica. Su presencia es ocasional en el Alto Valle (Jocou *et al.*, 2018) en pequeños rodales de hasta 70 % de

cobertura con profundidades de agua de 15 a 20 cm. *Typha latifolia* es la especie dominante y diagnóstica de esta comunidad presente en lugares fangosos, aguas turbias, pH ligeramente alcalino, moderadamente ricas en iones bicarbonato y ricas en nitrógeno inorgánico y fósforo. Se observó en varias oportunidades que *Phragmites australis* se encuentra lindante a la comunidad.

En el área investigada, las comunidades de *Typha angustifolia* y *T. latifolia* son estructural y ecológicamente muy similares. La diferencia radica en que *T. latifolia* se asocia, a diferencia de *T. angustifolia*, a mayores concentraciones de nitrógeno y fósforo orgánico en desagües claramente eutróficos. En el Alto Valle ambas especies se excluyen entre sí, nunca se observó que coexistan juntas en un sitio determinado. *Typha latifolia* prefiere lugares inundados someros la mayor parte del año, suelos ligeramente neutros a básicos y ricos en nutrientes, mientras que *T. angustifolia* es preferente de aguas oligotróficas más profundas y en diferentes tipos de sustratos.

4. *Typhetum domingensis* Brullo et al. 1994

Esta asociación está dominada por *Typha domingensis*, helófito de gran tamaño con distribución pantropical. Es común confundirla a campo con *Typha angustifolia*, por lo que es necesario realizar la diferenciación taxonómica en gabinete.

Asociación pobre en especies en su estado de madurez; sin embargo, al principio de temporada de crecimiento la diversidad es mayor. Recientemente se indicó la presencia de *Epilobium hirsutum* (Jocou & Gandullo, 2018), como acompañante de esta asociación. Se desarrolla sobre suelos fangosos compactos, ligeramente salinos, ricos en materia orgánica, generalmente con sedimentos orgánicos con variable mineralización, que se presentan inundados y sometidos a sequía frecuente durante una época del año. Es considerado como un vicariante termófilo de *Typhetum angustifoliae* (Landucci, 2013). Se ubican por lo general en canales y desagües. Los totorales dominados por *Typha domingensis* están bastante difundidos en el Alto Valle debido a su adaptación a la contaminación acuática, la sequía y la salinización, suele desplazar frecuentemente a la asociación *Typhetum angustifoliae* cuando entra en competencia con la misma. Esto se refuerza con

los estudios de Mufarrege (2012) en *T. domingensis* quien demostró que la especie presenta una alta eficiencia en la retención de metales y nutrientes y una elevada tolerancia a las condiciones de los efluentes tratados debido a su capacidad de adaptación fisiológica y morfológica.

5. *Typhetum subulatae* ass. nov. (Tabla 1, Orden X y Tabla 5)

Typus nomenclatorius associationis: Tabla 5, inv. 89

Diagnosis. De todas las comunidades de *Typha* es la menos difundida en el Alto Valle; fue descrita por primera vez por Fernández et al. (2018), restringida a desagües con escaso movimiento de agua, una profundidad entre 15-50 cm, con agua transparente o levemente turbia, con porcentajes de cobertura de hasta el 85%. Estructuralmente es similar a las otras asociaciones de *Typha*, por lo que el diagnóstico debe realizarse principalmente a través de la determinación taxonómica. Especie característica: *Typha subulata*.

6. *Iridetum pseudacori* Egger 1933

Esta asociación descrita para Europa y considerada adventicia en argentina, está caracterizada por la hierba palustre perenne *Iris pseudacorus*, citada recientemente para Río Negro por Jocou et al. (2018). En la zona de estudio forma grandes matas cespitosas aisladas en el interior y bordes de los desagües totalmente anegados, de modo más o menos permanente por aguas de corriente baja a moderada. Al ser una especie de carácter ornamental (Cheers, 1999) puede considerarse que ha sido introducida con ese propósito, sin embargo, se ha escapado de cultivo y naturalizado (Jocou et al., 2018).

Si bien no la hemos incluido en el esquema sintaxonómico por no contar con suficientes relevamientos, no descartamos que la misma se pueda establecer en la región del Alto Valle.

La posición sintaxonómica de la comunidad de *Iris pseudacorus* varía entre autores. Se optó por incluirla en el orden Phragmitetalia australis, por la presencia de elementos florísticos propios del orden como los helófitos *Typha domingensis*, *Bolboschoenus maritimus* y la herbácea *Hydrocotyle ranunculoides*.

++ **Bolboschoenion maritimi** Rivas Martínez in Rivas Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980 nom. mut. Rivas Martínez & col. 2011

Tabla 5. *Typhetum subulatae* Gandullo R., Fernández C. y Jocu A. I. *Typos nomenclatorius associationis*: inventario 89 (Gandullo, Fernández y Jocu) Prov. de Río Negro: Gral. Roca, zona rural. 18-03-2017 Densidad de especies: 1 (rango:1-3). Referencias= Localidades, Ce: Cervantes; CS: Cinco Saltos; A: Allen; Ma: Mainqué; GR: General Roca. Valores de cobertura, +: (<1); 1: (1-10); 2: (11-25); 3: (26-50); 4: (51-75); 5: (>75).

Número de ordenamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Número de censo	115	89	93	269	50	62	63	275	280	68
Localidad	Ma	GR	Ce	Ma	CS	A	A	Ma	CS	A
Cobertura total %	95	85	85	80	70	70	70	65	60	30
Número de especies	3	1	1	1	1	2	2	1	1	2
<i>Typhetum subulatae</i>										
<i>Typha subulata</i>	5	5	5	5	4	4	4	4	3	2
<i>Schoenoplectus californicus</i> var. <i>californicus</i>	1	.	.	.	.	+	1	.	.	.
<i>Epilobium ciliatum</i> ssp. <i>ciliatum</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Juncus microcephalus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1

Subalianza que une las asociaciones junceiformes dulceacuícolas de aguas someras poco sensibles a la desecación.

1. *Bolboschoenetum maritimi* Br. Bl. 1931

Comunidad muy pobre florísticamente, dominada por *Bolboschoenus maritimus*, que se desarrolla sobre una gran variedad de suelos periódicamente inundados por aguas dulces, en ocasiones ricas en nutrientes.

Bolboschoenus maritimus demostró ser tolerante a la salinidad y crecer en desagües salinizados. En el Alto Valle de Río Negro, la asociación está escasamente representada y restringida a dos localidades. Presenta altas coberturas, entre 80% y 100%, y con plantas de altura media, hasta un metro.

* *Nasturtio officinalis* - *Glycerietalia fluitantis* Pignatti 1953

En este orden se incluyen comunidades dulceacuícolas de helófitos latifolios decumbentes o graminícolas y graminiformes, erguidos, flexibles o flotantes, de talla media o pequeña; propios de aguas estancadas y fluyentes, poco profundas, ricas en nutrientes nitrogenados, sometidas a desecaciones estivales por lo general prolongadas. Presenta distribución cosmopolita. Para el área de estudio, se reconoce la siguiente alianza con dos asociaciones y una comunidad.

+ *Apion nodiflori* Segal in Westhoff & den Held 1969

Vegetación palustre de ribera, representa las comunidades semisumergidas de márgenes de cursos de agua dulce permanentes, más o menos de corriente rápida y someras, desde mesotróficos a eutróficos. En algunos casos también puede colonizar las partes internas de los canales y desagües poco profundos y de corrientes lentas. Especies frecuentes: *Nasturtium officinalis* y *Veronica anagallis-aquatica*. Se optó por incluir las asociaciones y la comunidad encontradas en la presente alianza por las condiciones del biotopo característico donde crecen. Es plausible que esto se deba a una vicarianza de las sintaxa, cuyas especies involucradas son *Apium nodiflorum* y *A. graveolens*.

1. *Nasturtietum officinalis* (Seibert 1962) Oberd. et al. 1967

Asociación constituida por hierbas acuosas y tiernas, siempre verdes, dominadas por *Nasturtium officinale*, taxón frecuente en medios acuáticos, es rara en los lugares de encharcamiento temporal. Coloniza los bordes de cursos de agua dulce más o menos eutrofizados, poco profundos y semipermanentes, sobre sustratos arcillosos, limosos o incluso, fangosos. Se presenta ampliamente extendida en la mayor parte de los desagües de la zona con agua tranquilas o corrientes. Acompañan especies natantes como *Lemna gibba*, *Azolla filiculoides* y emergentes

como *Hydrocotyle ranunculoides*, *Ludwigia grandiflora* y *Typha domingensis*. Cabe destacar que la cenosistemática europea incluye la presente asociación en la alianza Glycerio - Sparganion Braun-Blanquet *et* Sissingh in Boer 1942, por el momento se considera más oportuno incluirla en la presente alianza por su afinidad florística, hasta que se amplíen los estudios de la misma.

2. *Hydrocotyletum ranunculoidis* Corbetta & Lorenzoni 1976

La especie dominante y diferencial de esta asociación es *Hydrocotyle ranunculoides*. Es preferente de ambientes eutrofizados en arroyos y desagües de aguas lóxicas, someras, de escaso movimiento y altamente contaminadas con materia orgánica, tanto de origen industrial como rural (Fernández *et al.*, 2018). También suele estar presente en suelos saturados no inundados, en los márgenes poco profundos de los desagües. Cuando baja el nivel del agua del desagüe las hojas se vuelven amarillas y mueren. Representa la transición entre las plantas acuáticas y las mesófitas. *H. ranunculoides* presenta raíces y rizomas dotados de abundante aerénquima como mecanismo de adaptación a la disminución en la disponibilidad de oxígeno bajo el agua.

Hydrocotyletum ranunculoidis fue descrito por Ramírez & Beck (1981) en lagunas altiplánicas de Bolivia. Según San Martín *et al.* (2001) es una asociación muy próxima a *Nasturtio - Hydrocotyletum ranunculoidis* y a *Hydrocotylo - Callitrichetum stagnalis* descrito por Barrera y Ramírez (1986) y caracterizada como una comunidad de aguas contaminadas con residuos domésticos (Finot y Ramírez, 1996). San Martín *et al.* (2001) sugieren una revisión, ya que al parecer existe mucha sinonimia de la misma comunidad.

3. Comunidad de *Ludwigia grandiflora* ssp. *hexapetala*

Vegetación helofítica perenne, caracterizada por *Ludwigia grandiflora* que presenta dimorfismo foliar (hojas natantes y aéreas), con estatus de nativa para nuestro país.

Ocupa amplio rango de hábitats desde las orillas de sectores fangosos con escaso escurrimiento hasta el centro del cuerpo de agua de los desagües. Tolerancia diferentes niveles de nutrientes, tipos de sustratos y calidad de aguas. Comunidad que reduce el pH del agua y produce una desoxigenación de la misma, por

la gran captación de oxígeno a través de sus raíces adventicias, lo que conduce a un daño negativo para la fauna, la reducción de la germinación y crecimiento de otras especies de plantas.

Su alta cobertura y biomasa es la causante de un aumento de sedimentos, de la reducción de la penetración de la luz, de la disminución de las escurrientías y de la alteración de la circulación de las aguas, factores que generan efectos negativos en la biodiversidad y en calidad del agua. Por el momento consideramos oportuno mantenerla en el rango de comunidad de *Ludwigia grandiflora* ssp. *hexapetala* hasta ampliar los estudios de la misma.

Consideraciones sintaxonómicas

La presente investigación contribuye al Prodomus sinsistemático argentino en el ordenamiento sintaxonómico de la vegetación acuática y se citan por primera vez cuatro (4) nuevas asociaciones, con una breve descripción ecológica, para los ambientes lóxicos artificiales de Argentina. Además, se destacan once (11) asociaciones con potencial bioindicador de eutrofización, establecidas en la red de drenaje del Alto Valle.

CONCLUSIONES

Se establecieron veintiocho categorías sintaxonómicas: tres clases, cinco ordenes, cinco alianzas, dos subalianzas y trece asociaciones para el sistema de drenaje del Alto Valle, ordenadas en función de tres hábitos de crecimiento: acuáticas flotantes, sumergidas y emergentes.

Las especies diferenciales de la vegetación acuática del Alto Valle son: *Azolla filiculoides*, *Lemna gibba*, *Stuckenia pectinata*, *Myriophyllum aquaticum*, *Elodea callitrichoides*, *Phragmites australis*, *Typha angustifolia*, *T. latifolia*, *T. domingensis*, *T. subulata*, *Bolboschoenus maritimus*, *Nasturtium officinale* y *Hydrocotyle ranunculoides*.

Se determinaron cuatro nuevas asociaciones vegetales acuáticas para la ciencia: *Azolletum filiculoidis*, *Azollo filiculoides - Lemnetum gibbae*, *Elodeetum callitrichoidis* y *Typhetum subulatae* incluidas en las clases **Lemnetea minoris**, **Potametea** y **Magnocari elatae - Phragmitetea australis** de acuerdo al esquema sintaxonómico planteado.

El 80% de las asociaciones poseen potencial bioindicador de eutrofización en el sistema de drenaje del Alto Valle de Río Negro.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Todos los autores han contribuido conjuntamente y en partes iguales tanto en la colecta de datos como en la redacción del manuscrito.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los revisores anónimos por sus valiosas sugerencias y comentarios enriquecedores sobre este artículo. El presente trabajo se financió con fondos del Proyecto PI A129 de la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional del Comahue.

BIBLIOGRAFÍA

- AKASAKA, M. & N. TAKAMURA. 2011. The relative importance of dispersal and the local environment for species richness in two aquatic plant growth forms. *Oikos* 120: 38-46.
<https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2010.18497.x>
- ALBA TERCEDOR, J. 1996. Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. *Actas del IV Simposio del agua en Andalucía (SIAGA)* 2: 203-213.
- ALCARAZ ARIZA, F. J. 2013. Fundamentos de la clasificación de la vegetación. Universidad de Murcia, España. Disponible en: <https://www.um.es/docencia/geobotanica/ficheros/tema10.pdf> [Consulta: 15 mayo 2019].
- AROCENA, R. & N. MAZZEO. 1994. Aquatic macrophytes of an urban river in Uruguay: The relation to water quality. *Revista Biol. Trop.* 42: 723-728.
- AROCENA, R., D. FABIAN & J. CLEMENTE. 2000. Las causas naturales versus la contaminación orgánica como factores estructuradores del zoobentos en tres afluentes de una laguna costera. *Limnetica* 18: 99-113.
- AVENA, G. C., C. BLASI & A. SCOPPOLA. 1980. Indagini ecologiche e fitogeografiche sulle zone umide interne del Lazio. 1: Relazione sullo stato chimico-fisico delle acque e le comunità macrofitiche della Bonifica Pontina. *Ann. Bot. (Rome)* 39: 31-89.
- BALDONI, M. & E. BIONDI. 1993. La vegetazione del medio e basso corso del fiume Esino (Marche - Italia Centrale). *Stud. Bot.* 11: 209-257.
- BARRERA, J. & C. RAMÍREZ. 1986. Origen, características y aprovechamiento de los bañados del sur de Chile. *Versiones Abreviadas II Encuentro Científico sobre el Medio Ambiente Chileno, Talca*, 1: 52-56.
- BEZIC, C., A. DALL'ARMELLINA, F. HORNE, O. GAJARDO, L. AVILÉS & S. CAÑÓN. 2004. Distribución y abundancia de macrófitas sumergidas en el embalse de Casa de Piedra. *Pilquen* 6: 1-7.
- CASTRO GONZÁLEZ, V. 2015. Flora y vegetación de las lagunas y humedales del sector castellano-duriense en la provincia de León. Bases para su conservación y gestión sostenible. Tesis Doctoral. Departamento de Biodiversidad y Gestión Ambiental (Área de Botánica) Universidad de León. España.
- CESCHIN, S., V. ZUCCARELLO & G. CANEVA. 2010. Role of macrophyte communities as bioindicators of water quality: Application on the Tiber River basin (Italy). *Pl. Biosyst.* 144: 528-536.
<https://doi.org/10.1080/11263500903429221>
- CHEERS, G. 1999. *Botanica, the illustrated A-Z of over 10,000 garden plants and how to cultivate them*, 3ra ed. Könemann, Milsons Point.
- CONTICELLO, L., B. CERAZO & A. BUSTAMANTE. 2002. Dinámica de comunidades hidrófilas asociadas a canales de riego en el Alto Valle de Río Negro (Argentina). *Gayana, Bot.* 59: 13-20.
<https://doi.org/10.4067/S0717-66432002000100003>
- DIEKMANN, M. 2003. Species indicator values as an important tool in applied plant ecology—a review. *Basic Appl. Ecol.* 4: 493-506.
<https://doi.org/10.1078/1439-1791-00185>
- ELLENBERG, H. 1950. *Landwirtschaftliche Pflansensociologie. I. Unkraut-Gemeinschaften als Zeiger für Klima und Boden*. Eugen Ulmer, Stuttgart.
- ELLENBERG, H. 1974. Indicator values of vascular plants in Central Europe. *Scripta Geobot.* 9:1-17.
- ELLENBERG, H., H. E. WEBER, R. DULL, V. WIRTH, W. WERNER & D. PAULIBEN. 1992. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. *Scripta Geobot.* 18: 1-258.
- FERNÁNDEZ, C., A. I. JOCOU & R. GANDULLO. 2018. Vegetación acuática bioindicadora de eutrofización del Alto Valle de Río Negro (Argentina). *Ernstia* 28: 45-93.
- FERRERAS, C. & C. FIDALGO. 1999. *Biogeografía y Edafogeografía*. Síntesis, Madrid.

- FINOT, V. L. & C. RAMÍREZ. 1996. Fitosociología de la vegetación ruderal de la ciudad de Valdivia (X Región-Chile). 1. Vegetación nitrófila. Ediciones Universidad de Salamanca. *Stud. Bot.* 15: 159-170.
- GONZALÉZ LÓPEZ, C. A. 2005. Biodiversidad vegetal acuática de los humedales del río Chepu (Chiloé, Región de Los Lagos, Chile). Tesis de grado. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 113 pp.
- HRUŠKA, K. 1987. The role of natural nitrophilous vegetation in the evaluation of the quality of the environment. Strasbourg. *Coll. Phytosoc.* 15: 108-116.
- IBODA. Continuamente actualizado. Base de datos. Flora del cono Sur. Instituto de Botánica Darwinion. Buenos Aires, Argentina [online]. Disponible en: <http://www2.darwin.edu.ar>. [Acceso 15 agosto 2019].
- JOCOU, A. I., C. FERNÁNDEZ & R. GANDULLO, 2018. Macrófitas acuáticas vasculares del sistema de drenaje del Alto Valle de Río Negro, Patagonia (Argentina). *Revista del Museo de La Plata* 3: 296-308. <https://doi.org/10.24215/25456377e060>
- JOCOU, A. I. & GANDULLO, R. 2018. Primer registro de *Epilobium hirsutum* (Onagraceae) para la flora Argentina. *Darwiniana, n.s.* 6: 99-107. <https://doi.org/10.14522/darwiniana.2018.61.784>
- KNAPP, R. 1984. Considerations on quantitative parameters and qualitative attributes in vegetation and phytosociological relevés. In: KNAPP, R. (ed.), *Sampling methods and taxon analysis in vegetation science*, pp. 77-100. Dr. W. Junk Publisher, La Haya.
- KOLLMANN, J. & A. FISCHER. 2003. Vegetation as indicator for habitat quality. *Basic Appl. Ecol.* 4: 489-491. <https://doi.org/10.1078/1439-1791-00209>
- LANDOLT, E. 1980. Key to the determination of taxa within the family of Lemnaceae. *Veröff. Geobot. Inst. E. T. H. Stiftung Rübel* Zürich. 70: 13-21
- LANDOLT, E. 1996. *Flora Fanerogámica Argentina. Lemnaceae*. ProFlora CONICET, Argentina.
- LANDOLT, E. 1999. Pleustonic communities with Lemnaceae in South America. *Appl. Veg. Sci.* 2: 7-16. <https://doi.org/10.2307/1478876>
- LANDUCCI, F., D. GIGANTE & R. VENANZONI. 2011. An application of the Cocktail method for the classification of the hydrophytic vegetation at Lake Trasimeno (Central Italy). *Fitosociologia* 48: 3-22.
- LANDUCCI, F. 2013. Wetland vegetation of the class Phragmito-Magnocaricetea in central Italy. *Phytocoenologia* 43: 67-100. <https://doi.org/10.1127/0340-269X/2013/0043-0545>
- LOZECO, C. V. 2014. Desarrollo de un esquema de gestión integrada para los colectores de drenaje de la ciudad de Cipolletti (Río Negro, Argentina). Tesis de Maestría. Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe, Argentina. 224 pp.
- MARTÍNEZ CARRETERO, E., A. M. FAGGI, J. L. FONTANA, P. ACEÑOLAZA, R. GANDULLO, M. CABIDO, D. IRIART, D. PRADO, F. A. ROIG & U. ESKUCHE. 2016. Prodrómus Sinsistemático de la República Argentina y una breve introducción a los estudios fitosociológicos. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 51: 469-549.
- MC CUNE, B. & M. J. MEFFORD. 1999. *"PCORD" Multivariate analysis of ecological data, version 4*. MJM Software design, Oregon.
- MOLINA, J. A. 1996. Sobre la vegetación de los humedales de la Península Ibérica (Phragmito-Magnocaricetea). *Lazaroa* 16: 27-88.
- MUFARREGE, M. M. 2012. Tolerancia y eficiencia de *Typha domingensis* Pers. en la retención de metales y nutrientes de efluentes industriales. Tesis para optar el grado de Dr. Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe, Argentina.
- MÜLLER-DOMBOIS, D. & H. ELLENBERG. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. John Wiley & Sons, New York.
- OVERDORFER, E. 1960. Pflanzensoziologische Studien in Chile: Ein Vergleich mit Europa. *Fl. Veg. Mundi* 2: 1-208
- ORLOCI, L. 1967. An agglomerative method for the classification of plant communities. *J. Ecol.* 55: 193-206. <https://doi.org/10.2307/2257725>
- PIGNATTI, S. 1953. Introduzione allo studio fitosociologico della pianura veneta orientale. *Atti Ist. Bot. Univ. Lab. Critt. Pavia* 11: 92-258.
- RAMÍREZ, C. & S. BECK. 1981. Makrophytische Vegetation und Flora in Gewässern der Umgebung von La Paz, Bolivien. *Arch. Hydrobiol.* 91: 82-100.
- RAMÍREZ, C. & J. SAN MARTÍN. 1984. Hydrophyllous vegetation of a coastal lagoon in Central Chile. *Int. J. Ecol. Environm. Sci.* 10: 93-100.
- RAMÍREZ, C., J. SAN MARTÍN, C. SAN MARTÍN & D. CONTRERAS. 1987. Estudio florístico y vegetacional de la laguna El Peral, Quinta Región de Chile. *Rev. Geogr. Valpsol.* 18: 105-120.
- RAMÍREZ, C., C. SAN MARTÍN & J. SAN MARTÍN. 2004. Colmatación por macrófitas del complejo lacustre Vichuquén (VII Región, Chile) y clave de determinación. *Revista Geográfica de Chile Terra Australis* 49: 179-196.



R. Gandullo *et al.* - Sintaxonomía de las comunidades de plantas vasculares

- RAMÍREZ, C. & C. SAN MARTÍN. 2006. Diversidad Macrofitas chilenas. En: Vila, I., A. Veloso, R. Schlatter, C. Ramírez (eds.), *Macrófitas y vertebrados de los sistemas límnicos de Chile*, pp. 21-72. Ed. Universitaria, Santiago de Chile.
- RAMÍREZ, C. & M. ÁLVAREZ. 2012. Flora y vegetación hidrófila de los humedales costeros de Chile. En: Fariña, J. M. & A. Camaño (eds.), *Humedales costeros de Chile: Aportes científicos a su gestión sustentable*, pp. 101-145. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile.
- RAMÍREZ, C., J. M. FARIÑA, A. CAMAÑO, D. CONTRERAS, C. SAN MARTÍN, J. VARAS, O. VIDAL & Y. PÉREZ. 2014. Estructura y clasificación de la vegetación actual y potencial del humedal "Ciénagas del Name" en Chile Central: Un estudio de la oferta de hábitats. *Chilean J. Agric. Anim. Sci.* 30: 29-44.
- RIVAS MARTÍNEZ, S. 1975. Datos ecológicos sobre la vegetación acuática continental. *Anal. Inst. Bot. Cavanilles* 32: 199-205.
- RIVAS MARTÍNEZ, S. 1987. *Memoria del mapa de series de vegetación de España*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.
- RIVAS MARTÍNEZ, S. 1995. Clasificación bioclimática de la Tierra (Bioclimatic Classification System of the World). *Folia Bot. Matritensis* 16: 1-25
- RIVAS MARTÍNEZ, S., T. DÍAZ, F. FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, J. IZCO, J. LOIDI, M. LOUSÁ & A. PENAS. 2002. Vascular Plant Communities of Spain and Portugal. *Itin. Geobot.* 15: 5-432.
- RODWELL, J. S. 1991. *British plant communities, vol. 2: Mires and heaths*. Cambridge University Press, Cambridge.
- RODWELL, J. S. 1995. *British plant communities, vol. 4: Aquatic communities, swamps and tall-herb Fens*. Cambridge University Press, Cambridge.
- ROIG, F. A. 1973. El cuadro fitosociológico en el estudio de la vegetación. *Deserta.* 4: 45-67.
- SAN MARTÍN, C., R. MEDINA, P. OJEDA & C. RAMÍREZ. 1993. La biodiversidad vegetal del Santuario de la Naturaleza "Río Cruces" (Valdivia, Chile). *Acta Bot. Malac.* 18: 259-279.
- SAN MARTÍN, C., C. RAMÍREZ & M. VERDUGO. 1998. Sinecología de las praderas húmedas de junquillo en el centro-sur de Chile. *Anales de la Sociedad Chilena de Ciencias Geográficas* 1: 87-94.
- SAN MARTÍN, C., C. RAMÍREZ, J. SAN MARTÍN & R. VILLASEÑOR. 2001. Flora y vegetación del estero Reñaca (V Región, Chile). *Gayana, Bot.* 58: 31-46. <https://doi.org/10.4067/S0717-66432001000100004>
- SAN MARTÍN, C., C. RAMÍREZ & M. ÁLVAREZ. 2003. Macrófitos como bioindicadores para caracterizar ambientes dulceacuícolas. *Rev. Geogr. Valpo.* 34: 243-253.
- SCOPPOLA, A. 1982. Considerations nouvelles sur les végétations des Lemnetae minoris (R. Tx. 1955) em. A. Schwabe et R. Tx. 1981 et contribution a l'étude de cette classe en Italie centrale. *Doc. Phytosoc.* 6: 1-130.
- SCULTHORPE, C. D. 1967. *The Biology of Aquatic Vascular Plants*. St. Martin's, New York
- ŠTĚPÁNKOVÁ J., CHRTEK J. & Z. KAPLAN. 2010. *Lemna minor* L. – okřehek menší. In: Štěpánková J., Chrtek J., Kaplan Z. (eds), *Květena České republiky*, pp. 289-290. Academia, Praha.
- ŠUMBEROVÁ, K. 2011. Vegetace volněplovoucích vodních rostlin (Lemnetae), Vegetation of free-floating aquatic plants. In: CHYTRÝ, M. (ed.), *Vegetation of the Czech Republic 3, Aquatic and wetland vegetation*, pp. 43-99. Academia, Praha.
- ŠUMBEROVÁ, K., P. HÁJKOVÁ, M. CHYTRÝ, Z. HROUDOVÁ, J. SÁDLO, M. HÁJEK, R. HRIVNÁK, J. NAVRÁTILOVA, P. HANÁKOVÁ, L. EKRT & E. EKRTOVÁ. 2011. Vegetace rákosin a vysokých ostřic (Phragmito-Magno-Caricetea). Marchland vegetation. In: Chytrý M. (ed.), *Vegetace České republiky 3. Vodní a mokřadní vegetace*, pp. 385-580. Academia, Praha.
- VENANZONI, R. & D. GIGANTE. 2000. Contributo alla conoscenza della vegetazione degli ambienti umidi dell'Umbria. *Fitosociologia* 37: 13-63.
- VENANZONI, R., D. GIGANTE, L. MONTAGNOLI & M. FRATTEGANI. 2006. *Habitat e specie della Direttiva 92/43/CEE ed altri aspetti di rilevanza naturalistica al Lago Trasimeno*. AP&elle, Perugia.
- WARD, J. H. 1963. Hierarchical grouping to optimize an objective function. *J. Am. Statist. Ass.* 58: 236-244. <https://doi.org/10.1080/01621459.1963.10500845>
- WEBER, H. E., J. MORAVEC & J. P. THEURILLAT. 2000. International Code of Phytosociological Nomenclature. *J. Veg. Sci.* 11: 739-768. <https://doi.org/10.2307/3236580>



CLARIFICACIÓN Y EPITIPIFICACIÓN DE *TAGETES ILTISIANA* (ASTERACEAE, TAGETEAE)

CLARIFICATION AND EPITYPIIFICATION OF *TAGETES ILTISIANA* (ASTERACEAE, TAGETEAE)

Dario J. Schiavinato^{1,2,*}  y Adriana Bartoli¹ 


1. Cátedra de Botánica Sistemática,
Facultad de Agronomía,
Universidad de Buenos Aires, Av.
San Martín 4453, 1417, Buenos
Aires, Argentina

2. Consejo Nacional de
Investigaciones Científicas y
Técnicas (CONICET)

*schiavi@agro.uba.ar

Citar este artículo

SCHIAVINATO, D. J. & A. BARTOLI.
2019. Clarificación y Epitipificación
de *Tagetes iltisiana* (Asteraceae,
Tageteae). *Bol. Soc. Argent. Bot.*
54: 589-598.


 DOI: <http://dx.doi.org/10.31055/1851.2372.v54.n4.24954>



Recibido: 15 Julio 2019

Aceptado: 23 Septiembre 2019

Publicado: 15 Diciembre 2019

Editor: Franco Ezequiel Chiarini 

ISSN versión impresa 0373-580X

ISSN versión on-line 1851-2372

SUMMARY

Background and aims: *Tagetes* is an American genus that includes 50-55 species of annual and perennial, strongly aromatic herbs. As part of the integral revision of the genus, in this work we study morphology and distribution of *T. iltisiana*, an annual Bolivian species with a dubious taxonomic position, occasionally included in the synonymy of *Tagetes laxa*, an annual species that inhabits northwestern Argentina.

M&M: We analyzed common herbarium specimens and we conducted field observations in Jujuy, Salta and Tucumán provinces, keeping reference vouchers at Gaspar Suarez Herbarium (BAA). Then, we compared these materials with the protologues and type specimens of *Tagetes iltisiana* y *Tagetes laxa*.

Results: Numerous important morphological characters were detected to differentiate both entities. An epitype of *Tagetes iltisiana* is designated. A revised morphological description of *Tagetes iltisiana* is presented. An illustration of *Tagetes iltisiana* is presented for the first time. A key to differentiate the annual species of *Tagetes* that inhabit north-west Argentina and Bolivia is provided.

Conclusions: The synonymy of *Tagetes iltisiana* within *Tagetes laxa* is rejected, identifying them as two different species. The presence of *Tagetes iltisiana* in Argentina is reported for the first time, bringing the number of Argentinian species of this genus to 15.

KEY WORDS

Asteraceae, epitype, *Tagetes*, taxonomy.

RESUMEN

Introducción y objetivos: *Tagetes* es un género americano que incluye 50-55 especies de hierbas anuales o perennes, fuertemente aromáticas. Como parte de la revisión integral del género, en el presente trabajo se estudió la morfología y distribución de *Tagetes iltisiana*, una especie boliviana anual muy poco conocida y con una posición taxonómica dudosa, ubicada ocasionalmente bajo la sinonimia de *Tagetes laxa*, una especie anual que habita en el noroeste argentino.

M&M: Se analizaron ejemplares comunes de herbario y se realizaron observaciones a campo en las provincias de Jujuy, Salta y Tucumán, conservándose ejemplares de referencia en el herbario Gaspar Suarez (BAA). Estos materiales fueron posteriormente comparados con los materiales originales y protólogos de *Tagetes iltisiana* y *Tagetes laxa*.

Resultados: Se detectaron numerosos caracteres diagnóstico de importancia para diferenciar ambas entidades. Se designa un epitipo para *Tagetes iltisiana*, se presenta una descripción morfológica ampliada para esta especie y se presenta una ilustración por primera vez. Se presenta una clave para diferenciar las especies anuales de *Tagetes* que crecen en el Noroeste Argentino y Bolivia.

Conclusiones: Se rechaza la sinonimia de *Tagetes iltisiana* con *Tagetes laxa*, identificándolas como dos entidades diferentes. Se registra por primera vez la presencia de *Tagetes iltisiana* en Argentina, elevando el número de especies de este género a 15 en dicho país.

PALABRAS CLAVE

Asteraceae, epitipo, *Tagetes*, taxonomía.

INTRODUCCIÓN

Tagetes L. (1753: 887) incluye ca. 50-55 especies distribuidas desde el suroeste de los Estados Unidos hasta el centro de Chile y el norte de la Patagonia Argentina (Neher, 1966; Schiavinato *et al.* 2017). El género comprende plantas anuales o perennes, fuertemente aromáticas, siendo sus principales características la presencia de hojas con láminas generalmente pinnatisectas, involucro de filarios fusionados en una sola serie y papus conformado por aristas o escamas de diversos tamaños y formas (Schiavinato & Bartoli, 2018).

Tagetes laxa Cabrera (1937: 189) fue descrita originalmente como una hierba anual para la provincia de Tucumán, Argentina. Posteriormente, su distribución fue ampliada a las provincias de Jujuy, Salta y Catamarca, en laderas húmedas entre los 2000–4000 m (Cabrera, 1978; Ariza Espinar, 1997; Gutierrez & Stampacchio, 2015).

Tagetes iltisiana H.Rob. (1973: 378) fue descrita como una hierba anual para el departamento de Cochabamba, Bolivia. El holotipo de *T. iltisiana* fue coleccionado en 1968, y las colecciones posteriores fueron muy escasas. En su tesis doctoral, Soule (1993) incluyó a *T. iltisiana* en la sinonimia de *T. laxa*, pero dicho trabajo nunca fue válidamente publicado. La misma autora colocó en 1995 un determinavit en el holotipo de *T. iltisiana*, identificándolo como *T. laxa*.

Hasta la fecha, no hay ningún estudio taxonómico que incluya ambas especies. Los últimos tratamientos del género *Tagetes* para Argentina (Ariza Espinar, 1997; Gutierrez & Stampacchio, 2015) no incluyen a *T. iltisiana*. Por otro lado, en un listado preliminar de plantas vasculares para Bolivia, Hind (2011) reconoció provisoriamente a *T. iltisiana* como una especie válida pero con dudas sobre su sinonimia con *T. laxa*. Los últimos listados de plantas bolivianas (Robinson, 2014; Ulloa Ulloa *et al.*, 2017) reconocen a ambas como especies de la flora de dicho país.

Como parte de la revisión (en progreso) de las especies sudamericanas de *Tagetes*, se hallaron ejemplares de herbario coleccionados en el noroeste Argentino y determinados bajo *T. laxa* que no parecían estar asociados a la descripción original ni al material tipo de este taxón. Esto motivó un viaje de colección a las provincias de Jujuy, Salta y Tucumán, con el propósito de estudiar estos

individuos en su hábitat natural. Las observaciones a campo permitieron corroborar que estos ejemplares correspondían a una entidad diferente de *T. laxa*. El estudio del protólogo y material original de *Tagetes iltisiana* y el posterior cruzamiento de la información obtenida con los ejemplares hallados a campo permitieron concluir que los mismos correspondían a este nombre, rechazando así la sinonimia de *T. iltisiana* con *T. laxa*.

En el presente trabajo, se amplía la descripción de *Tagetes iltisiana* y se designa un epitipo para dicho nombre. Se amplía la distribución de *T. iltisiana*, incorporando a esta especie a la Flora Argentina. Asimismo, se presenta por primera vez una ilustración para esta especie. Finalmente, se provee una clave dicotómica para diferenciar esta especie de las demás especies anuales de *Tagetes* que habitan Bolivia y el noroeste Argentino: *T. filifolia* Lag. (1816: 28), *T. imbricata* Schiavinato & Adr.Bartoli (2019: 277), *T. laxa*, *T. minuta* L. (1753: 887), *T. multiflora* Kunth (1818: 154), *T. praetermissa* (Strother 1968: 343) H.Rob. (1973: 380), y *T. terniflora* Kunth (1818: 154).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizaron especímenes comunes de herbario conservados en las siguientes instituciones: BAA, CORD, LIL, LP, MCNS, SI y US (Thiers, 2019). Se realizaron observaciones a campo en las provincias de Jujuy, Salta y Tucumán, conservándose ejemplares de referencia en el herbario Gaspar Suarez (BAA). Se analizaron los protólogos y ejemplares tipo de *Tagetes iltisiana* y *Tagetes laxa*.

Para la descripción de *T. iltisiana* se emplearon los siguientes caracteres morfológicos: hábito, hojas, capítulos, filarios, flores y aquenios.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Delimitación de Tagetes laxa

El análisis morfológico de ejemplares comunes de herbario, determinados previamente bajo *Tagetes laxa*, permitió reconocer dos entidades claramente delimitadas. Si bien los ejemplares secos pueden presentar similitudes en cuanto a su aspecto general (plantas anuales con hojas pinnatisectas, con capitulescencias corimbiformes laxas y papus

formado por pocos elementos paleáceos), un estudio detallado de hojas, involucros y flores permitió postular la existencia de dos entidades bien definidas: una de ellas comprendía ejemplares con hojas concoloras, involucros 5–7-lobados y corola de las flores marginales con limbo oblongo u orbicular, mientras que la otra se caracterizaba por presentar ejemplares con hojas discoloras, involucros 3-lobados (raramente 4-lobados) y corola de las flores marginales con limbo oblato. Estos caracteres morfológicos fueron posteriormente observados a campo, confirmando su valor taxonómico para diferenciar ambas entidades.

El estudio del protólogo y material original de *T. laxa*, y su posterior comparación con los ejemplares

comunes de herbario y los especímenes hallados a campo, reveló que la primera entidad delimitada (hojas concoloras, involucros 5–7-lobados y limbo oblongo u orbicular) se incluía inequívocamente dentro de la circunscripción del mencionado taxón (Fig. 1). Por el contrario, la segunda entidad definida a partir de la observación del material coleccionado (hojas discoloras, involucros 3-lobados y limbo oblato) no parecía estar asociada a *T. laxa* ni a ninguna de las demás especies del género previamente citadas para la Flora Argentina.

Clarificación de *Tagetes iltisiana*

Al continuar con el estudio de las especies de *Tagetes* descritas para Bolivia, se hallaron



Fig. 1. *Tagetes laxa*. A: Planta. B-C: Capítulos.

coincidencias entre el material examinado y la descripción original de *Tagetes iltisiana*, en la cual se destaca el involucro 3-lobado como un carácter de valor para distinguir dicho taxón de sus congéneres. Sin embargo, algunos caracteres mencionados en la descripción original diferían notablemente de lo observado a campo. Ante la falta de un tratamiento taxonómico previo que incluya a *T. iltisiana*, se realizó un estudio en detalle del protólogo y del material original, para confirmar si la segunda entidad mencionada correspondía a la circunscripción de este taxón y, en caso de ser afirmativo, poder delimitarlo correctamente.

La observación del material original de *T. iltisiana*, integrado solamente por el holotipo, reveló la existencia de caracteres que no fueron incluidos en su descripción original. Uno de ellos es la presencia de hojas discoloras, que también fue observado en la segunda entidad hallada a campo. Otros caracteres no mencionados en el protólogo que pudieron ser observados en el holotipo son la presencia de hojas alternas en la parte superior de las plantas y la presencia de tricomas cortos y escasos en la epidermis abaxial de algunas hojas.

Por otro lado, se detectaron algunos caracteres incluidos en la descripción original de *T. iltisiana* que no coincidían con el material original. Uno de ellos es el papus, que en el protólogo es descrito como 2–3-seriado, con elementos paleáceos escamiformes en la serie externa y elementos paleáceos aristiformes en la serie interna. La observación detallada de los aquenios hallados en el holotipo permitió verificar que, si bien los elementos paleáceos escamiformes parecen ubicarse hacia el exterior, éstos se originan realmente entre las bases de los elementos aristiformes, por lo que estructuralmente todos los elementos del papus se disponen en una única serie.

Finalmente, se detectaron caracteres mencionados en la descripción original que no pudieron ser contrastados en el holotipo debido a la insuficiencia de este material. Uno de ellos es el tamaño y forma del limbo de la corola de las flores marginales, que en el protólogo es descrito como orbicular y de 1 mm de diámetro, pero que no pudo ser observado en el holotipo debido a que el mismo no contaba con ninguna flor marginal completa. Una posible explicación para esta diferencia observada entre el protólogo de *T. iltisiana* y el material estudiado en herbarios y observado a campo, es que

la descripción original pudo haber sido realizada a partir de una flor marginal destruida o incompleta.

La comparación entre el holotipo y protólogo de *T. iltisiana* y el material común examinado, con las coincidencias halladas, permite postular que estos especímenes corresponden a una misma entidad. La misma, como se ha mencionado, puede ser diferenciada de *T. laxa* (Tabla 1) y de otras especies anuales de *Tagetes* que habitan la región en estudio, por lo que se concluye que la segunda entidad observada corresponde a la circunscripción de *T. iltisiana* (Fig. 2). Este hallazgo representa una nueva cita para la Flora Argentina, lo cual asciende el número de especies de *Tagetes* presentes en dicho país a 15.

Epitipificación de Tagetes iltisiana

El holotipo de *Tagetes iltisiana* se encuentra depositado en US (US 00124917, imagen disponible en <<http://n2t.net/ark:/65665/308e3c7a9-bbfc-401a-817f-943784800527>>). Este espécimen consta de un único individuo que presenta hojas deterioradas o incompletas y pocos capítulos, de los cuales solamente uno se encuentra abierto, con aquenios maduros y ninguna flor completa. Esta escasez de material vegetativo y reproductivo dificulta notoriamente la correcta identificación y caracterización de la especie, ya que no pueden apreciarse en este espécimen los caracteres diagnóstico mencionados en el apartado anterior. En el protólogo, Robinson (1973) menciona un isotipo en WIS, pero dicho espécimen nunca fue hallado

Tabla 1. Diferencias morfológicas entre *T. iltisiana* y *T. laxa*.

Carácter	<i>T. laxa</i>	<i>T. iltisiana</i>
Coloración de las hojas	Concoloras, verdes en ambas superficies	Discoloras, verde claro en epidermis abaxial y verde oscuro en epidermis adaxial
Número de filarios por involucro	5–7	3(–4)
Forma y ancho del limbo de las flores marginales	Oblongo-orbicular, 0,6–1,3 mm de ancho	Oblato, 2,5–3,0 mm de ancho



Fig. 2. *Tagetes iltisiana*. **A:** Hábitat. **B:** Planta (señalada por la flecha). **C-D:** Capítulos.

(Kenneth Cameron, com. pers.). Por otro lado, el ejemplar *Cárdenas 4792* citado en el protólogo como material adicional no puede ser considerado material original de *T. iltisiana*, ya que el propio autor del nombre lo excluye explícitamente de la circunscripción de dicho taxón, debido a las diferencias encontradas en cuanto a la morfología del involucre y papus.

La información incompleta que proporciona el holotipo de *T. iltisiana* ha causado que numerosos especímenes coleccionados en Bolivia y Argentina no hayan podido ser identificados bajo este nombre, sino que fueron erróneamente determinados como otras especies de *Tagetes* con hábito similar (e.g. *T. laxa*, *T. minuta*, *T. terniflora*). De hecho, el ejemplar *Burkart & Troncoso 11569*, citado

en este trabajo como *T. iltisiana*, fue designado paratipo de *T. cabrerae* M.Ferraro (1955: 38), nombre incluido actualmente en la sinonimia de *T. terniflora* (Ariza Espinar 1967, Gutiérrez & Stampacchio 2015). Posteriormente, el mismo ejemplar fue incluido en la exsiccata de *T. laxa* por Cabrera (1978), lo cual probablemente haya llevado a dicho autor a considerar en ese trabajo a esta última como una especie polimórfica, variable en el tamaño de las plantas y sus hojas.

Para la correcta aplicación del nombre, se designa un epitipo para *T. iltisiana* (Fig. 3), acorde al Código de Shenzhen, Art. 9 (Turland *et al.* 2018). Este espécimen, depositado en BAA (BAA 00004840), fue coleccionado por el primer autor en la localidad jujeña de Volcán (23° 55,295' S 65° 28,126' W). A partir de la designación de este espécimen como tipo, se propone una descripción morfológica ampliada para *T. iltisiana*, que incluya caracteres que fueron omitidos en la descripción original, como también aquellos incorrectos que resulta necesario enmendar.

Tratamiento taxonómico

Tagetes iltisiana H.Rob., *Phytologia* 26: 378. 1973. TIPO: BOLIVIA. Dpto. Cochabamba: Prov. Cercado, Cervecería Colón, 2 km N de Cochabamba, 2700 m, 3-IV-1963, D. Ugent 4598 (Holotipo, US 00124917!). Epitipo (aquí designado!):—ARGENTINA. Prov. Jujuy: Dpto. Tumbaya, Volcán, 2105 m, 23° 55'21,2''S, 65° 28'18,0''W, 13-III-2019, D. Schiavinato & M. Anzuinelli 15/2019 (BAA 00004840!, duplicados BA!, BAA!, BAB!, CORD!, LIL!, LP!, MCNS!, MERL!, SI!) (Fig. 3).

Plantas anuales, (10–)20–40(–50) cm de altura, aromáticas. Tallos erectos o declinados, desnudos en la base y ramificados en la parte superior, estriados, glabros. Hojas herbáceas, opuestas inferiormente, las superiores alternas, subsésiles o cortamente pecioladas, láminas (2–)5–9(–12) × (1–)3–4(–5) cm, elípticas, pinnatisectas, divididas en 9–19 lóbulos, lóbulos (5–)15–25(–30) × (1–)2–4(–8) mm, ovados, aserrados, glándulas pelúcidas ovado-circulares, ubicadas en los márgenes, epidermis abaxial verde claro, glabra o con tricomas cortos escasos, epidermis adaxial verde oscuro, glabra. Capítulos radiados, heterógamos, agrupados en inflorescencias

corimbiformes terminales (excepcionalmente solitarios en ejemplares precoces), laxas, cuyas ramas terminan en 2–3 capítulos, pedúnculos de 1–3 cm de longitud. Involucros 8–14 × 3–4 mm, subfusiformes o cilíndricos, verde oscuros en la parte proximal y purpúreos en la distal. Filarios 3 (ocasionalmente 4), en una sola serie, connados en su totalidad excepto el ápice, oblongos, glabros, cubiertos de glándulas lineares de 1–1,75 mm de longitud, las superiores elíptico-circulares, de 0,25 mm diámetro, ápice de los filarios triangular, 0,75–2 × 1–3 mm, obtuso, pubescente en el margen, mútico o con un mucrón apical de ca. 0,25 mm. Receptáculo plano o ligeramente convexo, desnudo. Flores marginales (1–)3, pistiladas, corolas blanco-amarillentas, tipo radio verdadero, tubos de 3–4,5 mm de longitud, pubescentes; limbo 1,8–2,0 × 2,5–3,0 mm, oblato, ápice indiviso o apenas 2–3-lobado, glabro; ramas estilares 0,4–0,8 mm de longitud, lineares, ápice obtuso, papiloso. Flores del disco 3–6, perfectas, corolas (3–)4,5–6,25 mm de longitud, tubulosas, amarillas, pubescentes, lóbulos 5, 0,50–1,25 mm de largo, pubescentes en el lado adaxial. Anteras 5, 0,8–1 × 0,2–0,3 mm, redondeadas en la base, apéndice conectival 0,30–0,60 × 0,15–0,20 mm, triangular, ápice obtuso; collar anteral 0,4–0,6 × 0,10–0,15 mm, cilíndrico o subfusiforme; ramas estilares 0,75–1 mm de longitud, lineares, apéndice apical ca. 0,25 mm de longitud, cónico, obtuso, papiloso. Aquenios 6–9 × 0,75–1 mm, subfusiformes, pubescentes en toda su superficie, negros en la madurez. Pappus formado por (8–)10(–11) elementos paleáceos desiguales en una sola serie, 1–4 aristiformes, 3–6 mm de longitud, subulados, con margen escabroso, y los restantes escamiformes, 0,75–2 mm de longitud, con ápice setoso o fimbriado (Fig. 4).

Hábitat y distribución. *Tagetes iltisiana* habita áreas montañosas en Bolivia (Departamentos Cochabamba y La Paz) y el noroeste de Argentina (Provincias Salta y Jujuy), en la provincia fitogeográfica Prepuna (Cabrera & Willink, 1980). Crece sobre laderas húmedas y bordes de caminos, hallada hasta el momento entre 1600 y 3100 metros sobre el nivel del mar.

Fenología. El período de floración es entre febrero y abril.

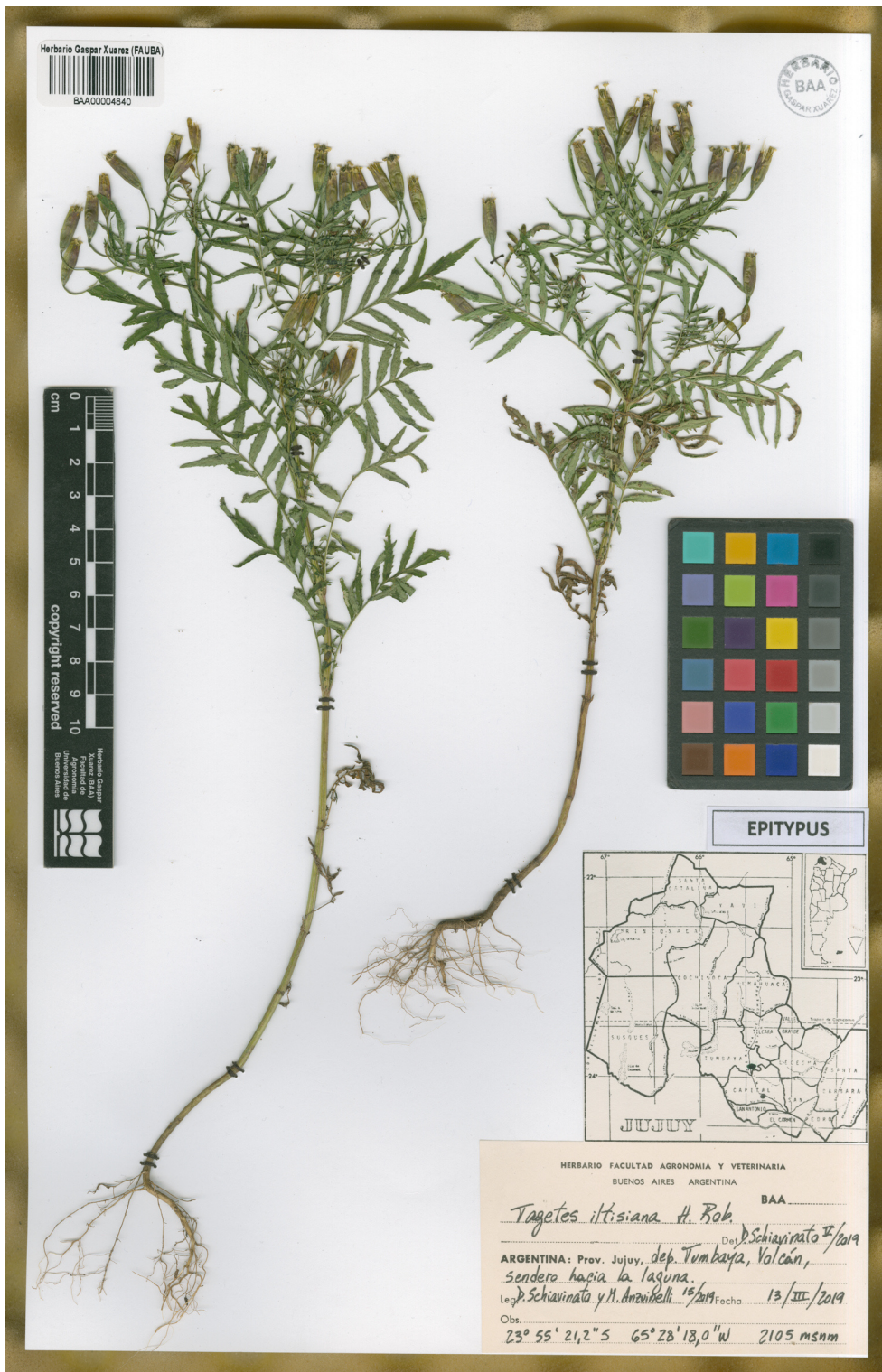


Fig. 3. Epitipo de *Tagetes iltisiana* (BAA).

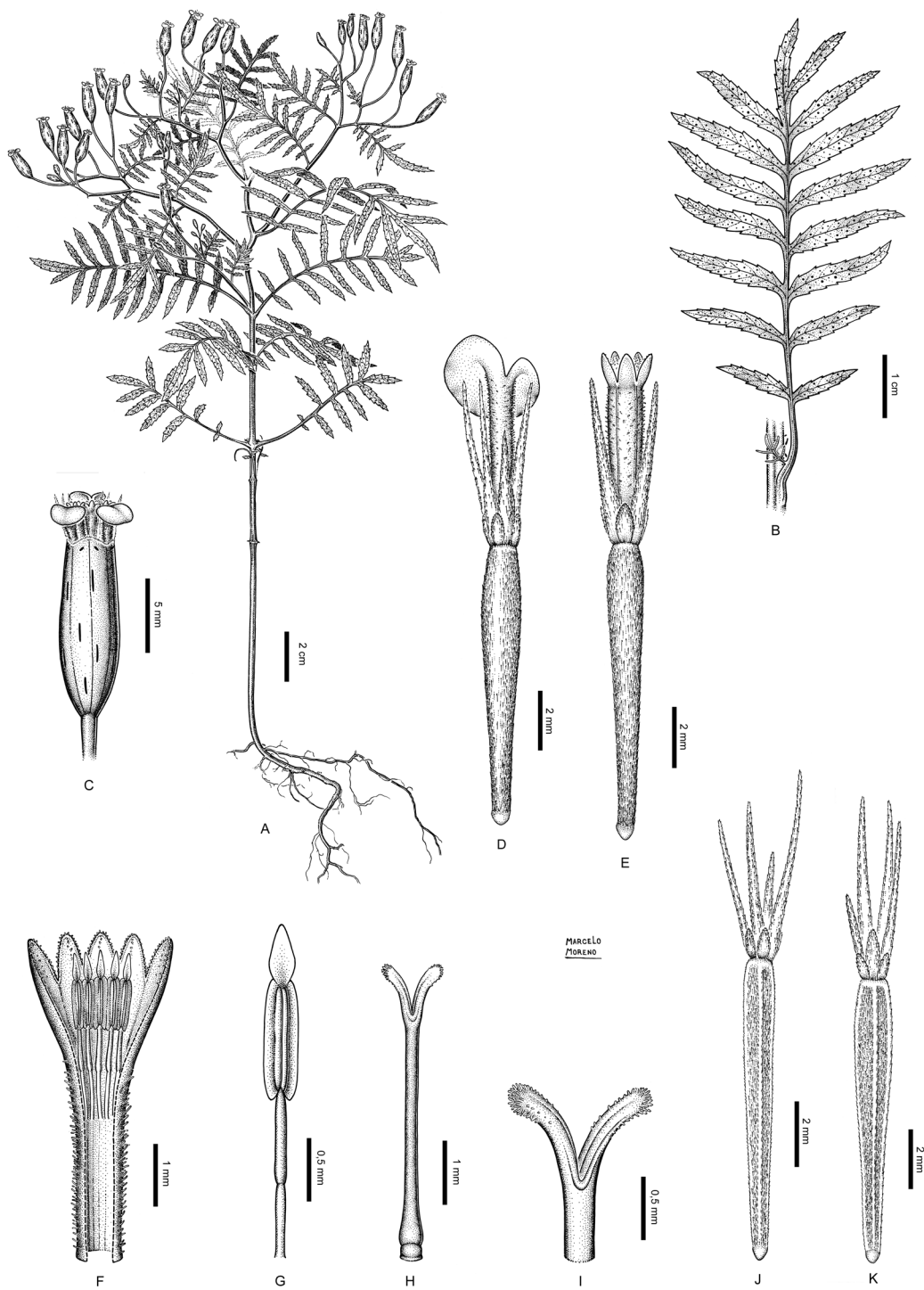


Fig. 4. *Tagetes iltisiana*. **A:** Planta. **B:** Hoja. **C:** Capítulo. **D:** Flor marginal. **E:** Flor del disco. **F:** Corola y androceo. **G:** Estambre. **H:** Estilo. **I:** Estigma. **J-K:** Aquenios. Escalas= A: 2 cm; B: 1 cm; C: 5 mm; D-E: 2 mm; F: 1 mm; G: 0,5 mm; H: 1 mm; I: 0,5 mm; J-K: 2 mm. Dibujado por M. Moreno (D. Schiavinato & M. Anzuinelli 15/2019, BAA00004840).

Etimología. El epíteto específico *iltisiana* es en honor al Dr. Hugh Iltis (1925-2016), profesor de Botánica y director del Herbario de la Universidad de Wisconsin (Robinson, 1973; Cochrane, 2017).

Ejemplares adicionales examinados

Tagetes iltisiana

ARGENTINA. Prov. Jujuy: *Dpto. Valle Grande*, Santa Ana, 3100 m, 28-II-1940, *A. Burkart & N. Troncoso* 11569 (SI 017188). Prov. Salta: *Dpto. Rosario de Lerma*, Campo Quijano, 14-III-1945, *D. Abbiatti & L. Claps* 478 (LIL 158783), Viaducto El Toro, 1600 m, 10-IV-1998, *A. de Del Castillo* 1178 (MCNS 004323). BOLIVIA. *Dpto. Cochabamba*: *Prov. Cercado*, Cochabamba, 2550 m, III-1939, *P. Musch* 78 (SI 131716). *Dpto. La Paz*: *Prov. Larecaja*, debajo de Sorata, en camino a San Pedro, punto estrecho del valle de San Cristóbal en la boca del río Ilabaya, a 20 m del río, 2540 m, 14-IV-1985, *T. Feuerer* 22302a (US 01808755).

Tagetes laxa

ARGENTINA. Prov. Salta: *Dpto. Chicoana*, Cuesta del Obispo, Quebrada de Lapacheta, 2880 m, 19-III-1972, *A. Krapovickas et al.* 22043 (BAA, LP, US), Ruta Provincial 33 km 50, a 8 km al W de El Maray, 2250 m, 21-III-1997, *J. R. De la Fuente et al.* 10888 (CORD), Ruta Provincial 33 km 50, 2783 m, 25° 10,261'S 65° 49,751'W, 12-III-2019, *D. Schiavinato & M. Anzuinelli* 12/2019 (BAA). *Prov. Tucumán*: *Dpto. Tafí del Valle*, Ruta Provincial 307, El Infiernillo, 2919 m, 26° 43,035'S 65° 47,595'W, 18-II-2016, *D. Schiavinato et al.* 63/2016 (BAA).

Clave para las especies anuales de *Tagetes* que habitan Bolivia y el Noroeste Argentino

1. Filarios truncados o levemente truncados, con ápice dentado. Glándulas del involucreo punctiformes. Plantas con olor a anís. ... *T. filifolia*
– Filarios obtusos o agudos, míticos. Glándulas del involucreo lineares, las superiores frecuentemente elípticas. Plantas con olor diferente al anís. 2
2. Capitulescencias formadas siempre por capítulos multifloros y unifloros. *T. terniflora*
– Capitulescencias formadas únicamente por capítulos multifloros. 3
3. Pappus laciniado, formado por elementos paleáceos con ápice dividido en 3–5 aristas (algunos

- elementos pueden ser 1-aristados).
..... *T. praetermissa*
– Pappus no laciniado, formado por elementos paleáceos con ápice subulado o truncado. 4
4. Elementos paleáceos barbelados, con proyecciones laterales que igualan o superan al ancho de los mismos. *T. multiflora*
– Elementos paleáceos escabrosos, con proyecciones laterales mucho más cortas que el ancho de los mismos. 5
 5. Capitulescencias densas, con pedúnculos menores a 0,5 cm de largo. Involucros verdosos, raramente purpúreos. *T. minuta*
– Capítulos solitarios o en capitulescencias laxas, con pedúnculos mayores a 0,5 cm de largo. Involucros purpúreos, al menos en su tercio superior. 6
 6. Filarios 3(–4). Hojas discoloras, más claras en su cara abaxial. *T. iltisiana*
– Filarios 5–7. Hojas concoloras. 7
 7. Flores marginales con limbo de la corola oblongo-orbicular, con los márgenes no superpuestos con los de las flores marginales adyacentes. ... *T. laxa*
– Flores marginales con limbo de la corola oblato, con los márgenes superpuestos con los de las flores marginales adyacentes. *T. imbricata*

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

DS coleccionó el material de campo. Ambos autores realizaron un análisis exhaustivo de la información obtenida y contribuyeron de igual forma a la construcción de la descripción y la clave taxonómica. DS realizó el estudio nomenclatural y la epitipificación de *Tagetes iltisiana*, con la ayuda de AB. DS escribió el manuscrito inicial y AB lo revisó para arribar a la versión final. Las fotografías fueron tomadas por DS y las figuras fueron elaboradas por AB.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a las curadoras Gloria Barboza (CORD), Nora Muruaga (LIL), Laura Iharlegui (LP), Olga Martínez (MCNS), Norma Deginani y Amalia Suárez (SI) y Vicki Funk (US) por facilitarnos el acceso a las colecciones, al artista Marcelo Moreno por la ilustración del epítipo de *Tagetes iltisiana*,

y a los revisores anónimos por las correcciones al manuscrito. Agradecemos especialmente a Milagros Anzuinelli por su invaluable colaboración durante el viaje de colección. Este trabajo fue realizado con el financiamiento de la Universidad de Buenos Aires y el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

BIBLIOGRAFÍA

- ARIZA ESPINAR, L. 1997. *Tagetes* L. En: HUNZIKER, A. T. (ed.) *Flora Fanerogámica Argentina* 45, pp. 24–30. Museo Botánico de Córdoba, Córdoba.
- CABRERA, A. L. 1937. Compuestas Argentinas nuevas o interesantes. *Notas Mus. La Plata, Bot.* 2: 171–204 + Figuras I–IV.
- CABRERA, A. L. 1978. Compositae. En: CABRERA, A. L. (ed.) *Flora de la Provincia de Jujuy. Colecc. Ci. Inst. Nac. Tecnol. Agropecu.* 13: 1–726.
- CABRERA, A. L. & A. WILLINK. 1980. *Biogeografía de América Latina*. Washington D.C.: O. E. A. Serie de Biología, Monografía 13.
- COCHRANE, T. 2017. Hugh Hellmut Iltis (1925–2016). *Taxon* 66: 527–532.
- FERRARO, M. 1955. Las especies de *Tagetes* de la República Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 6: 30–39.
- GUTIÉRREZ, D. G. & M. L. STAMPACCHIO. 2015. *Tagetes*. En: ZULOAGA, F. O., M. J. BELGRANO & A. M. ANTON (eds.) *Flora Argentina: Flora Vasculare de la República Argentina*, vol. 7 (2), pp. 118–129. Estudio Sigma SRL, Buenos Aires.
- HIND, D. J. N. 2011. *An annotated preliminary checklist of the Compositae of Bolivia 2*. Disponible en: <http://www.kew.org/> (acceso 2 de mayo de 2019).
- HUMBOLDT, F. W. H. A., A. J. A. BONPLAND & C. S. KUNTH. 1818. *Nova genera et species plantarum quas in peregrinatione ad plagam aequinoctialem orbis novi collegerunt, descripserunt, partim adumbraverunt* (folio ed.), Vol. 4. Apud N. Maze, Bibliopolam, Paris.
- LAGASCA Y SEGURA, M. 1816. *Genera et species plantarum, quae aut novae sunt aut nondum recte cognoscuntur*. Madrid.
- LINNAEUS, C. VON. 1753. *Species Plantarum* 2. L. *Salvius*, Stockholm.
- NEHER, R. T. 1966. *Monograph of the genus Tagetes*. Ph.D. thesis, Indiana University, Bloomington, Indiana.
- ROBINSON, H. 1973. Additions to the genus *Tagetes* (Helenieae, Asteraceae). *Phytologia* 26: 378–380.
- ROBINSON, H. 2014. *Tagetes*. En: JØRGENSEN, P. M., M. H. NEE & S. G. BECK (eds.) *Catálogo de las plantas vasculares de Bolivia. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 127: 290–382.
- SCHIAVINATO, D. J. & A. BARTOLI. 2018. Una nueva cita para la flora argentina: *Tagetes praetermissa* (Asteraceae, Tageteae). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 53: 465–468.
<http://dx.doi.org/10.31055/1851.2372.v53.n3.21319>
- SCHIAVINATO, D. J. & A. BARTOLI. 2019. *Tagetes imbricata* (Asteraceae, Tageteae), a new species from northwestern Argentina and Bolivia. *Phytotaxa* 408: 276–282.
<https://doi.org/10.11646/phytotaxa.408.4.4>
- SCHIAVINATO, D. J., D. G. GUTIÉRREZ & A. BARTOLI. 2017. Typifications and nomenclatural clarifications in South American *Tagetes* (Asteraceae, Tageteae). *Phytotaxa* 326: 175–188.
<https://doi.org/10.11646/phytotaxa.326.3.2>
- SOULE, J. A. 1993. *Systematics of Tagetes*. Ph.D. thesis. University of Texas. Austin.
- STROTHER, J. L. 1968. *Vilobia*, a new Genus (Compositae-Tageteae). *Brittonia* 20: 343–345.
- THIERS, B. 2019 [continuously updated]. *Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff*. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium [online]. Disponible en: <http://sweetgum.nybg.org/science/ih/> (acceso 22 de marzo de 2019).
- TURLAND, N. J., J. H. WIERSEMA, F. R. BARRIE, W. GREUTER, D. L. HAWKSWORTH, P. S. HERENDEEN, S. KNAPP, W. H. KUSBER, D. Z. LI, K. MARHOLD, T. W. MAY, J. MCNEILL, A. M. MONRO, J. PRADO, M. J. PRICE & G. F. SMITH (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 Veg. 159] Koeltz Botanical Books, Glashütten.
<https://doi.org/10.12705/Code.2018>
- ULLOA ULLOA, C., P. ACEVEDO-RODRÍGUEZ, S. BECK, M. J. BELGRANO, R. BERNAL, P. E. BERRY, L. BRAKO, M. CELIS, G. DAVIDSE, R. C. FORZZA, S. R. GRADSTEIN, O. HOKCHE, B. LEÓN, S. LEÓN-YÁNEZ, R. E. MAGILL, D. A. NEILL, M. NEE, P. H. RAVEN, H. STIMMEL, M. T. STRONG, J. L. VILLASEÑOR, J. L. ZARUCCHI, F. O. ZULOAGA & P. M. JØRGENSEN. 2017. An Integrated Assessment of the Vascular Plants Species of the Americas. *Science* 358: 1614–1617.
<https://doi.org/10.1126/science.aa0398>



SINOPSIS DE LAS ESPECIES DE *PYRACANTHA* (ROSACEAE, MALOIDEAE) NATURALIZADAS EN LA ARGENTINA

SYNOPSIS OF *PYRACANTHA* (ROSACEAE, MALOIDEAE) SPECIES NATURALIZED IN ARGENTINA


Adriel I. Jocu^{1*}  y Ricardo Gandullo¹ 

1. Departamento de Biología Aplicada. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Comahue. Río Negro, Argentina.

*adrieljocou@gmail.com

Citar este artículo

JOCOU, A. I. & R. GANDULLO. 2019. Sinopsis de las especies de *Pyracantha* (Rosaceae, Maloideae) naturalizadas en la Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 54: 599-616.

 DOI: <http://dx.doi.org/10.31055/1851.2372.v54.n4.24970>



SUMMARY

Background and aims: The genus *Pyracantha* has about ten species, widespread as ornamental, naturalized and considered invasive in different parts of the world. Historically, the identification of taxa has been difficult. Three species were reported as naturalized in Argentina, however, no genus revision has been carried out in the country until now. In order to make new contributions to the Argentinean Flora, given the complexity of the genus and the lack of an integral work in this regard, the objective of this contribution is to present a synopsis of the *Pyracantha* species naturalized in Argentina.

M&M: Specimens of each species from different national and international herbaria were studied, and were contrasted with the type specimens. The original descriptions and specific bibliography of each taxon was reviewed.

Results: A summary of the five naturalized species is presented. Distribution maps in Argentina are presented in addition to descriptions, a key, diagrams of the main leaf morphological characters and a series of images that allow the identification of the species. Lectotypes for four names are designated.

Conclusions: Five species are naturalized in Argentina. *P. fortuneana* and *P. koidzumii* constitute new records for the flora of the country. Up to this moment, *P. fortuneana* represents the species with the most austral distribution and, together with *P. angustifolia*, are the most distributed species in Argentina. *P. koidzumii* is restricted mainly to the center-east of Argentina. *P. atalantioides* and *P. coccinea* are the less represented species.

KEY WORDS

Alien, Argentinean Flora, invasive, firethorn, lectotypification, naturalization, *Pyracantha*.

RESUMEN

Introducción y objetivos: El género *Pyracantha* posee alrededor de diez especies, difundidas como ornamentales, naturalizadas y consideradas invasoras en diferentes partes del mundo. Históricamente, la identificación de los taxones ha sido dificultosa. Tres especies fueron reportadas como naturalizadas en la Argentina, sin embargo, no se ha efectuado una revisión del género en el país hasta el momento. Con el fin de realizar nuevos aportes a la Flora Argentina, dadas la complejidad del género y la falta de un trabajo integral al respecto, el objetivo de esta contribución es presentar una sinopsis de las especies de *Pyracantha* naturalizadas en la Argentina.

M&M: Se estudiaron ejemplares de cada especie de diversos herbarios nacionales e internacionales, y se contrastaron con los ejemplares tipo. Se revisaron las descripciones originales y bibliografía específica de cada taxón.

Resultados: Se presenta un resumen de las cinco especies naturalizadas. Se proveen mapas de distribución en la Argentina, además de descripciones, una clave, esquemas de los principales caracteres morfológicos foliares y una serie de imágenes que permiten la identificación de las especies. Se designan lectotipos para cuatro nombres.

Conclusiones: Cinco especies se encuentran naturalizadas en la Argentina. *P. fortuneana* y *P. koidzumii* constituyen nuevos registros para la flora del país. Hasta el momento, *P. fortuneana* representa la especie con distribución más austral y, junto a *P. angustifolia*, son las especies más distribuidas en la Argentina. *P. koidzumii* se encuentra restringida principalmente al centro-este del país. *P. atalantioides* y *P. coccinea* son las especies menos representadas.


PALABRAS CLAVE

Crataegus, exóticas, Flora Argentina, invasoras, lectotipificación, naturalización, *Pyracantha*.

Recibido: 18 Julio 2019

Aceptado: 13 Septiembre 2019

Publicado: 15 Diciembre 2019

Editor: Franco Ezequiel Chiarini 

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

INTRODUCCIÓN

El género *Pyracantha* M. Roem. posee alrededor de diez especies, originarias de Europa y Asia (Dimitri, 1972; Robertson *et al.*, 1991; Lance & Zika, 2014; Csurhes *et al.*, 2016), algunas de ellas naturalizadas en África, Australia y Norteamérica (Lance & Zika, 2014; Csurhes *et al.*, 2016) y consideradas malezas o invasoras (Csurhes *et al.*, 2016; Randall, 2017). Las especies de este género son difundidas principalmente como ornamentales por su follaje perenne, abundante floración y llamativa fructificación (Montani, 1962; Dimitri, 1972; Aedo *et al.*, 1998; Cheers, 1999).

Históricamente, la identificación de los taxones ha sido dificultosa por su variabilidad, afinidad intraespecífica y la existencia de híbridos y cultivares reportados por Meyer *et al.* (1994) y Egolf & Andrick (1995). Esta situación se ha visto reflejada a nivel mundial en la identificación errática de gran cantidad de ejemplares de herbario y en las numerosas publicaciones de nuevas especies de *Pyracantha* a finales del siglo XIX y principios del siglo XX.

En la Argentina, la naturalización de *Pyracantha angustifolia* (Franch.) C. K. Schneid. y *P. coccinea* M. Roem. fue reportada hace más de 20 años (Moschione & Klimaitis, 1988; Delucchi, 1991), mientras que *P. atalantioides* (Hance) Stapf. fue registrada recientemente (Cantero *et al.*, 2016). En el centro del país Giorgis *et al.* (2011a) han mencionado la presencia de *P. aff. atalantioides* y *P. angustifolia* y tres años después Giorgis & Tecco (2014) citaron para la misma zona a *P. coccinea* y *P. angustifolia*.

El relevamiento de la flora de la ribera del río Limay en la provincia de Neuquén, evidenció la naturalización de una nueva especie de *Pyracantha* en la Argentina. Ante la importancia de comunicar dicho hallazgo, la problemática que presenta la diferenciación de las especies y la falta de un trabajo integral al respecto, el objetivo de esta contribución es presentar una sinopsis de las especies de *Pyracantha* naturalizadas en Argentina, aportando una clave dicotómica, descripciones, distribución e ilustraciones; con el fin de estabilizar las determinaciones de los ejemplares.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los datos incluidos en este trabajo se obtuvieron de la revisión de numerosos ejemplares de diferentes

herbarios de la Argentina: ARC, BA, BAA, BAB, BAL, CTES, CORD, MCNS, MERL, SI, SRFA, LIL, LP (siglas según Thiers, 2019) y de trabajos de campo realizados entre 2018 y 2019.

Para la identificación de las especies se consultó bibliografía específica, protólogos originales y ejemplares tipo. Se estudió material adicional de diversos herbarios internacionales: A, DES, E, FLAS, K, KANU, L, NY, P, PE, PRE, TALL, TROY, USF, UWAL, WAG (siglas según Thiers, 2019) disponibles en diferentes bases de datos *on-line*.

Bajo las normas del CIN (Turland *et al.*, 2018), se propone la lectotipificación de cuatro nombres: *Cotoneaster angustifolius* (\equiv *Pyracantha angustifolia*), *Pyracantha gibbsii* (= *Pyracantha atalantioides*), *Photinia fortuneana* (\equiv *Pyracantha fortuneana*) y *Pyracantha crenulata* var. *yunnanensis* (= *Pyracantha fortuneana*).

En este trabajo, se considera como especie naturalizada a toda planta exótica que se autopropaga durante numerosos ciclos de vida sin intervención humana, sin ser necesariamente invasoras de ecosistemas (Richardson *et al.*, 2000; Pyšek *et al.*, 2004). Se considera planta invasora a toda especie naturalizada que produce descendencia de manera abundante y posee el potencial de extender su área de dispersión a distancias considerables de las plantas progenitoras (Richardson *et al.*, 2000). Se sigue el concepto de maleza de Richardson *et al.* (2000), como toda planta que crece en sitios donde no se desea y que generalmente tiene efectos económicos o ambientales detectables.

Los ejemplares coleccionados en la Argentina procedentes de poblaciones naturalizadas se citan bajo el título “material estudiado” y se utilizaron para presentar la distribución de cada especie dentro del territorio argentino. Bajo el título “material adicional examinado” se citan ejemplares cultivados en la Argentina y ejemplares representativos del exterior.

Se realizó una breve descripción de cada especie, más detallada en los nuevos registros. Asimismo, se presenta una clave y esquemas de los principales caracteres foliares, para facilitar la identificación de las especies naturalizadas en la Argentina.

RESULTADOS

A partir de este estudio, se eleva a cinco el total de especies presentes en el país. *Pyracantha*

fortuneana (Maxim.) H. L. Li se reporta a partir de ejemplares coleccionados en el norte de la Patagonia argentina, depositados en el herbario ARC, y de algunos ejemplares erróneamente identificados de los herbarios CORD y MCNS. *Pyracantha koidzumii* (Hayata) Rehder, se reporta formalmente a partir de ejemplares de Entre Ríos (CTES, LP), Buenos Aires (LP) y de diversos ejemplares de Córdoba (CORD) con una identificación original errónea.

Se presentan los mapas de distribución geográfica de *Pyracantha angustifolia* (Fig. 1A), *P. atalantioides* (Fig. 1B), *P. coccinea* (Fig. 1C), *P. fortuneana* (Fig. 1D) y *P. koidzumii* (Fig. 1E).

Se provee una clave dicotómica y esquemas de los principales tipos de hojas (Figs. 2-3) para la diferenciación de las cinco especies presentes en el país.

Se presenta una serie de fotografías de

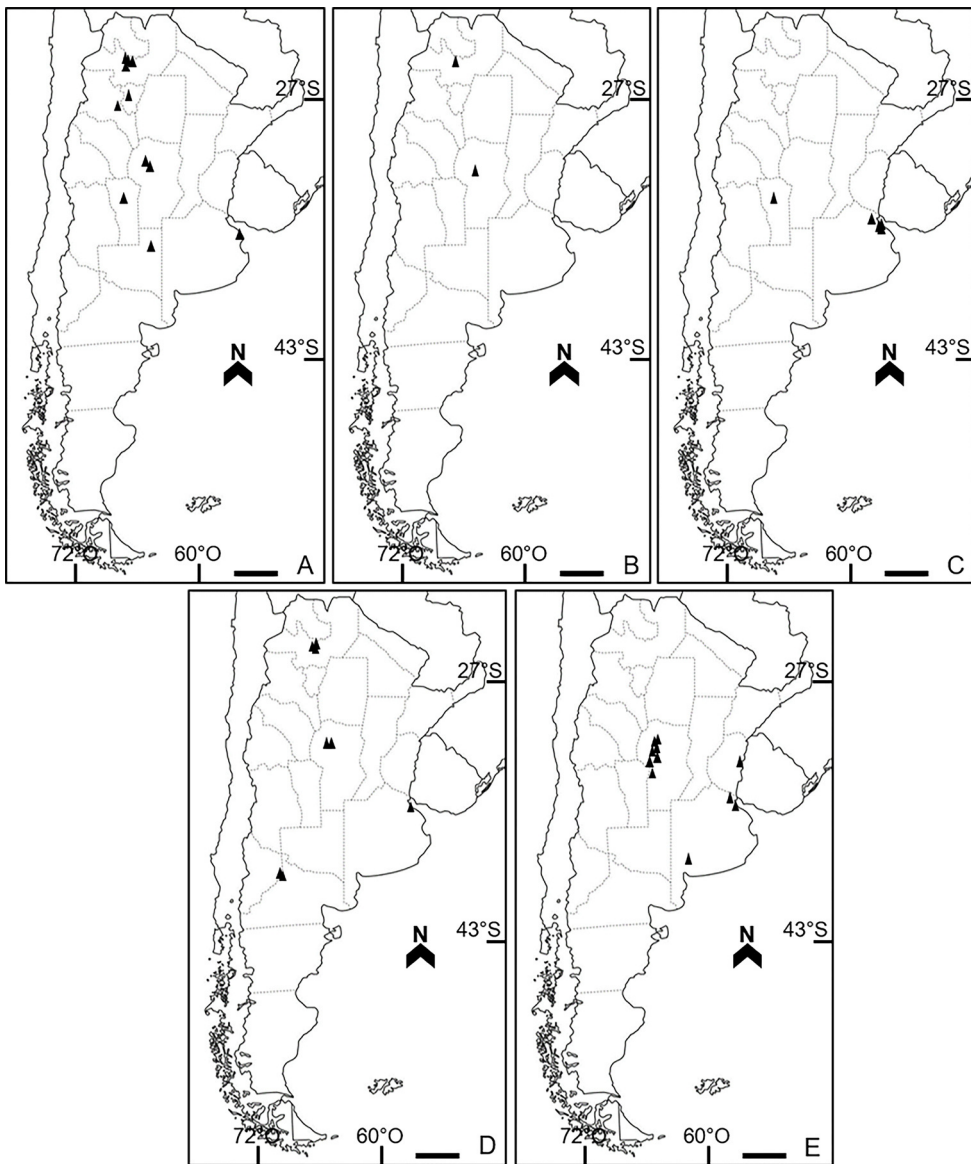


Fig. 1. Zonas de naturalización de las especies de *Pyracantha* en la Argentina. **A:** *P. angustifolia*. **B:** *P. atalantioides*. **C:** *P. coccinea*. **D:** *P. fortuneana*. **E:** *P. koidzumii*. Escala = A-E: 300 km.

Pyracantha angustifolia (Fig. 4), *P. coccinea* (Fig. 5), *P. fortuneana* (Fig. 6) y *P. koidzumii* (Fig. 7). Las figuras 6E-G se obtuvieron con microscopio estereoscópico a partir del material *Jocou & Gandullo 2199* (ARC).

De acuerdo a la revisión bibliográfica, las especies aquí tratadas son muy difundidas en el país por su valor ornamental y se utilizan para cercos vivos de parques y jardines (Montani, 1962; Dimitri, 1972). Se reproducen por semillas, gajos o acodos

(Dimitri, 1972). En la Argentina, son vulgarmente conocidas como “crataegus”, “crateus”, “crategus” o “espinillo” (Dimitri, 1972; Delucchi, 1991; Peña, 2011).

La información de las etiquetas de ejemplares de herbario y diversos autores (Ridley, 1930; Bass, 1990; Delucchi, 1991; Lepschi, 1993; Peña, 2011; Csurhes *et al.*, 2016; Dellafiore *et al.*, 2016) sugieren que, al consumir los frutos, las aves son el principal factor de dispersión de las especies de *Pyracantha*.

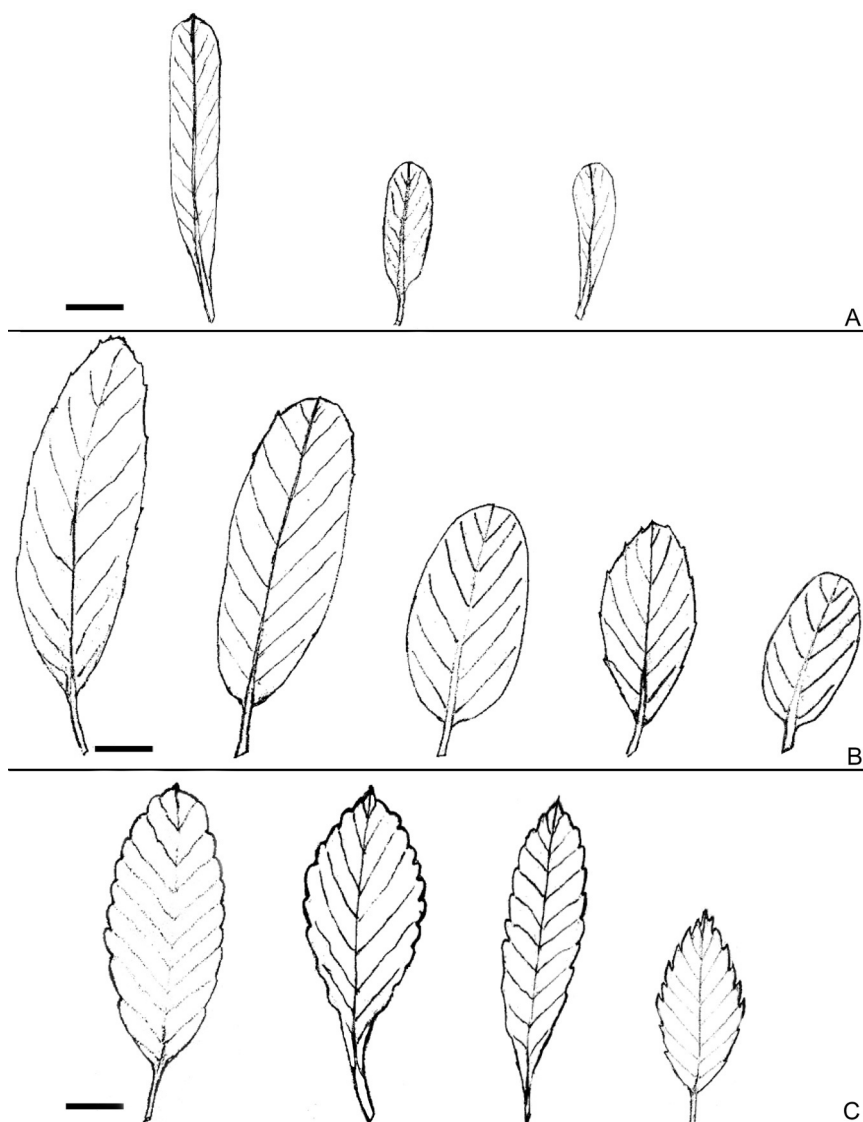


Fig. 2. Variación en la morfología foliar de las especies de *Pyracantha*. **A:** *P. angustifolia*. **B:** *P. atalantioides*. **C:** *P. coccinea*. Escalas = A-C: 1 cm.

Peña (2011) reportó el consumo de frutos de *P. coccinea* por diferentes aves: “zorzal chiguanco” (*Turdus chiguanco*), “cotorra” (*Myiopsitta monachus*), “benteveo” (*Pitangus sulphuratus*), “zorzal chalchalero” (*Turdus amaurochalinus*) y “calandria grande” (*Mimus saturninus*).

Pyracantha angustifolia (Franch.) C. K. Schneid., *Ill. Handb. Laubholz*. 1: 761. 1906. *Cotoneaster angustifolius* Franch., *Pl. Delavay*. 221. 1890. TIPO: CHINA. Prov. Yunnan, “Les haies à Li-Kiang”, VII-1883, Delavay 61 (*Lectotipo* aquí designado P 04326863 [foto!]; *Isolectotipo* P

04326862 [foto!]). Figs. 2A; 4.

Arbusto de 2-5 m alt., con ramas espinescentes. *Hojas* estrechamente oblongas, 1-6 × 0,4-0,9 cm, tomentosas en la cara abaxial, glabras o subglabras en la adaxial, borde entero, ápice obtuso o redondeado, a veces mucronado, base atenuada, peciolo 1-2 mm long. *Receptáculo* pubescente. *Sépalos* densamente tomentosos, ovados a deltoides, ápice obtuso.

Iconografía. Dimitri (1972: 458, fig. 123C); Montani (1962: fig. 1); Novara (2012: 51, fig.

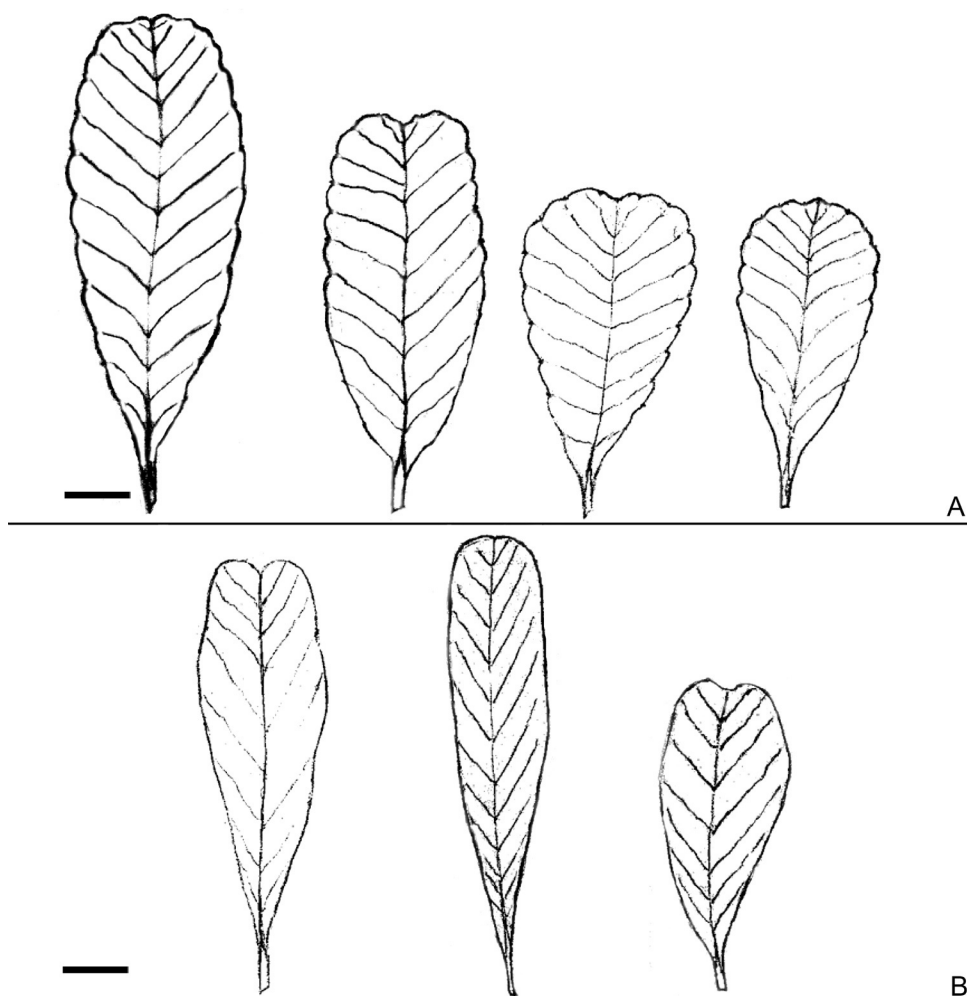


Fig. 3. Variación en la morfología foliar de las especies de *Pyracantha*. **A:** *P. fortuneana*. **B:** *P. koidzumii*. Escalas = A, B: 1 cm.



Fig. 4. *Pyracantha angustifolia*. **A:** Vista general. **B:** Rama fructífera, nótese la pubescencia de la cara abaxial de las hojas y de la zona calicinal. **C:** Vista general de una población. Escalas = A: 40 cm; B: 5 cm.

13); Prain (1910: fig. 8345, 1-8 y fructificación); Schneider (1906: 762, fig. 430 a-b).

Distribución, hábitat y ecología. Especie nativa de China, naturalizada en los Estados Unidos, Australia, Hawái, Nueva Zelanda y Sudáfrica (Nesom, 2010; Lance & Zika, 2014). Se trata de

la especie más invasora según los reportes y es clasificada por Randall (2017) como maleza de alto riesgo.

En Norteamérica crece en áreas perturbadas, campos abandonados y bordes de caminos (Lance & Zika, 2014). En China forma matorrales en laderas de montañas (Cuizhi & Spongberg, 2003).

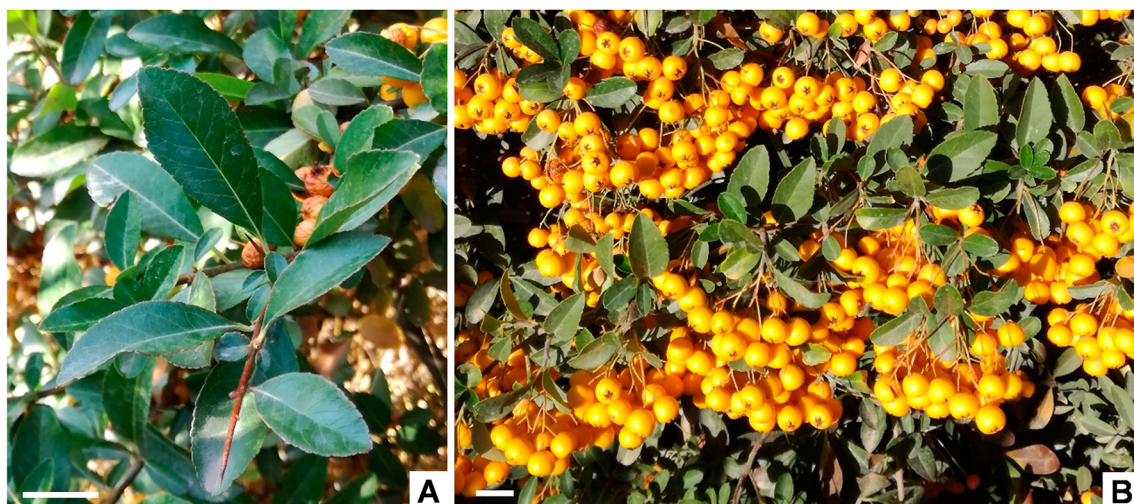


Fig. 5. *Pyracantha coccinea*. **A:** Hojas. **B:** Rama fructífera. Escalas = A,B: 1,8 cm.

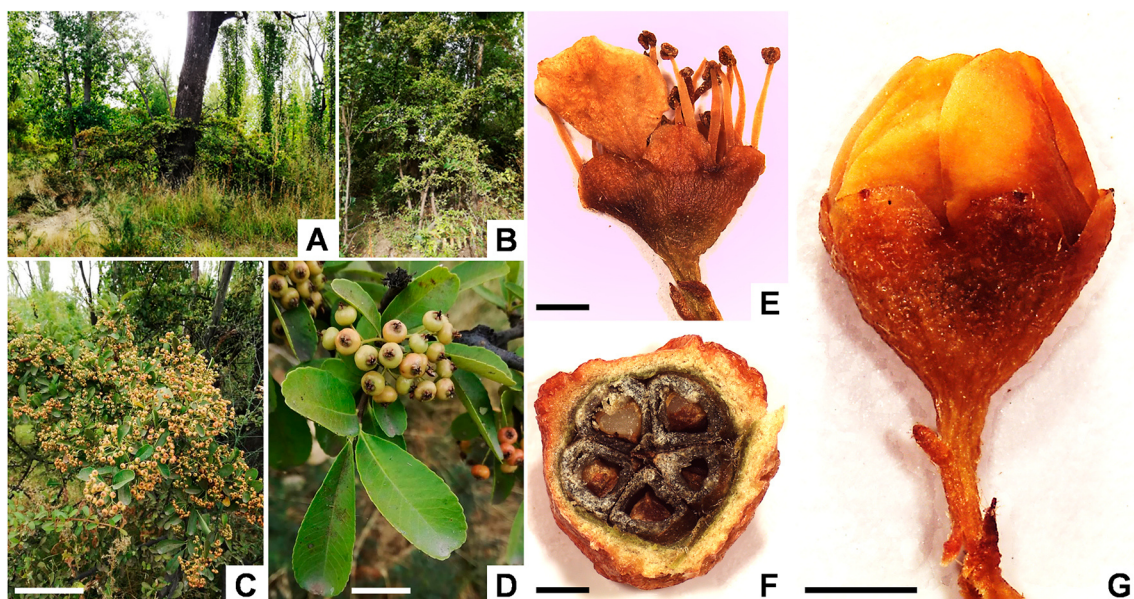


Fig. 6. *Pyracantha fortuneana*. **A:** Forma de crecimiento lateral en un espacio abierto. **B:** Forma de crecimiento vertical (hasta de 2,5 m) promovida por el apoyo de otras especies arbóreas exóticas. **C:** Rama en fructificación. **D:** Frutos y hojas, nótese los bordes, ápice y base de las mismas. **E:** Flor, nótese el receptáculo glabro. **F:** Fruto deshidratado en sección transversal, nótese los 5 pirenos monospermos. **G:** Botón floral, nótese la forma de los sépalos y el ápice de los mismos. Escalas = C: 10 cm; D: 2,5 cm; E-G: 1 mm.



Fig. 7. *Pyracantha koidzumii*. **A:** Hojas y fructificación. **B:** Frutos. Escalas = A: 2,5 cm; B: 1 cm.

En Argentina, fue citada para la provincia de Córdoba (Delucchi, 1991; Giorgis & Tecco, 2014; Vergara Tabares *et al.*, 2016) y Salta (Novara, 2012). Además, según registros de herbario, se encuentra naturalizada en las provincias de Buenos Aires, Catamarca, La Pampa, San Luis y Tucumán. Suele estar asociada a cursos de agua (Delucchi, 1991; Novara, 2012). Se halla muy extendida en matorrales y pastizales del centro del país (Tecco *et al.*, 2006; Giantomasi *et al.*, 2008; Giorgis *et al.*, 2011b; Zeballos *et al.*, 2014). Las observaciones de herbario sugieren que en Salta crece en las Yungas, pastizales serranos húmedos, zonas de transición entre Chaco Serrano y Yungas, quebradas húmedas con selvas en galería y compite con la vegetación nativa.

Observación I. Franchet (1890) ha mencionado en el protólogo de *Cotoneaster angustifolius* tres materiales, sin designar un holotipo. Durante la revisión de material se hallaron los sintipos en el herbario P. Los datos de las etiquetas de los ejemplares Delavay 3730 (P 04326867) y Delavay 47 (P 04326864) coinciden con los datos del protólogo original. Sin embargo, se ha detectado un error corregible en la cita del material Delavay 61, al mencionar juntos los ejemplares (Delavay, n. 61 *et al.*) y no especificar que corresponden a un año de colección distinto. Debido a que no se han encontrado duplicados de Delavay 3730 y Delavay 47, se optó por designar aquí como lectotipo al ejemplar Delavay 61 (P 04326863), con su respectivo isolectotipo (P 04326862). Dichos ejemplares coinciden en su morfología con la diagnosis original, presentan muy buen estado de conservación y permiten visualizar claramente los caracteres taxonómicos.

Observación II. Numerosos ejemplares que han sido erróneamente identificados como *Pyracantha angustifolia* corresponden a *P. koidzumii*, sin embargo, la primera se distingue fácilmente por la pubescencia característica en la cara adaxial de las hojas, el receptáculo y el cáliz.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Buenos Aires: *Pdo. Punta Indio*, Punta Indio, Sarandí, 12-X-2002, Delucchi 2593 (LP). Prov. Catamarca: *Dpto. Andalgalá*, Inmediaciones del Río Potrero, 12-XII-1995, Hunziker *et al.* 25530 (CTES). Prov. Córdoba: *Dpto. Punilla*, cerca de Tanti, 20-

VII-2015, Giorgis 1773 (CORD); camino a Tanti, entrada Los Chorillos, 20-VII-2015, Giorgis 1778 (CORD). Prov. La Pampa: *Dpto. Capital*, Santa Rosa, 2-II-1996, Steibel & Troiani 1182 (SRFA). Prov. Salta: *Dpto. La Caldera*, Los Yacones, 2-XI-1989, Juárez 1937 (CTES, MCNS, BAB); Yacones, 500 m finales del camino antes de la tranquera de la Finca Yacones, 13-XII-1998, Novara *et al.* 11142 (CTES, MCNS); Yacones, ladera de cerros al W del camino y río, 29-IV-1990, Novara & Bruno 9824 (MCNS); Finca Castellanos, 2 km al W del camino que conduce a Yacones, 12-III-1996, Tolaba & Martínez 676 (MCNS). *Dpto. Rosario de Lerma*, Río Blanco, 2 km al W de Rosario de Lerma, ingresando a Quebrada del Toro, aledaños al Río Blanco y del puente del ramal ferroviario C-14, 11-V-2006, Novara & Bruno 12676 (MCNS); Quebrada del Toro, frente a Río Blanco, 7-IV-1987, Novara 6494 (MCNS). *Dpto. Capital*, Ciudad de Salta, XI-1984, Zabala 1322 (MCNS); próximo a la Rotonda de Limache, 8-II-1982, Novara 2339 (MCNS); San Lorenzo, laderas al norte del pueblo y del margen izquierdo del A° San Lorenzo, 1-2 km al NE de la entrada a la Quebrada homónima, 8-I-1998, Novara 10963 (MCNS); Finca Castellanos, 12-III-1996, Martínez 255 (MCNS); Parque San Martín, 12-XII-1983, Lozano 88 (MCNS). Prov. San Luis: *Dpto. La Capital*, Estancia Grande, El Reparito, 29-XI-1986, Del Vitto *et al.* 1635 (LP). Prov. Tucumán: *Dpto. Tafi del Valle*, El Mollar, 13-IX-2019, Gandullo GR832 (ARC); Tafi del Valle, a orillas del río, cerca del puente de La Banda, 1-XII-2000, Figueroa *et al.* 1420 (LIL).

Material adicional examinado. ARGENTINA. Prov. Buenos Aires: *Pdo. Balcarce*, Estación Experimental Regional Agropecuaria, 19-IV-1977, s. c. 260, BAL5791 (BAL). Prov. Jujuy: *Dpto. Capital*, San Salvador de Jujuy, Jardín de Facultad de Ciencias Agrarias, 8-XI-1985, Ahumada 5227 (MCNS). CHINA. Prov. Fujian: Shenei, 20-VI-1939, Liou 11184 (PE). Prov. Hubei: Enshí, 25-VI-1958, Mingyuan 24447 (PE). Prov. Yunnan: *Condado Yongping*, Beidou, 15-VII-2009, Shudong & Kexian 90507 (PE). SUDÁFRICA. Prov. Gauteng: *Gran Johannesburgo*, Roodepoort, Rooikrans, 2-V-1979, Duggan & Henderson 55 (PRE). Prov. Free State: *Dist. Thabo Mofutsanyane*, Bethlehem, Saulspoort Dam, between office and angling sites near wall, 31-V-1994, Glen 3615 (BA).

Pyracantha atalantioides (Hance) Stapf., *Bot. Mag.* 151: sub tab. 9099. 1926. *Sportella atalantioides* Hance, *J. Bot.* 15: 207. 1877. TIPO: CHINA. Prov. Cantón, “Secusammem Lie chau, provinciae Cantonensis, supra pagum Taiwan”, X-1876, Nevin 19960 (*Holotipo* BM 000946993 [foto!]). Fig. 2B.

= *Pyracantha gibbsii* A. B. Jacks., *Gard. Chron. Ser. 3*, 60: 309. 1916. TIPO: CHINA. Prov. Hubei, Badong, Patung, “Bush 2'-18' [2 ft to 18 ft] Common. Fls. White”, IV-1900, Wilson 349 (*Lectotipo* aquí designado A 00969287 [foto!]).

= *Pyracantha discolor* Rehder, *J. Arnold Arbor.* 1: 261. 1920. TIPO: CHINA. Prov. Hubei, Fang Xian, “side of streams, alt. 1300 m”, VI-1907, Wilson 2986 (*Holotipo* A 00969256 [foto!]).

Arbusto de 1-6 m alt., con ramas espinescentes, ramas jóvenes de color castaño amarillento. *Hojas* elípticas, oval-elípticas u oblongas, 1,5-5,5 × 1-2 cm, glabras, borde entero, serrulado u oscuramente serrado, ápice obtuso o redondeado, mucronado, base redondeada a cuneada, pecíolo 2-6 mm long. *Receptáculo* glabro. *Sépalos* glabros, pubescentes cuando jóvenes, anchamente elípticos o triangulares, ápice agudo.

Iconografía. Bowles (1918: 443); Fang & Liao (2006: 462, fig. 682); Gan (2005: 413, fig. 495); Jackson (1916: 309, fig. 133.3; 310, fig. 134).

Distribución, hábitat y ecología. Originaria del sureste y oeste de China, extensamente cultivada en Norteamérica, donde se ha naturalizado (Lance & Zika, 2014). Esta especie es clasificada como una maleza de bajo riesgo en el listado de Randall (2017).

En Norteamérica y China crece en bordes de caminos, matorrales, laderas, valles, bosques abiertos y terrenos disturbados (Cuizhi & Spongberg, 2003; Lance & Zika, 2014). En los Estados Unidos se encuentra naturalizada de forma esporádica en zonas de clima templado (Lance & Zika, 2014).

En la Argentina se encuentra naturalizada en las provincias de Córdoba y Salta. Las observaciones de herbario sugieren que es muy frecuente sobre la ladera de montaña en La Serranita (Córdoba) y forma parte del piso superior de las Yungas, a los 1700 msnm, en el departamento La Caldera (Salta).

Observación I. Al revisar otros sintipos citados por Jackson (1916) y depositados en A, se observó que Wilson ha utilizado un mismo número para colecciones realizadas en diferentes momentos. En este sentido, la colección Wilson 662 posee colecciones de julio y diciembre de 1907 en A y otras sin fecha en el herbario K. Otros ejemplares vistos en A (Wilson 4871a y 2984) pertenecen a otro taxón y no son coincidentes con la diagnosis. Probablemente Wilson asignó ese número a varias colecciones de diferentes especies y podrían no ser sintipos citados por Jackson (1916). El ejemplar Wilson 2986, citado por Jackson, es holotipo de *Pyracantha discolor* y no puede ser elegido como lectotipo de *P. gibbsii*. El ejemplar Wilson 349 (A 00969287), designado aquí como lectotipo de *P. gibbsii*, coincide con los datos del material citado, la diagnosis, la ilustración y fotografía del protólogo original. Existe otro ejemplar, Wilson 349 (A 00969288), que no corresponde a la localidad indicada en el protólogo, por lo cual no es un duplicado del anterior y no puede ser considerado como isolectotipo.

Observación II. Numerosos ejemplares de la Argentina identificados originalmente como *Pyracantha atalantioides* corresponden en realidad a *P. koidzumii*. Sin embargo, los materiales aquí citados reúnen los caracteres típicos de *P. atalantioides*, con hojas oblongas a elípticas, más anchas hacia la mitad, de bordes enteros a serrulados y ápice obtuso a redondeado, generalmente mucronado. Además, se observó que estos ejemplares presentan variabilidad del borde de la hoja aún dentro del mismo espécimen.

Observación III. En función de los materiales examinados y en concordancia con Nesom (2010), la cara adaxial glaucescente de las hojas, carácter utilizado en la Flora de China (Cuizhi & Spongberg, 2003), parece ser altamente variable.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Córdoba: *Dpto. Santa María*, La Serranita, 12-X-1996, Galetto & Torres 412 (CORD). Prov. Salta: *Dpto. La Caldera*, Yacones, laderas de cerros al W del camino y río, 29-IV-1990, Novara & Bruno 9825 (MCNS).

Material adicional examinado. ARGENTINA. Prov. Mendoza: *Dpto. Luján de Cuyo*, Chacras

de Coria, 31-III-1964, sin colector 73 (MERL). *Dpto. Capital*, Parque Gral. San Martín, 1-X-1985, Paladini 444 (MERL). CHINA. Prov. Guandong: *Condado Yangshan*, Yangshan y alrededores, VII/IX-1932, Tsui 667 (P). Prov. Guangxi: *Condado Luzhai*, Mt. Guting, 30-IV-2005, Yang-Ming 101 (P). Prov. Hunan: *Condado Changning*, 17-VII-1935, Fan & Li 291 (L, P). *Condado Dongan*, Shunhuangshan, 20-IV-2004, Jin-Kui 452 (NY, P). *Condado Xining*, 26.4N, 110.8E, 24-IV-1996, Chong-chun 1314 (P, WAG); 2-VIII-1994, Linho 120 (WAG). PAÍSES BAJOS. Prov. Holanda Septentrional, Amsterdam, sin fecha, Westendorp s.n. (WAG); "Sortimentstuin Proefstation", 9-IX-1961, van de Laar 952 (WAG).

Pyracantha coccinea M. Roem., *Fam. Nat. Syn. Monogr.* 3: 219. 1847, *nom. cons.* TIPO: AUSTRIA. "In Comitatu Tyroliensi ad rivum in sabulo", Herb. Burser XXIV: 8 (*Lectotipo*, UPS BOT: V-175776 [foto!], designado por Muñoz Garmendia & Aedo, *Taxon* 47: 171. 1998). Figs. 2C; 5.

Arbusto de 1-6 m alt., con ramas espinescentes. *Hojas* oblanceoladas, ovadas, sub-rómbicas o elípticas, 1,5-4 × 1-2 cm, glabras, cara adaxial verde oscura, lustrosa, la abaxial más clara, borde serrado o crenado, ápice acuminado o agudo, si obtuso, entonces mucronado, base ± redondeada o cuneiforme, peciolo 2-5 mm long. *Receptáculo* piloso en la cara externa. *Sépalos* pilosos, triangulares.

Iconografía. Montani (1962: figs. 2-3); Garsault (1767: fig. 385); Lance & Zika (2014); Schneider (1906: 762, fig. 430 e-i); Serviss (2009: 320, fig. 1C); Von Kerner (1794: fig. 623).

Distribución, hábitat y ecología. Originaria del sur de Europa y oeste de Asia (Montani, 1962; Aedo *et al.*, 1998; Nesom, 2010). Naturalizada en los Estados Unidos (Delucchi, 1991; Nesom, 2010; Lance & Zika, 2014), Inglaterra, Sudáfrica, Australia y Japón (Nesom, 2010; Lance & Zika, 2014). Especie considerada como maleza de riesgo medio según Randall (2017).

En la Península Ibérica forma matorrales de sustitución de encinares, robledales y hayedos, en suelos con buen drenaje y condiciones de buena iluminación (Aedo *et al.*, 1998). En los

Estados Unidos se encuentra en bosques mixtos de coníferas, terrenos perturbados, campos, matorrales y bordes de caminos (Lance & Zika, 2014).

En la Argentina crece espontáneamente en jardines del noreste de la provincia de Buenos Aires e invade terrenos baldíos de forma esporádica (Delucchi, 1991). Según los registros de herbario, se comporta como invasora en la Reserva Otamendi (provincia de Buenos Aires) y se encuentra naturalizada en la provincia de San Luis.

Observación. Se ha observado un ejemplar de *Pyracantha coccinea* que corresponde a una selección (Boom 36346, L), con características foliares diferentes a las típicas de la especie, con ápice obtuso, mucronado y borde crenado o serrado-crenado. En este sentido, el ejemplar de Brasil (Hoehne, 4004, CTES) coincide con las características de la selección mencionada, pero se encuentra identificado bajo el nombre de *P. crenulata* (D. Don) M. Roem. Sin embargo, *P. crenulata* es un taxón pobremente definido y con identificaciones muy erráticas, pero con características diferentes a las de la selección de *P. coccinea*. De esta manera, es recomendable mantener como *P. coccinea* a los siguientes ejemplares que coinciden con las características de la selección: Albrecht 43 (SI), Baenitz s.n. (SI), Del Vitto 3588 (LP) y Lozano 90 (MCNS).

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Buenos Aires: *Pdo. La Plata*, Gonnet, calle Bordenave y 15 bis, 14-X-1990, Delucchi 378a (BAA). *Pdo. Campana*, Reserva Otamendi, sendero Laguna Grande, 26-III-2003, Delucchi 2698 (LP). Prov. San Luis: *Dpto. Pringles*, Estancia grande, El Reparito, XI-1987, Del Vitto & Petenatti 3872 (LP).

Material adicional examinado. ARGENTINA. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Jardín Botánico Municipal, 8-X-2002, Hurrell & Bazzano 4840 (BAB); Facultad de Agronomía, Parque, 11-VI-1975, Menini 15416 (BAA). Prov. Buenos Aires: *Pdo. La Plata*, La Plata, Jardín Zoológico, IV-1940, Cabrera 9778 (SI). *Pdo. Morón*, Castelar, 24-III-1945, Albrecht 43 (SI). Prov. Salta: *Dpto. Capital*, Ciudad de Salta, Parque San Martín, 13-XII-1983, Lozano 90 (MCNS). Prov. San Luis: *Dpto. La Capital*, El Chorrillo, V-1989, Del Vitto

A. I. Jocou y R. Gandullo - Especies de *Pyracantha* en la Argentina

3588 (LP). BRASIL. Estado São Paulo: *Município São Paulo*, Pacaembu, 12-XII-1959, Hoehne 4004 (CTES). ESTADOS UNIDOS. Estado Georgia: *Condado Forsyth*, 1942, s.col., LIL388165 (LIL). Estado Kansas: *Condado Douglas*, 17-IV-2006, Freeman & Morse 21461 (KANU); N side of Lawrence, Burcham Park, 4-V-2008, Morse s.n. (KANU). Estado New Jersey: *Condado Middlesex*, Princeton Nuerseries, 17-XI-1942, E.J.P. s.n. (LIL); 8-VI-1942, E.J.P. s.n. (LIL). Estado Utah: *Condado Utah*, Utah Valley, Provo, Brigham, Young University campus, 27-V-1986, Holmgren 11080 (NY). ESTONIA. Condado Harju, Tallin, 4-VIII-1970, Paivel s.n. (TALL); 19-VII-1984, Thliom? s.n. (TALL); "Flora Istriaca: Abbazia; in Parkanlagen", 19-V-1902, Baenitz s.n. (SI). PAÍSES BAJOS. Prov. Holanda Septentrional, Aalsmeer, kwekerij Terra Nova (Keessen), 14-XI-1958, Boom 36346 (L). TURQUÍA. Prov. Hatay, Dörtyol, 22-IX-1965, Yaltirik 4135 (E). Prov. Istanbul, Belgrade forest, near Burunsuz, 26-VIII-1960, Yaltirik s.n., E00408178 (E). Prov. Samsun, Kirazlik, 1966, Tobey 1962 (E). Prov. Sinop, Ayancik, 5-VIII-1965, Arikan 3936 (E).

Pyracantha fortuneana (Maxim.) H. L. Li, *J. Arnold Arbor.* 25(4): 420. 1944. *Photinia fortuneana* Maxim., *Bull. Acad. Imp. Sci. Saint-Petersbourg* 19(2): 179. 1873. TIPO: CHINA. "China boreali", 1845, Fortune A69. (*Lectotipo* aquí designado P 02143286 [foto!], *Isolectotipos* K 000758311 [foto!], K 000758310 [foto!], MO 2392369 [foto!], P 02143287 [foto!], P 02143288 [foto!], PE 00004610 [foto!]). Figs. 3A; 6.

= *Pyracantha crenatoserrata* (Hance) Rehder, *J. Arnold Arbor.* 12(1): 72. 1931. *Photinia crenatoserrata* Hance, *J. Bot.* 18: 261. 1880. TIPO: CHINA. Prov. Hubei, Yichang, "juxta oppidum Ichangvere", 1879, Watters 20988. (*Holotipo* BM 000602129 [foto!]).

= *Pyracantha crenulata* (D. Don) M. Roem. var. *yunnanensis* M. Vilm. ex Mottet, *Rev. Hort. (Paris)* 85(9): 204. 1913. *Pyracantha gibbsii* A. B. Jacks. var. *yunnanensis* (M. Vilm. ex Mottet) Osborn, *Garden (London, 1871-1927)* 83: 138. 1919. *Pyracantha yunnanensis* (M. Vilm. ex Mottet) Chitt., *Gard. Chron. ser. 3* 70: 325. 1921. TIPO: ilustración en el trabajo original (*Lectotipo* aquí designado, pl. sin número, pp. 204, en Mottet (1913)).

Arbusto hasta de 3 m alt., con ramas laterales cortas espinoscentes, ramas jóvenes densamente pubescentes, con pelos anaranjados, las adultas glabras. *Hojas* obovadas a espatuladas, más anchas en la mitad superior, glabras, 1,5-5,5(-7) × 0,5-2,5(-3) cm, cara adaxial verde oscura, la abaxial más clara, las jóvenes laxamente pubescentes en ambas caras, borde crenado o serrado-crenado, ocasionalmente entero en la porción proximal, ápice obtuso o emarginado, raro mucronado, base cuneada o atenuada, pecíolo 2-5 mm long. *Inflorescencia* en corimbo compuesto laxo, 3-6 cm diám.; pedúnculo glabro. *Flores* ca. 10 mm diám.; pedicelos glabros o subglabros de 1-6 mm long. *Receptáculo* campanulado, glabro. *Sépalos* de 1-1,5 × 1,2-1,5 mm, persistentes, triangulares, glabros, margen entero, ápice obtuso. *Pétalos* de 3-4 × 2-3 mm, suborbiculares a ovoides, margen entero, a veces sinuado, ápice redondeado. *Estambres* ca. 20, filamentos de 2-4 mm long. *Ovarios* densamente pubescentes apicalmente, biovulados; *estilos* 5, casi tan largos como los estambres. *Pedicelos fructíferos* de 5-10 mm long. *Fruto* de 4-8 mm diám., rojo anaranjado a rojo, subgloboso, comprimido; *pirenos* 5, monospermos a la madurez.

Iconografía. Kun-tsun (1992: 145, fig. 25 [1-4]); Montani (1962: fig. 4); Mottet (1913: 204, pl. sin número); Yintang (2007: 314, fig. 336).

Distribución, hábitat y ecología. Especie nativa del centro y oeste de China (Cuizhi & Spongberg, 2003; Lance & Zika, 2014), introducida en los Estados Unidos, Europa, Hawái, Nueva Zelanda y Australia (Nesom, 2010; Lance & Zika, 2014). Es considerada como maleza de bajo riesgo (Randall, 2017).

En Norteamérica y China es frecuente en ambientes disturbados, bordes de caminos y rutas, acantilados, periferias de bosques, bosques abiertos, áreas ribereñas y matorrales (Cuizhi & Spongberg, 2003; Lance & Zika, 2014).

En la Argentina se encuentra naturalizada en las provincias de Buenos Aires, Córdoba, Neuquén, Río Negro, Salta y en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Se encuentran poblaciones naturalizadas en las orillas del Río Limay (provincias de Neuquén y Río Negro), en bordes de caminos y de lagunas naturales cercanas al mismo río. En dicho ambiente, cohabita principalmente con especies exóticas herbáceas, arbustivas, arbóreas y trepadoras: *Asparagus officinalis*

L. var. *altis* L., *Cotoneaster glaucophyllus* Franch., *Fraxinus pennsylvanica* Marshall ssp. *pennsylvanica*, *Lonicera japonica* Thunb. var. *japonica*, *Morus alba* L., *Populus alba* L., *P. nigra* L., *Rosa canina* L., *Rubus ulmifolius* Schott., *Salix babylonica* L., *S. fragilis* L., *Tamarix ramosissima* Ledeb. y *Vitis vinifera* L. En base a los registros de herbario, en el centro del país crece en las zonas de las sierras de Córdoba, en el departamento Colón, a orillas de arroyos. En la provincia de Salta, crece como parte del piso superior de Yungas en el departamento La Caldera y, en el departamento Capital, como parte de las Yungas y transición con el Chaco Serrano.

Observación I. En el protólogo de *Photinia fortuneana*, el autor no indicó el holotipo entre los numerosos ejemplares de la colección Fortune A69 referenciada, por lo que todos ellos deben ser considerados sintipos. En este sentido, en el herbario P se han etiquetado erróneamente como “Type” al ejemplar P02143286 e “Isotype” a los ejemplares P02143287 y P02143288. En consecuencia, es necesario efectuar la lectotipificación, designándose al ejemplar P02143286 por presentar un estado óptimo de conservación y visibilizar los principales caracteres taxonómicos. Si bien la grafía original de las etiquetas de los sintipos consiste únicamente en la expresión “A69”, se observó que las etiquetas colocadas adicionalmente (no originales) difieren en la localidad y fecha indicadas en el protólogo. Estos errores son ajenos al autor y corregibles, por lo que los ejemplares deberían referenciarse a los datos del protólogo: año 1845, “China boreali”.

Observación II. En el protólogo de *Pyracantha crenulata* var. *yunnanensis*, no se cita explícitamente el material examinado por los autores al momento de realizar la descripción. Mottet (1913) sólo indica que para la descripción se utilizó el mismo material que sirvió de base para la acuarela y la fotografía (“*que nous avons relevées sur les échantillons qui ont fourni les éléments de la photographie et de la planche [...]*”), sin mencionar el herbario en el cual fue depositado. La revisión de diversos herbarios no permitió comprobar la existencia de dicho material. Además, frases del trabajo de Mottet (1913) como “*On jugera, d’ailleurs, de la valeur décorative de cette magnifique variété nouvelle à l’examen de la planche coloriée [...]*”, “*L’arbuste, que nous avons eu le plaisir d’admirer dans sa propriété privée [...]*”

indicarían que ciertas observaciones se han realizado sobre la acuarela y un ejemplar vivo. Cabe aclarar que el ejemplar depositado en K (K000758631) no puede considerarse como material original, como sugieren las etiquetas (“*5012 is Vilmorin’s number for P. crenulata v. yunnanensis*”, “*5012 is the no quoted Chittenden by Mottet for P. crenulata v. yunnanensis Vilm*”), debido a que proviene de plantas vivas de los jardines del Kew (Renata Borosova, curadora K, com. pers.). Posiblemente esta confusión se haya originado en un error de interpretación, cuando Mottet (1913) indicó que Vilmorin ingresó semillas e introdujo en cultivo la variedad en 1906 bajo el número 5012 (“*La magnifique variété yunnanensis que M. Maurice L. de Vilmorin a eu la bonne fortune de trouver dans ses semis de plantes asiatiques.*”, “[...] *introduit en culture par les soins de M. Maurice L. de Vilmorin, en 1906, sous le numéro 5012 [...]*”). Por los motivos antes mencionados, se efectúa la lectotipificación, designándose la pintura de Mottet (1913: 204, pl. sin número), ya que hasta el momento es el único material original disponible.

Observación III. Los ejemplares de la Argentina estudiados coinciden morfológicamente con el holotipo de *Pyracantha crenatoserrata*.

Observación IV. Al estudiar el material, se confirmó que algunos ejemplares pertenecientes a *Pyracantha fortuneana* han sido erróneamente determinados como *P. coccinea* (Boffa B-5, SI; Novara & Bruno 9823, Tolaba & Novara 614, MCNS), *P. atalantioides* (Hunziker 25612, 25611 y 25605, CORD) o *P. angustifolia* (Chambi & Jaime 13279, MCNS). Las hojas obovadas a espatuladas, con borde crenados o serrado-crenados son caracteres típicos de *P. fortuneana*.

Material estudiado. ARGENTINA. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Reserva Costanera Sur, 28-I-1995, Burgueño 204 (LP). Prov. Córdoba: Dpto. Colón, Sierra Chica, camino a La Cumbre, desde Ascochinga, poco después de La Cuesta y del Arroyo Tiumayu (km 46), 31-I-1997, Hunziker 25612 (CORD); camino a La Cumbre, km 46, desde Ascochinga, poco antes de La Cuesta y del Arroyo Tiumayu, 31-I-1997, Hunziker 25611 (CORD); camino de Ascochinga a La Cumbre, poco antes del acceso a la Estancia San Miguel, 31-I-1997, Hunziker 25605 (CORD). Prov. Neuquén: Dpto. Confluencia,

A. I. Jocou y R. Gandullo - Especies de *Pyracantha* en la Argentina

Ciudad de Neuquén, balneario Valentina Sur, 17-XII-2018, Jocou & Gandullo 2199 (ARC); 05-III-2019, Jocou & Gandullo 2198 (ARC). Prov. Río Negro: *Dpto. Gral. Roca*, Cipolletti, zona barrio Las Perlas, 05-III-2019, Jocou & Gandullo 2197 (ARC). Prov. Salta: *Dpto. Capital*, Quebrada de San Lorenzo, sobre el río San Lorenzo, en parada de colectivo y frente al Castillo, 04-V-2010, Chambi & Jaime 13279 (MCNS). *Dpto. La Caldera*, Finca Castellanos, 1-1,5 km al W del camino Yacones, 14-X-1995, Tolaba & Novara 614 (MCNS); Yacones, laderas de cerros al W del camino y río, 29-IV-1990, Novara & Bruno 9823 (MCNS).

Material adicional examinado. ARGENTINA. Prov. Buenos Aires: *Pdo. La Plata*, La Plata, Facultad de Agronomía, 6-XI-1946, Boffa B-5 (SI). *Pdo. Vicente López*, Olivos, VI-1947, Dimitri & Rial Alberti 71551 (BAB). AUSTRALIA. Australian Capital Territory, Canberra, S.E. base of Black Mountain, 21-XI-1964, McKee 11793 (P); CSIRO Black Mountain site, 25-XI-1998, Craven *et al.* 10060 (P). CHINA. Prov. Guangxi, Loh Hoh Tsuen, Ling Yün Hsien, 22-V-1933, Steward & Cheo 475 (P); 14-IV-1933, Steward & Cheo 209 (P). Prov. Guizhou, Miao Wang, Kiangkou Hsien, 28-IX-1931, Steward *et al.* 568 (P); Lian Feng Yah, Tsunyi Hsien, 17-VII-1931, Steward *et al.* 8 (P). Prov. Hunan: *Condado Sangzhi*, Liangshuikou, 30-V-2010, Zhang *et al.* 201005300009 (BAB). Prov. Sichuan, Hsientien-tze, in nemore, 23-V-1930, Hummel 3380 (P); Nanchuan Hsien, 1-VI-1928, Fang 1356 (P). ESTADOS UNIDOS. Estado Alabama, Hwy. 263 ca. 3 ½ miles south of the Lowndes County line, 10-VIII-2008, Diamond 19742 (TROY, UWAL); junction of US-431 and Blue Mountain Rd, Anniston, 7-XI-2009, Spaulding 13217 (TROY, UWAL). Estado California: *Condado Contra Costa*, 18-X-1942, Bracelin 1730 (LIL). Estado Montana, 1 air mi. NNW of Livingston, Along Hopkins Street just S of Livingston Park, 25-IX-2007, Keener 3871 (TROY, UWAL). Estado Washington, Fremont, Seattle, north bank of Lake Washington Ship Canal, near North Canal Street, 20-X-2007, Zika 23640 (NY).

Pyracantha koidzumii (Hayata) Rehder, *J. Arnold Arbor.* 1(4): 261. 1920. *Cotoneaster koidzumii* Hayata, *J. Coll. Sci. Imp. Univ. Tokyo* 30(1): 101. 1911. TIPO: "Hab. Pinan, Oct. 1896 (A.26)" (*Holotipo*, no hallado). Figs. 3B; 7.

= *Cotoneaster formosanus* Hayata, *J. Coll. Sci. Imp. Univ. Tokyo* 30(1): 101. 1911. TIPO: TAIWÁN. Condado Taitung, "Hab. Tabari, Taito, Taiwan", I-1906, Nakahara 741. (*Holotipo* PE 00535933 [foto!]).

= *Cotoneaster taitoensis* Hayata, *J. Coll. Sci. Imp. Univ. Tokyo* 30(1): 102. 1911. *Pyracantha koidzumii* var. *taitoensis* (Hayata) Masam., *Annual Rep. Taihoku Bot. Gard.* 2: 124. 1932. TIPO: TAIWÁN. Condado Taitung, "Hab. Taito", 1899, Miyake (*Holotipo*, no hallado).

Arbusto hasta de 3-4 m alt., con ramas laterales cortas espinescentes, ramas jóvenes densamente villosas, con pelos marrones-rojizos, las adultas glabras. *Hojas* oblanceoladas, estrechamente elípticas o estrechamente obovadas, más anchas entre la mitad y parte distal del limbo, (1,5-)2-4(-5,5) × (0,6-)1-1,5(-2) cm, glabras, cara adaxial verde oscura, la abaxial verde clara, las jóvenes con pubescencia castaña, borde entero, a veces algo sinuado, raro inconspicuamente serrado o crenado, ápice emarginado o truncado, raro redondeado, base cuneada o atenuada, peciolo 2-7 mm long. *Inflorescencia* en corimbo compuesto con abundantes flores, 3-5 cm diám.; pedúnculo laxamente pubescente. *Flores* de 6-8 mm diám.; pedicelos con pubescencia laxa castaña de 3-8 mm long. *Receptáculo* campanulado, pubescente en la porción proximal. *Sépalos* de 1-1,3 mm long., persistentes, triangulares, glabros, con pubescencia castaña o castaño-amarillenta cuando jóvenes, margen entero, ápice agudo. *Pétalos* de 3-4 × 3-4 mm, anchamente elípticos a suborbiculares, ápice levemente emarginado. *Estambres* ca. 20, filamentos de 2-3 mm long. *Ovarios* pubescentes; *estilos* 5, casi tan largos como los estambres. *Pedicelos fructíferos* de 4-14 mm long. *Fruto* de 5-9 mm diám., rojo anaranjado, subgloboso, comprimido; *pirenos* 5.

Iconografía. Ho (1977: 87, fig. 75); Liu (1960: 450, fig. 384); Serviss (2009: 320, fig. 1A).

Distribución, hábitat y ecología. Especie nativa de Taiwán, naturalizada en Hawái, Australia y los Estados Unidos (Nesom, 2010; Lance & Zika, 2014). Considerada maleza de bajo riesgo según Randall (2017).

En Norteamérica y China crece en bosques disturbados, acantilados de zonas costeras, áreas ribereñas, bordes de caminos, áreas rocosas de valles

y matorrales (Cuizhi & Spongber, 2003; Lance & Zika, 2014).

Según los registros de herbario, en la Argentina crece en Entre Ríos, en el Parque Nacional El Palmar, donde es muy invasora y forma densas matas. En la provincia de Buenos Aires, crece en talares degradados de la Reserva Otamendi, donde es muy frecuente, y en el Parque Provincial Tornquist, en la base del cerro Ventana. Los registros de herbario indican que es muy difundida en la provincia de Córdoba, en ocasiones sobre laderas serranas, al borde de caminos.

Observación. Las hojas con márgenes enteros a subenteros y el ápice emarginado son característicos de *Pyracantha koidzumii*. Los ejemplares Hurrell & Bazzano 4839 (BAB) y Delucchi 292 y 381 (BAA), originalmente identificado como *P. coccinea*, y numerosos ejemplares de CORD y LP, identificados como *P. atalantioides* corresponden a *P. koidzumii*.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Buenos Aires: *Pdo. Campana*, Reserva Otamendi, sendero Laguna Grande, 26-III-2003, Delucchi 2684 (LP). *Pdo. La Plata*, Gonnet, 26-III-1989, Delucchi 292 (BAA); calle Bordenave y 15 bis, 14-X-1990, Delucchi 381 (BAA). *Pdo. Tornquist*, Parque Provincial E. Tornquist, 15-VII-2001, Long 2128 (LP). *Pdo. Tres de Febrero*, El Palomar, 4-X-2002, Hurrell & Bazzano 4839 (BAB). Prov. Córdoba: *Dpto. Calamuchita*, cerca de Los Reartes, 16-VIII-2015, Giorgis 1784 (CORD); Giorgis 1783 (CORD). *Dpto. Colón*, Sierra Chica, camino de Ascochinga a La Cumbre, unos 10 km al oeste de Ascochinga, después de Tres Cascadas, 31-I-1997, Hunziker 25607 (CORD); camino a La Cumbre, desde Ascochinga (en km 45/46), La Cuesta, cerca de Arroyo Tiumayu, 31-I-1997, Hunziker 25609 (CORD); camino a La Cumbre, desde Ascochinga, poco después de La Cuesta y del Arroyo Tiumayu (km 46), 31-I-1997, Hunziker 25613 (CORD). *Dpto. Punilla*, Dique San Jerónimo, 31-V-2015, Cantero 7125 (CORD); camino a Tanti, 20-VII-2015, Giorgis 1774 (CORD); El Durazno, desde Tanti a Cerro Blanco y Los Gigantes, 20-VII-2015, Giorgis 1780 (CORD). *Dpto. Río Cuarto*, Alpa Corral, 19-V-2015, Cantero 7096 (CORD). *Dpto. San Alberto*, cercanía a Los Hornillos, 23-VIII-2015, Giorgis, 1787 (CORD). *Dpto. Santa María*, La Serranita, 20-II-1997, Galetto & Torres 683 (CORD). Prov. Entre Ríos: *Dpto.*

Colón, Parque Nacional El Palmar, 15-XII-2014, Ferrucci *et al.* 3314 (CTES); sector de espinal atrás de la intendencia, 2-XI-2008, Delucchi 3333 (LP).

Material adicional examinado. ARGENTINA. Prov. La Pampa: *Dpto. Chical Co*, La Humada, 05-II-2009, Muiño 298 (SRFA). Prov. Río Negro: *Dpto. Gral. Roca*, General Fernández Oro, 02-IV-2019, Jocoú 2200 (ARC). Prov. Tucumán: *Dpto. Tafí del Valle*, El Mollar, Plaza Central, 2-XII-2014, Muruaga *et al.* 1802 (LIL). ESTADOS UNIDOS. Estado California: *Condado Contra Costa*, 7-IX-1941, Bracelin 1634 (LIL); 25-X-1942, Bracelin 2350 (LIL). *Condado Santa Cruz*, ca. 2 miles south of Hank-Yank Spring, Sycamore Canyon, Pajarito Mountains, 03-XI-1984, Rheinlander *et al.* 3369 (DES). *Condado Los Ángeles*, Big Rock Creek, just above the confluence of Holcomb Canyon Creek, 11-VI-1990, Ross 2988 (NY). Estado Florida: *Condado Alachua*, Kanapaha Botanical Gardens, The Rock Garden, 28-III-2003, Barry Davis 676 (FLAS); Gainesville, University of Florida, 17-XI-2004, Hopkins 56 (FLAS). *Condado Dade*, the Metrozoo on SW side of Miami, 02-X-1983, Nee 28636 (NY). *Condado Hillsborough*, 2517 Marquette Avenue, Auburn, Highlands, Tampa, 10-VI-1970, Burch & Chevalier 6372 (USF). *Condado Hernando*, in coastal brushland, Hernando Beach, 19-IX-1981, Correll & Correll 52541 (USF); on the south side of the park road from parking lot to canoe/kayak concession, 13-VII-2009, Van Hoek 0033 (USF). *Condado Walton*, at the S edge of De Funiak Springs, along N side of Bruce Ave, just W of 2nd St., 25-XI-1980, Wilhelm 8091 (USF). *Condado Okaloosa*, ca. 2 mi. S of Crestview, 18-V-1983, Wilhelm 11495 (USF). *Condado Suwanee*, near Suwanee Springs, 04-VII-1984, Whetstone 14335 (USF). *Condado Pasco*, 5 mi. SW of N end of westernmost fence surrounding Woodland Elementary School, 26-XI-1986, Wise 249 (USF). *Condado Volusia*, Pierson Quad, 21-IV-2010, Slaughter 17718 (USF). Estado Carolina del Sur: *Condado Richland*, Columbia, N side of Duncan St. at jct with Kilbourne Rd., 26-XII-1994, Nelson 16226 (NY). Estado Texas: *Condado Travis*, City of Austin, Lady Bird Lake (formerly Town Lake) formed by the Colorado River, NE shore of lake, 03-VIII-2012, Atha 12265 (NY). MÉXICO. Estado Nuevo León, Monterrey, I.T.E.S. campus, 8-VI-2010, Whitlatch s.n. (LIL). REPÚBLICA DOMINICANA. Prov. La

A. I. Jocou y R. Gandullo - Especies de *Pyracantha* en la Argentina

Vega: en la zona “turística” de casa veraniegas de “Racket Club”, aprox. 9 km al N de Jarabacoa, en la carretera a La Vega, 26-III-1990, Zanoni & Jiménez 44262 (NY). TAIWÁN. Condado Taitung: Litao, 04-X-1997, Wu *et al.* 1535 (PE). Condado Hualien: Yuli, 06-IV-1985, Lu 15697 (PE).

Consideraciones finales

Si bien suele mencionarse que la morfología foliar de *Pyracantha* es muy variable (aún dentro de un mismo ejemplar), al revisar una importante cantidad de material se pudo observar, que existe un patrón determinado en cada especie. Al estudiar un ejemplar se suele evidenciar cierta variabilidad en la morfología foliar, pero en la gran mayoría de los casos se destaca una morfología predominante que permite la identificación de la especie con la clave aquí aportada. En ocasiones, la mayor variabilidad se da en el tamaño de las hojas, sin afectar al resto de los caracteres. El principal inconveniente se presenta en plantas no naturalizadas, principalmente cultivadas, donde la presencia de híbridos y cultivares dificulta la clara delimitación de taxones. No se han observado ejemplares naturalizados que presenten características poco definidas o intermedias entre una u otra especie, y que, consecuentemente, no puedan ser identificados con la clave propuesta.

Para garantizar una mayor facilidad en el proceso de identificación de las especies, se recomienda estudiar las hojas con mayor desarrollo. En este sentido, se aconseja que, para futuras colecciones de *Pyracantha*, se incluyan ramas con hojas en su máximo desarrollo y representativas de la planta de la cual fueran colectadas.

Sin duda, son necesarios estudios taxonómicos y moleculares que permitan establecer límites más exactos entre taxones y comprender más en profundidad al género *Pyracantha*.

CONCLUSIONES

Con base en los registros actuales es posible concluir que cinco especies de *Pyracantha* se encuentran naturalizadas en la Argentina, de las cuales *P. fortuneana* y *P. koidzumii* constituyen nuevos reportes para la flora del país.

Hasta el momento, *Pyracantha fortuneana* es la especie con distribución más austral y junto a *P. angustifolia* son las más distribuidas en la Argentina. *P. koidzumii* se encuentra restringida principalmente al centro-este del país. *P. atalantioides* y *P. coccinea* son las especies menos representadas.

Clave para diferenciar las especies de *Pyracantha* naturalizadas en la Argentina

1. Hojas adultas menores a 1 cm de ancho, tomentosas en la cara adaxial, receptáculo y sépalos densamente pubescentes *Pyracantha angustifolia*
- 1'. Hojas adultas generalmente mayores a 1 cm de ancho, nunca tomentosas en la cara adaxial, receptáculo y sépalos nunca densamente pubescentes 2
2. Hojas, en su mayoría de bordes lisos, raro serrulados u oscuramente serrados, nunca marcadamente crenados o serrados 3
- 2'. Hojas en su mayoría de bordes marcadamente crenados, serrados o crenado-serrados 4
3. Hojas elípticas, oblongas u oblongo-ovadas ensanchadas en la mitad de su longitud, de ápice entero, excepcionalmente emarginado, frecuentemente mucronado, bordes lisos, serrulados u oscuramente serrados dentro de la misma planta *Pyracantha atalantioides*
- 3'. Hojas oblanceoladas o estrechamente obovadas, ensanchadas por encima de la mitad de su longitud, de ápice frecuentemente emarginado, raro mucronado, bordes lisos, a veces espaciada e inconspicuamente serrados en el tercio superior *Pyracantha koidzumii*
4. Hojas ensanchadas en la mitad, ovadas a elípticas, bordes marcadamente serrados, si crenados entonces ápice mucronado, normalmente agudo, acuminado o bien obtuso *Pyracantha coccinea*
- 4'. Hojas ensanchadas distalmente, obovadas a espatuladas, bordes crenados o crenado-serrados, nunca notablemente serrados, ápice obtuso a trunco, a veces emarginado, místico *Pyracantha fortuneana*

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Ambos autores participaron conjuntamente y en partes iguales tanto en la colecta de datos y material vegetal como en la redacción del manuscrito. Los mapas, dibujos y fotografías en Figs. 1-3 y 5-7 de A. Jocu y fotografías Fig. 4 de R. Gandullo.

AGRADECIMIENTOS

A los revisores anónimos por sus valiosas sugerencias que permitieron enriquecer el manuscrito y a Carlos Minué por la lectura crítica del mismo. A S. Donadio por sus sugerencias nomenclaturales. A A. Bartoli (BAA), A. López (BAL), A. Suarez (SI), A. P. Wiemer (CORD), A. Voda, M. Monsalvo y R. Fortunato (BAB), A. Prina (SRFA), C. Alvarenga (BA), G. Pieszko (CTES), L. Iharlegui (LP), L. Bonjour (MERL), N. Muruaga (LIL) y O. Martínez (MCNS) por proveer las imágenes de los ejemplares de *Pyracantha*. A M. Hjertson (UPS) por facilitar las imágenes del lectotipo de *P. coccinea*. A A. Brach (A) por proveer la imagen del holotipo de *P. discolor* y de los materiales originales de *P. gibbsii*. A C. Schollaardt (L) por proveer la imagen del ejemplar de *P. coccinea*. A M. Jeanson (P) por su gran ayuda para localizar los materiales originales de *P. angustifolia*. A V. Andro (P) por sus sugerencias y aclaraciones sobre el material original de *P. fortuneana*. A R. Borosova (K) por la información brindada sobre la procedencia del ejemplar de *P. yunnanensis*. A G. Benito (Jardín Botánico Carlos Thays) por proveer la bibliografía solicitada para este manuscrito. El presente trabajo se financió con fondos de la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional del Comahue.

BIBLIOGRAFÍA

- AEDO, C., F. MUÑOZ GARMENDIA & C. NAVARRO. 1998. *Pyracantha*. En: Muñoz Garmendia, F. & C. Navarro (eds.), *Flora Ibérica: Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares*, vol. 6, pp. 391-394. CSIC, Madrid.
- BASS, D. A. 1990. Dispersal of an introduced shrub (*Crataegus monogyna*) by the Brush-tailed Possum (*Trichosurus vulpecula*). *Austral. J. Ecol.* 15: 227-229. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.1990.tb01531.x>
- BOWLES, E. A. 1918. *Pyracantha gibbsii*. *Garden (London)* 82: 443. Disponible en: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/82699>
- CANTERO, J. J., G. E. BARBOZA, F. E. CHIARINI, R. DEANNA, L. ARIZA ESPINAR, M. A. GIORGIS, C. O. NÚÑEZ & G. BERNARDELLO. 2016. Novedades para la flora de la Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 51: 183-207. <https://doi.org/10.31055/1851.2372.v51.n1.14488>
- CHEERS, G. 1999. *Botanica, the illustrated A-Z of over 10,000 garden plants and how to cultivate them*. 3ra ed. Könemann, Milsons Point.
- CSURHES, S., J. WEBER & Y. ZHOU. 2016. *Invasive plant risk assessment: Firethorn. Pyracantha species*. Queensland Government, Queensland.
- CUIZHI, G. & S. A. SPONGBERG. 2003. *Pyracantha*. In: WU, Z. Y., P. H. RAVEN & D. Y. HONG (eds.) *Flora of China*, vol. 9, pp. 108-111. Science Press, Beijing, and Missouri Botanical Garden Press, St. Louis. Disponible en: eFloras.org
- DELLAFIORE, C. M., M. J. ROSA & V. SCILINGO. 2016. ¿Afectan las aves la germinación del arbusto *Pyracantha atalantioides* (Rosaceae)? *Cuad. Inv. UNED* 7: 295-299. <https://doi.org/10.22458/urj.v7i2.1156>
- DELUCCHI, G. 1991. Especies adventicias y naturalizadas nuevas o críticas para Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 27: 179-181.
- DIMITRI, M. J. 1972. *Pyracantha*. En: DIMITRI, M. J. (dir.), *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería*, 2^a ed., vol. 1, pp. 456-457. ACME, Buenos Aires.
- EGOLF, D. R. & A. O. ANDRICK. 1995. *A checklist of Pyracantha cultivars*. U.S. National Arboretum Contribution, n° 8. U.S. Govt. Printing Office, Washington. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.58687>
- FANG, Z. X. & C. L. LIAO. 2006. *Medicinal flora of Enshi*. Hubei Science and Technology Press, Wuhan. Disponible en: <https://www.biodiversitylibrary.org/page/36802745>
- FRANCHET, A. 1890. *Plantae Delavayanae*. Paul Klincksieck Libraire, Paris. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.10529>
- GAN, Q. 2005. *Flora Zhuxiensis*. Hubei Science and Technology Press, Wuhan. Disponible en: <https://www.biodiversitylibrary.org/page/36694002>
- GARSAULT, F. A. P. DE 1767. *Traité des plantes et animaux*, tomo 3. P. F. Didot, Paris. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.69123>

A. I. Jocou y R. Gandullo - Especies de *Pyracantha* en la Argentina

- GIANTOMASI, A., P. A. TECCO, G. FUNES, D. E. GURVICH & M. CABIDO. 2008. Canopy effects of the invasive shrub *Pyracantha angustifolia* on seed bank composition, richness and density in a montane shrubland (Córdoba, Argentina). *Austral Ecol.* 33: 68-77. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.2007.01791.x>
- 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: 581-603.
- GIORGIS, M. A., A. M. CINGOLANI, F. CHIARINI, J. CHIAPELLA, G. BARBOZA, L. ARIZA ESPINAR, R. MORERO, D. E. GURVICH, P. A. TECCO, R. SUBILS & M. CABIDO. 2011a. Composición florística del Bosque Chaqueño Serrano en la provincia de Córdoba, Argentina. *Kurtziana* 36: 9-43.
- GIORGIS, M. A., P. A. TECCO, A. M. CINGOLANI, D. RENISON, P. MARCORA & V. PAIARO. 2011b. Factors associated with woody alien species distribution in a newly invaded mountain system of central Argentina. *Biol. Invasions* 13: 1423-1434. <https://doi.org/10.1007/s10530-010-9900-y>
- HO, F. C. 1977. *Tropical plants of Taiwan in color*. Hengchun Tropical Botanical Garden, Pingtung. Disponible en: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/113220>
- JACKSON, A. B. 1916. Two new pyracanthas from China. *Gard. Chron. Ser. 3*, 60: 309-310.
- KUN-TSUN, F. (ed.). 1992. *Flora Loess-Plateaus Sinicae*. Tomus 2. Instituto Botanico Boreali-occidentali. China Forestry Publishing House, China. Disponible en: <https://www.biodiversitylibrary.org/page/36662186>
- LANCE, R. W. & P. F. ZIKA. 2014. *Pyracantha*. In: Flora of North America Editorial Committee (eds.), *Flora of North America*, vol. 9, pp. 469-472. Oxford University Press, New York. Disponible en: eFloras.org.
- LEPSCHI, B. J. 1993. Food of some birds in Eastern New South Wales: Additions to Barker & Vestjens. *Emu-Austral Ornithology* 93: 195-199. <https://doi.org/10.1071/MU9930195>
- LIU, T. S. 1960. *Illustrations of native and introduced ligneous plants of Taiwan: Dicksoniaceae-Ulmaceae*, vol. 1. College of Agriculture - National Taiwan University, Taipei. Disponible en: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/156124>
- MEYER, F. G., P. M. MAZZEO & D. H. VOSS. 1994. *A Catalog of Cultivated Woody Plants of the Southeastern United States*. U.S. National Arboretum Contribution, n° 7. U.S. Govt. Printing Office, Washington. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.58811>
- MONTANI, R. G. 1962. Las especies del género *Pyracantha* (Rosaceae) cultivadas en la Argentina. *Revista Inst. Munic. Bot.* 2: 31-41.
- MOSCHIONE, F. N. & J. KLIMAITIS. 1988. Flora de Punta Lara. Cartilla sistemática de los vegetales superiores de la Reserva de Selva Marginal de Punta Lara y alrededores (Provincia de Buenos Aires). Grupo de Observadores Ribereños de Aves.
- MOTTET, S. 1913. Un nouveau buissonnardent: le *Pyracantha crenulata* et sa variété *yunnanensis*. *Rev. Hort. (Paris)* 9: 204-205.
- NESOM, G. L. 2010. *Pyracantha* (Rosaceae) naturalized in Texas and the southeastern United State. *Phytoneuron* 2010: 1-6.
- NOVARA, L. 2012. Flora del Valle de Lerma: Rosaceae. *Aportes Bot. Salta, Ser. Fl.*, edición digital, vol. 2, 11: 1-53.
- PEÑA, M. R. DE LA 2011. Observaciones de campo en la alimentación de las Aves. *Biológica* 13: 1-88.
- PRAIN, D. 1910. *Pyracantha angustifolia*. *Bot. Mag. [sic]. ser. 4*, 71: tab. 8345. Disponible en: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/14262>
- PYŠEK, P., D. M. RICHARDSON, M. REJMÁNEK, G. L. WEBSTER, M. WILLIAMSON & 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>
- RANDALL, R. P. 2017. *A Global Compendium of Weeds*. 3rd Edition. Perth, Western Australia.
- RICHARDSON, D. M., P. PYŠEK, M. REJMÁNEK, M. G. BARBOUR, F. D. PANETTA & C. J. WEST. 2000. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity & Distrib.* 6: 93-107. <https://doi.org/10.1046/j.1472-4642.2000.00083.x>
- RIDLEY, H. N. 1930. *The dispersal of plants throughout the world*. L. Reeve & Co., Ashford.
- ROBERTSON, K. R., J. B. PHIPPS, J. R. ROHRER & P. G. SMITH. 1991. A synopsis of genera in Maloideae (Rosaceae). *Syst. Bot.* 16: 376-394. <https://doi.org/10.2307/2419287>
- SCHNEIDER, C. K. 1906. *Illustriertes Handbuch der Laubholzkunde*. Verlag von Gustav Fischer, Jena. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.194>
- SERVISS, B. E. 2009. *Pyracantha koidzumii* (Rosaceae) new to the Arkansas Flora. *J. Bot. Res. Inst. Texas* 3: 319-321.

- TECCO, P. A., D. E. GURVICH, S. DÍAZ, N. PÉREZ-HARGUINDEGUY & M. CABIDO. 2006. Positive interaction between invasive plants: The influence of *Pyracantha angustifolia* on the recruitment of native and exotic woody species. *Austral Ecol.* 31: 293-300. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.2006.01557.x>
- THIERS, B. 2019. Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. Disponible en: <http://sweetgum.nybg.org/science/ih> [consulta: 15 junio 2019].
- TURLAND, N. J., J. H. WIERSEMA, F. R. BARRIE, W. GREUTER, D. L. HAWKSWORTH, P. S. HERENDEEN, S. KNAPP, W. H. KUSBER, D. Z. LI, K. MARHOLD, T. W. MAY, J. MCNEILL, A. M. MONRO, J. PRADO, M. J. PRICE & G. F. SMITH (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 Botanical Books, Glashütten. <https://doi.org/10.12705/Code.2018>
- VERGARA TABARES, D. L., J. BADINI & S. I. PELUC. 2016. Fruiting phenology as a “triggering attribute” of invasion process: Do invasive species take advantage of seed dispersal service provided by native birds? *Biol. Invasions* 18: 677-687. <https://doi.org/10.1007/s10530-015-1039-4>
- VON KERNER, J. S. 1794. *Abbildung aller ökonomischen Pflanzen*. Cotta, Stuttgart. Disponible en: <http://mdz-nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bvb:12-bsb11220604-5>
- YINTANG, X. 2007. *Flora of Xian, China (Chinese Edition)*. China Press. Disponible en: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/112940>
- ZEBALLOS, S. R., P. A. TECCO, M. CABIDO & D. E. GURVICH. 2014. Composición de especies leñosas en comunidades invadidas en montañas del centro de Argentina: su relación con factores ambientales locales. *Revista Biol. Trop.* 62: 1549-1563.



PLANTAS QUE MANTIENEN AL GANADO: CONOCIMIENTO CAMPESINO ASOCIADO A ESPECIES FORRAJERAS EN LA SIERRA DE ANCASTI (CATAMARCA, ARGENTINA)

PLANTS TO RAISE LIVESTOCK: PEASANT KNOWLEDGE ASSOCIATED TO FODDER SPECIES IN SIERRA DE ANCASTI (CATAMARCA, ARGENTINA)

N. David Jiménez-Escobar^{1*}  y Gustavo J. Martínez¹ 


SUMMARY

1. IDACOR-CONICET, Museo de Antropología, FFyH, Universidad Nacional de Córdoba. Hipólito Yrigoyen 174, Córdoba, Argentina.

*ndjimeneze@gmail.com

Citar este artículo

JIMÉNEZ-ESCOBAR, N. D. & G. J. MARTÍNEZ. 2019. Plantas que mantienen al ganado: conocimiento campesino asociado a especies forrajeras en la Sierra de Ancasti (Catamarca, Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 54: 617-635.

 DOI: <http://dx.doi.org/10.31055/1851.2372.v54.n4.24707>



Background and aims: Peasant communities associated with small-scale livestock often have deep knowledge of the environment, ecosystems and plant species in which their animals are fed. In this study, knowledge associated with forage plants in the Sierra de Ancasti, Argentina (Dry Chaco) was inquired. Accordingly, we determined what types of livestock is raised in the area, what plants are consumed by domestic animals and, in local terms, what is considered a forage.

M&M: By using the *snowball technique*, 20 households, related to livestock areas, participated in the open and semi-structured interviews. Study participants were specifically asked about forage species. Field work was complemented with participant observation and guided walks with peasant shepherd families related.

Results: Local production is mainly related to goats, sheep and cattle. Regarding forage plants, 154 species were found (corresponding to 129 genera, 51 families). The high percentage of species of native origin is significant (78%). According to the Frequency Index, the most widely cited kinds of forage are: *Cereus forbesii*, *Medicago sativa*, *Vachellia aroma*, *V. caven* y *Zea mays*.

Conclusions: The variety of species consumed by the different types of livestock, the prevalence of native fodder species and the diversity of habits and parts used highlights the region's rich biological diversity. Likewise, the forage term was defined by Ancasti's inhabitants as associated with the concept of "raise" the animal (feeding, fattening, caring or increasing production).

KEY WORDS

Dry Chaco, ethnobotany, fodder plants, livestock, rural communities.

RESUMEN

Introducción y objetivos: Las comunidades campesinas asociadas al pastoreo y a la ganadería -a pequeña escala- suelen tener un profundo conocimiento de los ambientes, de los ecosistemas y de las plantas en las que se crían sus animales. En este estudio se indagó el conocimiento asociado a las plantas forrajeras en la Sierra de Ancasti, Argentina (Chaco seco). Para ello se estableció qué tipo de ganado se cría en la zona, qué plantas son consumidas por los animales domésticos y en términos locales, qué se considera un forraje.


M&M: Por medio de la técnica *bola de nieve*, 20 unidades domésticas participaron de las entrevistas abiertas y semiestructuradas, consultándoles específicamente por las especies forrajeras. El trabajo de campo se complementó con observación participante y caminatas guiadas junto a familias campesinas asociadas al pastoreo.

Resultados: La producción local se relaciona principalmente al ganado caprino, ovino y vacuno. En relación a las plantas forrajeras, se encontraron 154 especies (correspondientes a 129 géneros, 51 familias). Se destaca el alto porcentaje de especies de origen nativo (78%). Según el Índice de *frecuencia de mención*, los forrajes más citados son: *Cereus forbesii*, *Medicago sativa*, *Vachellia aroma*, *V. caven* y *Zea mays*.

Conclusiones: La riqueza de especies consumidas por los distintos tipos de ganado, el dominio de las especies nativas en la alimentación de los animales y la diversidad de tipos de hábito y partes de uso, son una muestra de la amplia diversidad biológica de la región. Asimismo, se definió el término de forraje, que para los pobladores de Ancasti está asociado al concepto de "mantener" al animal (alimentar, engordar, cuidar, aumentar la producción).

PALABRAS CLAVE

Chaco Seco, etnobotánica, forrajes, ganadería, poblaciones rurales.

Recibido: 13 Junio 2019
Aceptado: 1 Octubre 2019
Publicado: 15 Diciembre 2019
Editora: Norma Hilgert 

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

INTRODUCCIÓN

El pastoreo y la ganadería -a pequeña escala- puede definir como la cría, el cuidado y el manejo del ganado en espacios abiertos o al aire libre (Galaty & Johnson, 1990). Alrededor del mundo, este tipo de ganadería -a pequeña escala- constituye para sociedades y pueblos pastoriles, la principal fuente de producción, donde la fuerza laboral gira en torno al cuidado animal y genera estabilidad económica a los pobladores (Galaty & Johnson, 1990; De Rancourt *et al.*, 2006; Scarpa, 2012; Rivera, 2014; Nunes *et al.*, 2015). De esta manera, el ganado no solo forma parte del capital financiero de las unidades domésticas, también constituye una fuente de ahorro y de recursos que se hacen disponibles en situaciones de emergencia o necesidad (Rivera, 2014).

Para las comunidades indígenas y campesinas, la cría de animales involucra una serie de dinámicas y prácticas, que van más allá de los de los ámbitos productivos, donde el ganado también hace parte de numerosas redes simbólicas y sociales, que permean el día a día de las comunidades, otorgándoles características propias a las unidades familiares y ocupando lugares de privilegio en su cultura (Evan-Pritchard, 1940; Schwabe & Kuojok, 1981; Galaty & Johnson, 1990; Quiroga Mendiola, 2011; Scarpa, 2012).

En efecto, la cría de animales es una práctica antigua que representa una importante fuente de subsistencia para los hogares con bajos ingresos en todo el mundo (UICN, 2008; FAO, 2011; Galeano *et al.*, 2013; Nunes *et al.*, 2015). El ganado también permite a los pobladores, la diversificación de sus propios recursos, amainando los riesgos frente a los cambios sociales, económicos y climáticos (Rivera, 2014). De esta forma, en los ambientes áridos y semiáridos, donde la producción agrícola es escasa, el pastoreo se ha constituido como una práctica frecuente y propia de las comunidades humanas que habitan estos ecosistemas (FAO, 2011). El Chaco Seco no escapa a esta realidad, siendo frecuente entre los pobladores la crianza principalmente de ganado caprino, pero también de ovino y vacuno (Roig, 2003; Bazán, 2006; Cáceres, 2006; Scarpa, 2007, 2012; Ramisch *et al.*, 2009; Cavanna *et al.*, 2010; Riat, 2012; Jiménez-Escobar, 2015, 2019).

Por definición la palabra forraje, es referida a aquellas partes vegetales consumidas por el ganado

(Ledesma *et al.*, 2007). En la Argentina, uno de los primeros autores que resaltó la importancia de las investigaciones sobre plantas forrajeras fue Burkart (1943), quien afirma que las comunidades ganaderas, presentan un “caudal de conocimientos”, donde se distinguen los “mejores pastos”, sus dominios y su valor forrajero. Luego se han publicado otros trabajos que abordan el estudio de las prácticas ganaderas y la dieta vacuna en el Chaco Argentino (Morello & Saravia, 1959a, b; Ragonese, 1967; Morello *et al.*, 1973; Ragonese & Milano, 1984; Braun Wilke, 1995; Roig, 2003). Asimismo, el estudio del uso de pastizales naturales y sabanas como ecosistemas para el desarrollo de la ganadería ha motivado el interés de otras investigaciones (Marino, 2008, 2013). Por otra parte, resultan pioneros los estudios de sustentabilidad ecológica y socio-cultural para ecosistemas pastoriles en ambientes áridos de alta montaña, realizados por Quiroga-Mendiola (2011) en la provincia de Jujuy.

Para la etnobiología, se destacan los aportes de Scarpa (2007) quien, para el oeste de Formosa, cita 196 taxas vegetales y construye un Índice de Valor Forrajero (IVF) para calcular la calidad y la disponibilidad de 189 plantas forrajeras silvestres. Por otra parte, para la Provincia de Santiago del Estero el trabajo de Riat (2012), presenta 35 especies vegetales reconocidas como forrajes. Mientras para la provincia de Catamarca, Cavanna *et al.* (2010) realizaron una primera descripción de las plantas forrajeras con comunidades campesinas de las Salinas Grandes y Jiménez-Escobar (2015) destacó el uso y manejo de 14 especies de la familia Bromeliaceae, consumidas por el ganado en áreas serranas.

Las comunidades campesinas asociadas a la cría de animales suelen tener un profundo conocimiento de los ambientes, del ecosistema y de las plantas. Estos saberes populares se revisten de gran valor social, económico y cultural, principalmente en lugares donde la alimentación de los animales de cría depende de las pasturas naturales y del bosque nativo. Por lo tanto, para una planificación ganadera sostenible y una valoración de los recursos vegetales asociados a estos espacios, es necesario establecer la riqueza de plantas vinculadas a las prácticas de pastoreo. De igual manera, se debe evaluar el uso y el aprovechamiento de algunas especies, las formas de manejo y el tipo de ganado. Estos lineamientos deben considerarse como herramientas importantes

a la hora de proponer estrategias de conservación, dado el impacto que generan sobre las poblaciones vegetales y en general sobre la conformación del paisaje. En este contexto, las indagaciones que se pretenden contestar, están relacionadas directamente a los pequeños y medianos productores ganaderos, con quienes se abordaron los siguientes cuestionamientos: ¿Qué es un forraje en términos locales? ¿Qué tipos de ganado se crían en Ancasti? ¿Cuáles plantas son consumidas por los animales?

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El departamento de Ancasti está situado entre los 28° 23' 29,3'' S y los 65° 20' 65,4'' O. Posee una superficie de 2.412 Km² lo que representa el 2,35% de la dimensión geográfica de la provincia de Catamarca (Fig. 1). La Sierra de Ancasti está dentro de la provincia geográfica chaqueña (distrito chaco-serrano). Se caracteriza por presentar un clima cálido-húmedo, con una temperatura media anual de 19 °C y precipitaciones que oscilan entre los 500 y 1200 mm anuales, concentradas en la época de verano (Bazán, 2006; Palmeri *et al.*, 2008).

Con un relieve montañoso, la región presenta praderas de altura con pasturas naturales, quebradas, pequeños valles intermontanos y faldeos con formaciones boscosa. La estructura vegetal de la zona se caracteriza por combinar elementos arbóreos típicos del Chaco Seco, como *Celtis* spp., *Geoffroea decorticans* (Gillies ex Hook. & Arn) Burkart., *Jodina rhombifolia* (Hook. & Arn.) Reissek y *Schinopsis lorentzii* (Griseb.) Engl, con elementos propios del Chaco Serrano, como *Lithraea molleoides* (Vell.) Engl., *Parapiptadenia excelsa* (Griseb.) Burkart, *Parasenegalia visco* (Lorentz ex Griseb.) Seigler & Ebinger, *Ruprechtia apetala* Wedd. y *Zanthoxylum coco* Gillies ex Hook. f. & Arn., y especies asociadas a la eco-región Yungas (en Ancasti, selva de transición o cebilar) como *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan, *Erythroxylum argentinum* O.E. Schulz y *Xylosma pubescens* Griseb.

Las praderas de altura o pastizales de neblina son uno de los paisajes más representativos de la Sierra (1000 -1200 msnm). Presentan una marcada estacionalidad, donde se destaca un amplio dominio de pastizales nativos (*Cyperus corymbosus* Rottb., *Elionurus muticus* (Spreng.) Kuntze, *Festuca*

hieronymi Hack., *Jarava ichu* Ruiz & Pav., *Poa calchaquiensis* Hack., *Setaria macrostachya* Kunth, solo por destacar algunos), con elementos de porte herbáceo a arbustivo (*Baccharis flabellata* Hook. & Arn., *Berberis ruscifolia* Lam., *Croton lachnostachyus* Baill. y *Ephedra tweediana* Fisch. & C.A. Mey.) y la ausencia de árboles. En relación con la ecología vegetal y la vegetación de los ambientes del Este de Catamarca, se pueden reseñar las investigaciones referentes a la fitogeografía (Morláns, 1995), la flora (Perea *et al.*, 2007; Quiroga & Reinoso-Franchino, 2010; Perea, 2011) y las gramíneas forrajeras del Chaco seco (Quiroga & Correa 2011). Asimismo, recientes contribuciones incluyen percepciones y usos de plantas por parte de la comunidad rural de Ancasti (Jiménez-Escobar, 2015, 2019; Martínez & Jiménez-Escobar, 2017; Jiménez-Escobar & Martínez, 2019)

Pobladores actuales de la Sierra

Según los datos más recientes del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC, 2010), el departamento está conformado por una población de 2900 habitantes, que conforman un total de 786 hogares o unidades familiares. La mayoría de estos pobladores viven en casas o departamentos (91%), siendo muy bajo el porcentaje de familias que habita en otro tipo de vivienda como ranchos (7%) o casillas (1%). Según Ramisch *et al.* (2009), en el año 2002 en Ancasti existían cerca de 494 explotaciones agropecuarias, de las cuales 450 (91%) eran conformadas por pequeños productores familiares.

En cuanto a la jurisdicción política de Ancasti, el departamento se divide en 10 distritos, donde están asentadas poblaciones con escasa concentración demográfica, siendo el único municipio la Villa de Ancasti (305 habitantes), mientras la segunda localidad en importancia poblacional es Anquincila (200 habitantes). El resto de la población esta diseminada en caseríos y parajes que conforman la típica fisonomía rural de la zona (INDEC, 2010).

En la actualidad, los pobladores rurales de la región que se autodefinen como *criollos-serranos* y mantienen una clara vocación campesina (Jiménez-Escobar, 2019). La economía de subsistencia sigue siendo y está asociada principalmente a sistemas a campo abierto de producción ganadera a pequeña escala. Según Ramisch *et al.*, (2009) aunque en la región hay una importante producción de ganado vacuno, Ancasti se caracteriza por tener una producción caprina y ovina predominante. En la

Sierra, la agricultura cuando es a escala familiar, está relegada generalmente a pequeñas *chacras*, en donde se cultiva principalmente “maíz” (*Zea mays* L.) y “zapallo” (*Cucurbita maxima* Duch.).

Fase de campo

Los datos etnobotánicos específicos para esta temática fueron obtenidos a través de 4 campañas de campo, realizadas entre junio de 2016 y marzo de 2018. Asimismo, se sistematizó la información

general obtenida por el equipo de etnobiología CONICET-IDACOR, Museo de Antropología, FFyH-UNC, que desde el año 2001, viene realizando caminatas etnobotánicas de reconocimiento de especies a campo y entrevistas abiertas y en profundidad (Albuquerque *et al.*, 2014). El enfoque en temáticas forrajeras se llevó a cabo con pequeños productores ganaderos de la zona. Previo a las entrevistas con los pobladores, se informó acerca del proyecto de investigación y sus objetivos a



Fig. 1. Ubicación del área de estudio, Departamento de Ancasti, Provincia de Catamarca, Argentina.

los representantes municipales de Ancasti y se estableció un convenio de investigación con la Secretaría de Estado del Ambiente y Desarrollo Sustentable, Gobernación de la Provincia de Catamarca (Expediente N° 28950/15). De igual forma, en cada una de las unidades familiares visitadas se socializó el proyecto, así como sus alcances y por medio de consentimiento verbal se solicitó a los pobladores su colaboración, en concordancia con el Código de Ética de la Sociedad Internacional de Etnobiología (ISE 2006).

En total, 20 unidades domésticas (U.D.) participaron de las entrevistas abiertas y semiestructuradas donde se consultó específicamente por las especies forrajeras involucradas en el manejo ganadero (Karremans, 1994; Albuquerque *et al.*, 2014). Asimismo, se enfatizó en temas relacionados a la alimentación animal (forrajes: nativos, usados, adquiridos o comprados), especies consideradas de importancia, criterios de preferencia en el animal, partes consumidas, tipos de ganado, entre otras.

Paralelamente y de forma complementaria, con la técnica de *observación participante* (Guber, 2004, 2011), se realizaron registros etnográficos en tres unidades familiares que presentaron diferentes tipos de ganado y cuya actividad económica central es dependiente de la cría de animales. Acompañados por los pastores de estas unidades familiares se realizaron caminatas guiadas, recorridas al campo y recolección de ejemplares vegetales (Albuquerque *et al.*, 2014). Con estas familias también se compartieron varias actividades socio-culturales, vinculadas específicamente al manejo ganadero, tales como: el esquila de las ovejas, la marcada del ganado vacuno (la herra o la yerra), las pariciones de animales de cría, la recolección de forrajes en el invierno, la cosecha del maíz, la alimentación con forrajes comprados, las cabalgatas como forma de locomoción, la faena de corderos, entre otras.

Procesamiento de material vegetal y análisis

Las plantas fueron recolectadas principalmente en estado reproductivo, para su posterior identificación. La colección vegetal fue procesada según los estándares establecidos (Mori *et al.*, 2011). Los ejemplares fueron determinados por los autores y posteriormente depositados en el Herbario del Museo Botánico (CORD), del Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal (IMBIV), Universidad Nacional de Córdoba,

Argentina, bajo la serie de numeración de los autores (GJM: Martínez y NDJ: Jiménez-Escobar, Tabla 1). La lista de especies sigue la propuesta taxonómica y nomenclatura establecida en el *Catálogo de las Plantas Vasculares del Cono Sur*, así como la información relacionada con el hábito y con el origen biogeográfico (Zuloaga *et al.*, 2008, actualización [en línea]: www.darwin.edu.ar). Se realizó un análisis cualitativo de las narrativas y relatos acerca de las temáticas culturales, mientras que la información específicamente etnobotánica se sistematizó en una base de datos Excel, recurriendo para su análisis a la función tablas dinámicas.

Para establecer el origen biogeográfico de las especies, se recurrió al uso de dos categorías (nativa y exótica). Las especies nativas, fueron atribuidas en relación al área geográfica correspondiente a la provincia de Catamarca, siguiendo la propuesta de estatus de las especies vegetales publicado por el Catálogo de las Plantas Vasculares del Cono Sur (Zuloaga *et al.*, 2008). La frecuencia de mención (Fr) corresponde al número de pobladores que citaron la especie dividida por el total de los entrevistados (20). Con la finalidad de poder realizar comparaciones, se siguen las consideraciones propuestas por Scarpa (2007) para el estudio de forrajes en Argentina.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Forrajes de la Sierra de Ancasti

En la Sierra de Ancasti los pobladores suelen diferenciar dos grandes categorías: las plantas forrajeras y las plantas que come el animal, aunque entre sí, estas dos categorías locales no son excluyentes y van a depender del tipo ganado que tiene el poblador y de la vegetación circundante. En general, un forraje es una o varias plantas que come el ganado, pero que además “mantiene” al animal, presentando alguna característica particular a la que se le atribuye algún beneficio y por la cual se destaca entre otras especies vegetales. Es así como, se dice en la Sierra: “*Los forrajes no son todos, son aquellos que mantienen al animal*”. De esta manera, las forrajeras son plantas -o alguna de sus partes- que presentan una o varias cualidades, que se relacionan directamente con su cuidado: que no dejan morir de hambre al ganado en el invierno, que lo engordan en el verano, que le generan un aumento en la producción de leche, que lo comen

las crías en sus primeros días de vida, que hacen “hueviar” a las aves de corral (aumento en la producción de huevos), entre otras.

Tipos de ganado en la Sierra de Ancasti

Los pobladores se caracterizan por criar principalmente tres tipos de ganado; el caprino (*Capra aegagrus*), el ovino (*Ovis orientalis*) y el vacuno (*Bos taurus*). Según Ramisch *et al.* (2009) aunque en la región hay una importante producción de ganado vacuno, Ancasti presenta una producción caprina y ovina predominante. Los animales pueden ser criados de manera combinada, aunque separados (vacas por un lado, cabras y ovejas por otro). En términos de Bugallo (2014), esta situación se relaciona con los requerimientos nutricionales distintos para cada especie y las capacidades que presentan en cuanto a la adaptación a pasturas y forrajes, por lo que demandan cuidados distintos.

La ganadería en la Sierra es de “cría y recria”, donde los animales están a campo abierto, deambulando en campos comuneros, en los cuales en general no existen límites jurídicos formales (Ramisch *et al.*, 2009). En la zona predomina el sistema de producción de ganadería extensiva, donde la mano de obra es familiar y el ganado vacuno pastorea junto a otros animales de crianza. En las zonas altas o de cumbre las vacas se alimentan principalmente de pastizales nativos. Mientras, en zonas de menor altitud y serranas, que se caracterizan por un aumento la diversidad vegetal, este tipo de ganadería presenta un mayor abanico de posibilidades para alimentarse. Pero en zonas de cumbre y en zonas serranas el poblador rural si bien aprovecha los recursos vegetales nativos, también recurre a especies cultivadas y forrajes comprados para complementar la alimentación de los animales.

En términos generales, los tres tipos de ganado -caprino o “majada”, ovino o “rebaño” y vacuno o “hacienda”- son faenados en las unidades domésticas para el consumo familiar, siendo la carne, una parte importante de la dieta de los *criollos-serranos*. Esta carne, también se comercializa, entre vecinos, conocidos o a carnicerías cercanas. Aunque en ocasiones se venden las crías vivas, lo común es que se entreguen faenadas para el consumo. Otro producto que se obtiene del ganado es la leche, que se bebe y se utiliza para la preparación de quesos y quesillos. Según los pobladores tan solo unas décadas atrás, también se comercializaban las pieles

y las lanas, pero en la actualidad estas actividades han perdido vigencia.

En las unidades domésticas es común tener al menos un caballo (en menor medida, también se crían burros y mulas). El ganado equino, también denominado como “cabalgar” se utiliza como medio de locomoción, transporte y carga. El “caballo serrano”, según los pobladores es “fuerte y resistente”. Al igual que en otras zonas del país, los pobladores los llaman según su color de pelaje (*e.j.*, blanco, negro, overo, tobiano). El caballo está vinculado a las actividades que generalmente en la región se consideran masculinas y en este sentido es común que sean los hombres los encargados de su cuidado. Estos animales que según los pobladores pueden llegar a vivir hasta 30 años, aún en la actualidad siguen siendo protagonistas en el campo, principalmente al momento de arar y labrar la tierra para sembrar. Sin embargo, las motos (motocicletas) siguen cobrando importancia en los espacios rurales, principalmente como un medio de locomoción en distancias cortas.

Otro tipo de animal de cría en la zona, pero que se encuentra en menor cantidad que otros tipos de ganado es el chanco o también afectuosamente conocido como el “cuchi” (*Sus scrofa domestica*). El chanco se cría suelto, asociado a algunos espacios domésticos como el patio (principalmente cuando son crías), aunque es más común que esté en un espacio cerrado, denominado *chiquero*, lugar específico para estos animales. En la región aquellos que se dedican a la cría de cerdos se les conocen como *chancheros*. Esta actividad según los mismos pobladores “no es para todos”. Los animales al estar encerrados, precisan de ciertos cuidados, así como de aprovisionamiento de comida y de agua. En época de pariciones, los *chancheros* buscan pastos y pajas para elaborar en los corrales y chiqueros un tipo de cama para la chancha.

También, la cría de aves es una actividad común en Ancasti. Está presente en la mayoría de las unidades domésticas, siendo su principal fin el autoconsumo, tanto de huevos como de carne. En general, se crían gallinas (*Gallus gallus domesticus*), en menor medida y tan solo en algunas familias se tienen gansos (*Anser spp.*), patos (*Anas platyrhynchos domesticus*) y pavos (*Meleagris gallopavo mexicana*). Las gallinas se crían sueltas -sin corrales- deambulan por el terreno buscando comida y antes de la noche trepan a los árboles cercanos, a la casa o a los gallineros para dormir.

Forrajes y plantas consumidas por el ganado

Se encontraron 154 especies, pertenecientes a 51 familias botánicas (Tabla 1). Poaceae es la familia con mayor número de especies (29), seguida de Fabaceae (13), Asteraceae (12), Bromeliaceae (10) y Cactaceae (10). En cuanto al número de géneros, se registraron 129 para Ancasti, *Tillandsia* presenta el mayor número de especies (6), seguido de *Opuntia* (4) y *Setaria* (4).

Los valores de riqueza de plantas forrajeras para la Sierra de Ancasti son altos en comparación con otros estudios en Argentina, que presentan: 35 especies en Chaco Seco, provincia de Santiago del Estero (Riat, 2012); 52 especies forrajeras en la región de la Pampa Seca (Muiño, 2010); 91 especies en la Puna jujeña (Quiroga Mendiola, 2011). Aun así, la riqueza para la Sierra de Ancasti resulta menor que la registrada por Scarpa (2007), quien cita 189 especies forrajeras silvestres en comunidades campesinas del norte argentino (Provincia de Formosa). Si se establecen comparaciones con comunidades campesinas en otras regiones correspondientes a ecosistemas secos en Latinoamérica: 49 especies en Bosque Seco Tropical en la zona Andina de Colombia (Galeano *et al.*, 2013); 136 especies en Bosque Seco de la Caatinga brasilera (Nunes *et al.*, 2015).

Según el origen geográfico de las especies, 120 especies (77.9%) de las plantas forrajeras son nativas de la Sierra de Ancasti. Mientras, 29 especies (18.8%), son de origen exótico. Cinco especies cuya determinación taxonómica no fue completada, son aquellas que presentan un origen desconocido (3.2%). De acuerdo con los datos suministrados por Catálogo de plantas vasculares del Cono Sur (Zuloaga *et al.*, 2008), seis especies forrajeras son endémicas del Cono Sur (*Baccharis flabellata*, *Cenchrus pilcomayensis*, *Echinopsis aurea* var. *aurea*, *Ephedra tweediana*, *Lippia junelliana* y *Myrcianthes cisplatensis*) y dos especies son endémicas de Argentina (*Nassella catamarcensis* y *Setaria cordobensis*), siendo la primera, exclusiva de áreas serranas de la Provincia de Catamarca.

En relación al hábito de las especies forrajeras, la forma herbácea es la que presenta mayor riqueza, con 86 especies (55.8% del total), seguida por las formas arbustiva y subarbustiva 39 sp. (25.3%) y arbórea 25 sp. (13.6%). Las formas herbáceas en los ecosistemas secos cobran protagonismo por su

abundancia en términos fitogeográficos referidos a la riqueza. Según Giorgis *et al.* (2011), el 79,5 % de las plantas del Bosque Chaqueño Serrano en la provincia de Córdoba, corresponden a la forma de vida herbácea (711 especies de 894), arbustos (14,2%) y árboles (6,3%). Por otro lado, las especies de porte arbustivo y arbóreo representan cerca del 39% de las plantas forrajeras de la Sierra, esta información se debe resaltar, ya que algunos autores afirman que, para la región del Chaco Seco, es importante el rol que desempeñan árboles y arbustos en la alimentación del ganado, por el alto valor nutritivo (Sánchez *et al.*, 2007).

Con respecto a los tipos de ganado que consumen las plantas en la Sierra, de las 154 especies registradas, las cabras consumen 124 (80,5% del total). Un valor considerablemente superior si se compara con el número de especies que llegan a consumir otros tipos de animales de cría, como el vacuno 92 (59,7%) o el ovino 69 (44,8%, Fig. 2).

De las 154 especies vegetales, 25 de ellas son forrajeadas exclusivamente por el ganado caprino (Tabla 1). Y es que entre los principales tipos de ganado presentes en Ancasti, se destaca el caprino, por ser el más abundante y por ser considerado como el más fácil de criar. Al igual que lo sugerido por Riat (2012), esa valoración de los cuidados de las cabras podría estar relacionado con la alta diversidad de tipos o variedades de forraje que pueden consumir. Dicho de otra forma, quizás esta menor atención en el cuidado del ganado caprino, no solo se deba a la importancia cultural y económica que le otorgan los *criollos*, sino también al nivel de selectividad de cada ganado respecto de la oferta natural del forraje. Si se vinculan los enunciados recientemente descritos y se relacionan con otros factores determinantes como la disponibilidad de tierras, los ingresos económicos, la capitalización de las unidades familiares, se evidencia la real importancia que tienen las cabras para el campesinado de la Sierra.

En efecto, las cabras son animales fácilmente adaptables; varios autores han sugerido que, debido a las características anatómicas-fisiológicas, pueden adaptar su dieta de acuerdo al tipo de forraje disponible, variando la composición alimentaria según la calidad y la oferta, pasando de ser consumidoras generalistas a especialistas, en la medida que el ambiente alimenticio mejore (Roig, 2003). Asimismo, De Rancourt *et al.* (2006) afirman que entre las ventajas del ganado rumiante (caprino

Tabla 1. Lista comentada de las especies forrajeras de la Sierra de Ancasti, Catamarca.

FAMILIA, Especie, Vaucher	Nombre común	Origen	Hábitat	Fr%	Parte	Forraje
AMARANTHACEAE						
<i>Amaranthus hybridus</i> L. ssp. <i>hybridus</i> , NDJ 2308	ataco	E	Pe	15	Pa	ca, ov, po
<i>Amaranthus</i> cf. <i>spinosus</i> L., GJM 931	ataco	N	Pe	10	Pa	ca, ov, po
<i>Amaranthus</i> sp.1 GJM 1433	ataco	SD	Pe	10	Pa	ca, ov, po
<i>Gomphrena haenkeana</i> Mart. NDJ 2315	SN	N	Cu, Si	10	Pa	ca, ov
ANACARDIACEAE						
<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl. GJM 883	molle, molle de beber	N	Si	25	Fr, Ho	ca, ov, va
<i>Schinus fasciculatus</i> (Griseb.) I.M. Johnst. var. <i>fasciculatus</i> GJM 1263	molle tonto, molle pispo	N	Si	30	Fr, Ho	ca, ov
APIACEAE						
<i>Coriandrum sativum</i> L., NDJ 2016	cilantro	E	Pe	10	Pa	ca
<i>Eryngium ebracteatum</i> Lam., NDJ 2233	escorcera	N	Cu, Si	15	Ho, Ra	po, va
<i>Hydrocotyle ranunculoides</i> L. f., NDJ 2015	redondo del agua, arandela del agua	N	Si	20	Pa	ca, eq, ov, va
ARACEAE						
<i>Lemma gibba</i> L., NDJ 2016	rojilla	N	Si	10	PE	va
ASPARAGACEAE						
<i>Agave americana</i> L., NDJ 2340	pita	E	Pe	10	Pa	va
ASTERACEAE						
<i>Acanthospermum hispidum</i> DC., NDJ 2292	horquetilla	N	Si	10	Pa	ca, ov
<i>Achyrocline satureioides</i> (Lam.) DC., GJM 1284	salvia	N	Si	10	Pa	ca
<i>Baccharis flabellata</i> Hook. & Arn., NDJ 2245	clavillo	N	Cu	10	Ho	ca, ov, va
<i>Baccharis ulicina</i> Hook. & Arn. NDJ 2268	yerba meona, yerba oveja	N	Cu, Si	10	Pa	ov
<i>Gaillardia megapotamica</i> (Spreng.) Baker var. <i>scabiosoides</i> (Arn. ex DC.) Baker, GJM 862, 1149; NDJ 2254	botón de oro, topasaire	N	Si	10	Pa	ca, ov
<i>Helianthus annuus</i> L., SC	girasol	A	VC	10	Se	av
<i>Parthenium hysterophorus</i> L. GJM 1199; NDJ 2291	altamisa	N	Si	10	Pa	ca
<i>Pectis odorata</i> Griseb., NDJ 2320	manzanilla dulce	N	Si	10	Pa	ca, ov
<i>Pseudognaphalium</i> sp.1, NDJ 2311	salvia blanca	N	Cu, Si	10	Pa	ca, ov
<i>Schkuhria pinnata</i> (Lam.) Kuntze ex Thell., GJM 860, 1280	matapulgas, canchalagua	N	Cu, Si	10	Pa	va
<i>Xanthium spinosum</i> L. var. <i>spinosum</i> , GJM 904; NDJ 2269	cepacaballo	A	Cu, Si	15	Ho	eq*, va
<i>Zinnia peruviana</i> (L.) L., GJM 872; NDJ 2248	chinita	N	Cu, Si	20	Pa	ca, eq, ov
AZOLLACEAE						
<i>Azolla filiculoides</i> Lam., NDJ 2022	cresta de gallo	N	Si	20	PE	va
BRASSICACEAE						
<i>Nasturtium officinale</i> W.T. Aiton, SC	berro	A	Si	15	Pa	av, ca, po, va
BROMELIACEAE						
<i>Deuterocohnia longipetala</i> (Baker) Mez, NDJ 2322	chaguar	N	Cu, Si	30	Ho	ca, va
<i>Dickya floribunda</i> Griseb., SC	chaguar	N	Si	30	Ho	ca, va
<i>Puya spathacea</i> (Griseb.) Mez, NDJ 1992	chaguar	N		35	Ho	ca, eq*, va
<i>Tillandsia argentina</i> C. H. Wright, NDJ 2000, 2285	azahar	N	Cu, Si	35	PE	ca, ov, va
<i>Tillandsia capillaris</i> Ruiz & Pav., NDJ 2010	clavel del aire	N	Si	30	PE	ca, eq, va
<i>Tillandsia duratii</i> Vis., NDJ 2021, 2288	azahar	N	Si	35	PE	ca, po, va

N. D. Jiménez-Escobar y G. J. Martínez - Plantas forrajeras de la Sierra de Ancasti, Catamarca

Continuación Tabla 1

FAMILIA, Especie, Vaucher	Nombre común	Origen	Hábitat	Fr%*	Parte	Forraje
<i>Tillandsia ixioides</i> Griseb., NDJ 1983	azahar	N	Cu, Si	35	PE	ca, eq, ov, va
<i>Tillandsia lorentziana</i> Griseb., GJM 1050	azahar	N	Si	35	PE	ca, eq, va
<i>Tillandsia minutiflora</i> Donadío, NDJ 2017	clavel del aire, flor del aire	N	Si	30	PE	ca, va
<i>Tillandsia xiphioides</i> Ker Gawl., NDJ 1983	azahar	N	Si	35	PE	ca, eq, ov, va
CACTACEAE						
<i>Cereus forbesii</i> Otto ex C.F. Först. NDJ 2300	ucle, cacto de san Juan	N	Si	55	Pa	ca, ov, va
<i>Cleistocactus smaragdiformis</i> (F.A.C. Weber) Britton & Rose, SC	alaba, cola de zorro	N	Si	25	Ta	ca, ov, va
<i>Cleitocactus</i> cf. <i>baumannii</i> (Lem.) Lem. GJM 1088	bola de gato, huevo de gato	N	Si	10	Pa	po
<i>Echinopsis aurea</i> Britton & Rose var. <i>aurea</i> , NDJ 2280	machocorota, machocorote	N	Cu, Si	15	Pa	ca, ov
<i>Harrisia pomanensis</i> (F.A.C. Weber ex K. Schum.) Britton & Rose ssp. <i>pomanensis</i> , GJM 1034B, 1104	ulva	N	Si	20	Pa, Fl	ca, po
<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill., GJM 1168, 1426	tuna	A	Pe	10	Ta	va
<i>Opuntia prasina</i> Speg., NDJ 2279	penca belenista	SD	Pe	10	Pa	ca, ov, va
<i>Opuntia salmiana</i> Parm., NDJ 2296	cola de león	N	Si	10	Fr	ca, po
<i>Opuntia sulphurea</i> Gilles ex Salm-Dyck var. <i>pampeana</i> (Speg.) Backeb., SC	quishcaloro, quiscaludo	N	Si	30	Pa, Fr	ca, ov, va
<i>Trichocereus terscheckii</i> (Parm. ex Pfeiff.) Britton & Rose, NDJ 2301	achuma, cardón	N	Cu, Si	30	Ta	ca, va
CANNACEAE						
<i>Canna indica</i> L., SC	achera	N	Pe	10	Ho, Ra	po
CARYOPHYLLACEAE						
<i>Polycarpon suffruticosum</i> Griseb., NDJ 1993, 2246, 2307	helecho chinito, helecho del campo	E	Si	20	Pa	ca, ov
CELTIDACEAE						
<i>Celtis ehrenbergiana</i> (Klotzsch) Liebm., GJM 905; NDJ 2295	tala, tala pispito	N	Si	15	Pa	av, ca, ov, po
<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg., GJM 1055, 1371; NDJ 2249	horco tala, tala, tala macho	N	Si	15	Pa	ca, ov, va
CHENOPODIACEAE						
<i>Dysphania ambrosioides</i> (L.) Mosyakin & Clemants, GJM 947	paico	N	Pe	10	Pa	ca
CONVOLVULACEAE						
<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth, NDJ 2232	porotillo, suspiro (flor violeta)	N	Pe	20	PE	ca, eq, po, ov
<i>Ipomoea</i> sp. SC	porotillo (flor blanca)	SD	Pe	15	PE	ca, ov, po
CUCURBITACEAE						
<i>Cucurbita maxima</i> Duch., SC	zapallo	E	Pe	15	Fr	ca, po, va
CYPERACEAE						
<i>Cyperus corymbosus</i> Rottb., NDJ 1991	pasto colorado	N	Si	10	Pa	ca, eq, ov, va
<i>Cyperus haspan</i> L., NDJ 2236	pasto "natural"	N	Si	10	Pa	ca, eq, ov, va
<i>Cyperus esculentus</i> L. <i>esculentus</i> L., NDJ 2314	pasto	E	Cu, Si	10	Pa	eq, va
<i>Cyperus niger</i> Ruiz & Pav., NDJ 2251	paja	N	Cu	10	Pa	eq, ov, va
<i>Rhynchospora</i> cf. <i>rugosa</i> (Vahl) Gale, NDJ 2273	pasto	N	Si	15	Pa	ca, eq, ov

Continuación Tabla 1

FAMILIA, Especie, Vaucher	Nombre común	Origen	Hábitat	Fr%*	Parte	Forraje
EPHEDRACEAE						
<i>Ephedra tweediana</i> Fisch. & C.A. Mey. emend. J.H. Hunz., GJM 1035, 1170; NDJ 1987	tramontana	N	Cu	45	Pa	eq*, ca, ov, va
EUPHORBIACEAE						
<i>Cnidoscolus tubulosus</i> (Müll. Arg.) I.M. Johnst. var. <i>trilobus</i> (Müll. Arg.) Lourteig & O'Donell, GJM 885	ya te veo	N	Si	25	Ra	po
<i>Croton lachnostachyus</i> Baill., GJM 856, 894; NDJ 2256	tinajera	N	Cu, Si	10	Pa	ca, va
<i>Euphorbia hirta</i> L. var. <i>ophthalmica</i> (Pers.) Allem & Irgang, NDJ 2312	hierba de golondrina	E	Si	10	Pa	ca
<i>Ricinus communis</i> L.	tártago	E	Pe	10	Ho	ca
FABACEAE						
<i>Adesmia muricata</i> (Jacq.) DC. var. <i>dentata</i> (Lag.) Benth., NDJ 2004	boca de pato	N	Si	10	Pa	ca, eq, ov, va
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan var. <i>cebil</i> (Griseb.) Altschul, GJM 925, 1191	cébil	N	Si	15	Fr, Ho	ca, ov, va
<i>Geoffroea decorticans</i> (Gillies ex Hook. & Arn.) Burkart, NDJ 2219	chañar	N	Si	40	Fr	ca, po, va
<i>Medicago sativa</i> L., SC	alfalfa, alfa	E	VC	75	Pa	eq, va
<i>Mimosa farinosa</i> Griseb. GJM 889, 1087; NDJ 2023	shinqui	N	Cu, Si	45	Pa, Fl, Fr	eq*, ca, ov, va
<i>Parapiptadenia excelsa</i> (Griseb.) Burkart, GJM 1057, 1256, 1326	viscote colorado	N	Si	20	Fr, Ho	ca, va
<i>Parasenegalia visco</i> (Lorentz ex Griseb.) Seigler & Ebinger, GJM 897, 1053, NDJ 2277	viscote, viscote negro	N	Si	45	Fr, Ho	ca, eq, ov, va
<i>Prosopis alba</i> Griseb., GJM 1223	algarrobo	N	Si	30	Fr	ca, eq, ov, va
<i>Prosopis nigra</i> (Griseb.) Hieron., GJM 949	algarrobo negro	N	Si	10	Fr	ca, va
<i>Prosopis sericantha</i> Gillies ex Hook. & Arn., GJM 1217, 1229	albardón	N	Si	10	Fr	ca
<i>Robinia pseudoacacia</i> L., NDJ 2361, 2386	acacio	E	Pe	10	Fr, Ho	ca
<i>Vachellia aroma</i> (Gillies ex Hook. & Arn.) Seigler & Ebinger, GJM 870, 1298; NDJ 2014	tusquilla, algarrobilla, tusca	N	Cu, Si	50	Fl, Fr, Ho	ca, ov, va
<i>Vachellia caven</i> (Molina) Seigler & Ebinger, GJM 871, 1297	churqui, tusca	N	Cu, Si	65	Fl, Fr, Ho	ca, eq, ov, va
JUGLANDACEAE						
<i>Juglans australis</i> Griseb. GJM 1046, NDJ 2020	nogal cimarrón	N	Pe	30	Fr	ca, po, va
LAMIACEAE						
<i>Hedeoma multiflora</i> Benth., GJM 1257	tomillo	N	Si	15	Pa	ov
LORANTHACEAE						
<i>Ligaria cuneifolia</i> (Ruiz & Pav.) Tiegh., GJM 1283, NDJ 2281	liga	N	Si	35	PE	ca, ov, va
<i>Struthanthus uraguensis</i> (Hook. & Arn.) G. Don, GJM 1180	liga	N	Si	35	PE	ca, ov, va
<i>Tripodanthus acutifolius</i> (Ruiz & Pav.) Tiegh., GJM 957, 1264; NDJ 2001, 2284	corpo, corpus	N	Si	15	PE	ca
LYTHRACEAE						
<i>Heimia salicifolia</i> (Kunth) Link, GJM 855, NDJ 2258	arupaco, quebraarado	N	Cu, Si	15	Pa	ca, ov
MALPIGHIACEAE						
<i>Heteropterys dumetorum</i> (Griseb.) Nied., GJM 1202	loconte amarillo	N	Si	10	Pa	ca

N. D. Jiménez-Escobar y G. J. Martínez - Plantas forrajeras de la Sierra de Ancasti, Catamarca

Continuación Tabla 1

FAMILIA, Especie, Vaucher	Nombre común	Origen	Hábitat	Fr%*	Parte	Forraje
MALVACEAE						
<i>Ceiba chodatii</i> (Hassl.) Ravenna, GJM 1192; NDJ 2296	palo borracho	N	Si	25	Ho, Ta	ca, ov, va
<i>Sphaeralcea bonariensis</i> (Cav.) Griseb., GJM 854	malva, malva blanca	N	Si	10	Ho	ca, po, va
MORACEAE						
<i>Broussonetia papyrifera</i> (L.) L'Hér. ex Vent., GJM 1243, NDJ 2287	gomero, mora turca	E	Pe	15	Ho	eq, va
<i>Morus alba</i> L., SC	mora, mora criolla	E	Pe	20	Ho	ca, va
MYRTACEAE						
<i>Myrcianthes cisplatensis</i> (Cambess.) O. Berg, GJM 895, 1044, 1173	huil, mato huil	N	Si	45	Pa	ca, ov, va
NYCTAGINACEAE						
<i>Bougainvillea stipitata</i> Griseb., GJM 896	espinillo	N	Si	15	Ho	ca
OLEACEAE						
<i>Ligustrum lucidum</i> W.T. Aiton, NDJ 2370	siempre verde	E	Pe	10	Ho	ca
ORCHIDACEAE						
<i>Oncidium bifolium</i> Sims var. <i>majus</i> Hort, NDJ 2299	margarita	N	Si	15	Pa	ca, va
OXALIDACEAE						
<i>Oxalis conorrhiza</i> Jacq., GJM 1258; NDJ 2252	saladillo, vinagrillo	N	Cu, Si	15	Pa	ca, ov
PARMELIACEAE						
<i>Usnea</i> cf. <i>barbata</i> (L.) Weber ex F.H. Wigg. GJM 1094, 1251, 1370	barba de la peña, barba de monte	N	Cu, Si	15	PE	ca
PLANTAGINACEAE						
<i>Linaria canadensis</i> (L.) Dum. Cours., NDJ 2005	clavelina	E	Si	10	Pa	ca
POACEAE						
<i>Aristida adscensionis</i> L., NDJ 2293, 2319	pasto, pasto flecha	N	Cu, Si	10	Pa	ca, va
<i>Avena</i> spp., SC	avena	E	VC	15	Fr	eq
<i>Bothriochloa springfieldii</i> (Gould) Parodi, GJM 1271	pasto	N	Cu, Si	10	Pa	ca, eq, ov, va
<i>Bouteloua megapotamica</i> (Spreng.) Kuntze, NDJ 2289	pasto, paja fina	N	Cu, Si	15	Pa	ca, eq, ov, va
<i>Cenchrus pilcomayensis</i> (Mez) Morrone, NDJ 2259	pasto simbol	N	Cu, Si	20	Pa	ca, ov, va
<i>Cenchrus spinifex</i> Cav., GJM 1269; NDJ 2283	roseta	N	Cu, Si	15	Pa	ca, ov, va
<i>Cortaderia selloana</i> (Schult. & Schult. f.) Asch. & Graebn., NDJ 2242	cortadera	N	Cu, Si	15	Pa	ca, va
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers., NDJ 2230, 2310	grama	A	Cu, Si	25	Pa	ca, eq, ov, va
<i>Disakisperma dubium</i> (Kunth) P.M. Peterson & N.W. Snow, NDJ 2321	pasto	N	Cu	10	Pa	ca
<i>Eragrostis orthoclada</i> Hack., GJM 1275; NDJ 2305, 2317	pasto/pastura	N	Cu	15	Pa	ca, ov, va
<i>Eustachys retusa</i> (Lag.) Kunth, NDJ 2278	pasto "tipo" gramilla	N	Cu, Si	15	Pa	eq, va
<i>Hordeum</i> spp., SC	cebada	A	VC	20	Fr	eq
<i>Jarava ichu</i> Ruiz & Pav. var. <i>ichu</i> , NDJ 2228, 2316	paja brava, paja dura, paja gruesa	N	Cu, Si	25	Pa	ca, eq, va
<i>Jarava leptostachya</i> (Griseb.) F. Rojas, NDJ 2306	Paja, paja cumbre	N	Cu, Si	35	Pa	ca, eq, ov, va
<i>Leptochloa fusca</i> (L.) Kunth ssp. <i>fascicularis</i> (Lam.) N.W. Snow, GJM 2241	pasto "natural"	N	Cu, Si	10	Pa	eq
<i>Nassella catamarcensis</i> Torres, NDJ 2018	cebadilla	N	Cu	15	Pa	ca, ov, va
<i>Paspalum malacophyllum</i> Trin., NDJ 2274	pasto	N	Cu, Si	10	Pa	ca, ov, va

Continuación Tabla 1

FAMILIA, Especie, Vaucher	Nombre común	Origen	Hábitat	Fr%*	Parte	Forraje
<i>Paspalum notatum</i> Flüggé var. <i>notatum</i> , GJM 1276; NDJ 2234, 2282	grama colorada, gramilla, pasto	N	Cu, Si	45	Pa	ca, eq, va
<i>Poa calchaquiensis</i> Hack., NDJ 2272	pasto	N	Cu	15	Pa	ca
<i>Setaria cordobensis</i> R.A.W. Herrm. GJM 1272	pasto	N	Si	10	Pa	ca, eq, va
<i>Setaria macrostachya</i> Kunth	cadillo	N	Cu, Si	15	Pa	ca, eq, ov, va
<i>Setaria parviflora</i> (Poir.) Kerguelén var. <i>parviflora</i> , NDJ 2240	pasto "natural"	N	Cu, Si	15	Pa	ca, eq
<i>Setaria</i> sp.1, GJM 1270	pasto	SD	Cu	10	Pa	ca, eq, va
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers., GJM 1171	pasto ruso	A	Cu, Si	20	Pa	eq, va
<i>Sorghum</i> spp. SC	pasto sorgo	A	Cu, Si	20	Pa	eq, va
<i>Tragus berteronianus</i> Schult., GJM 1174	pasto	A	Si	10	Pa	ca, ov, va
<i>Triticum</i> spp., SC	trigo	A	VC	25	Pa	ca, eq, va
<i>Zea mays</i> L., SC	maíz	A	Pe, VC	60	Fr, Ho, Se	av, ca, eq, ov, po, va
POACEAE sp.1, GJM 1268	paja canotuda	SD	SD	10	Pa	eq, va
POLYGONACEAE						
<i>Polygonum acuminatum</i> Kunth, NDJ 2237	duraznillo	N	Si	15	Pa	va
<i>Ruprechtia apetala</i> Wedd., GJM 865, 869	chuluca, chicharra	N	Si	15	Ho	ca, va
PORTULACACEAE						
<i>Talinum paniculatum</i> (Jacq.) Gaertn., GJM 1178, NDJ 2318	carne gorda, verdolaga	A	Si	15	Pa	po
PTERIDACEAE						
<i>Doryopteris triphylla</i> (Lam.) Christ, GJM 1277, 1376	helecho negrillo, negrillo	N	Si	10	Pa	ov
RANUNCULACEAE						
<i>Anemone decapetala</i> Ard. var. <i>decapetala</i> , GJM 1312; NDJ 1989	cebolla del zorro	N	Si	20	PE	ca, po
RHAMNACEAE						
<i>Colletia spinosissima</i> J.F. Gmel., NDJ 2007	tola, tola tola	N	Cu, Si	30	Pa	ca, eq, ov, va
<i>Condalia buxifolia</i> Reissek, GJM 881, 940, 1093	piquillín	N	Cu, Si	15	Pa	ca, va
<i>Condalia microphylla</i> Cav., GJM 945, 1090; NDJ 2324	piquillín	N	Cu, Si	15	Pa	ca, va
<i>Condalia montana</i> A. Cast., GJM 1182, 1290	piquillín	N	Cu, Si	15	Pa	ca, va
<i>Sarcomphalus mistol</i> (Griseb.) Hauenschild, GJM 944	mistol	N	Si	35	Fr, Ho	ca, eq, ov, po, va
ROSACEAE						
<i>Margyricarpus pinnatus</i> (Lam.) Kuntze, GJM 866, 1261	manzanita, perlita, huevito de la perdiz	N	Pe	15	Pa	ca, ov, va
<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch, NDJ 2375	durazno	E	Pe	10	Fr	po
RUTACEAE						
<i>Citrus reticulata</i> Blanco, SC	mandarina, mandarino	E	Pe	10	Fr	ca, ov
SALICACEAE						
<i>Salix alba</i> L. SC	mimbre	E	Pe	15	Fr, Ho	ca, eq, va
<i>Salix humboldtiana</i> Willd., GJM 929	sauce, sauce llorón	N	Pe	30	Fr, Ho	ca, eq, va
SAPINDACEAE						
<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil., A. Juss. & Cambess.) Hieron. ex Niederl., GJM 899, 956	chal chal	N	Si	30	Ho	ca, ov, po, va
SCHIZAEACEAE						
<i>Anemia tomentosa</i> (Savigny) Sw. var. <i>anthriscifolia</i> (Schrad.) Mickel, GJM 877, 1023, 1201, 1374	doradilla	N	Si	10	PE	ca

Continuación Tabla 1

FAMILIA, Especie, Vaucher	Nombre común	Origen	Hábitat	Fr%*	Parte	Forraje
SCROPHULARIACEAE						
<i>Buddleja mendozensis</i> Gillies ex Benth. GJM 1029, 1273; NDJ 2247	salvia blanca	N	Si	20	Pa	ca, eq, ov
SIMAROUBACEAE						
<i>Castela coccinea</i> Griseb., GJM 1167	mistolillo	N	Si	10	Fr	ca
SOLANACEAE						
<i>Lycium cestroides</i> Schltld., GJM 915, 1059; NDJ 2267	picoyuyo, piscoyuyo	N	Si	25	Ho	ca
<i>Nicotiana longiflora</i> Cav., GJM 1045	flor de sapo, yerba de sapo	N	Si	10	Pa	ca
<i>Petunia axillaris</i> (Lam.) Britton, Stern & Poggenb. ssp. <i>subandina</i> Ando, GJM 858, NDJ 2290	bocinita, pepinia del campo	N	Si	10	Pa	ca, ov
<i>Solanum argentinum</i> Bitter & Lillo, GJM 951, 1032	malfato	N	Si	20	Pa	eq
<i>Solanum chacoense</i> Bitter, NDJ 2266	papilla	N	Si	10	Ra	eq*
<i>Vassobia breviflora</i> (Sendtn.) Hunz., GJM 926, 1060	piscoyuyo, piscoyuyo blanco	N	Si	15	Pa	av, ca
URTICACEAE						
<i>Urtica circularis</i> (Hicken) Sorarú, GJM 1314	rupachico, ortiga	N	Pe	15	Pa	av, ca, va
VERBENACEAE						
<i>Aloysia gratissima</i> (Gillies & Hook.) Tronc., GJM 878, 1175	palo amarillo, poleo del campo	N	Si	20	Pa	ca, ov, va
<i>Glandularia peruviana</i> (L.) Small, GJM 857A	sangre de Cristo	N	Cu, Si	15	PE	ca
<i>Lippia juneliana</i> (Moldenke) Tronc., GJM 1085, NDJ 2260	salvia de campo, salvia	N	Cu, Si	40	Pa	ca, ov, va
ZYGOPHYLLACEAE						
<i>Portieria microphylla</i> (Baill.) Descole, O'Donell & Lourteig, GJM 934	caspicuchara, frutilla negra, monte crespo	N	Si	20	Ho	ca, ov
INDET.						
Indet. 1, NDJ 2313	enredadera del sol	SD	SD	10	Ho	ca, ov, va

Referencias: Organizada en orden alfabético por familia botánica y nombre científico. Nombres comunes, sin nombre común (SN). Origen: exótica (E), nativa (N), sin información disponible (SD). Hábitat de la especie: cumbre (Cu), sierra (Se), peridoméstico (Pe), venta comercial (VC). Frecuencia de mención (Fr). Parte consumida: planta entera (PE), parte aérea (Pa), raíz (Ra), tallo (Ta), hoja (Ho), flor (Fl), fruto (Fr), semilla (Se). Forraje: avícola (av), caprino (ca), equino (eq: equino solo burro eq*), ovino (ov), porcino (po), vacuno (va).

y ovino) sobresale el tamaño más pequeño de estos animales, que constantemente están pellizcando todo tipo de vegetación, que son capaces de comer plantas leñosas (principalmente las cabras) y que presentan bajos requerimientos de agua disponible, razones que le permiten a este tipo de ganado tolerar ambientes degradados, con suelos pobres o muy áridos.

En la relación entre las especies forrajeras y el tipo de ganado que las consume, se debe tener en cuenta factores como el extractivismo y la tala de bosques en el Chaco Seco. Como lo advierten Silvetti & Cáceres (2006), en la actualidad se han generado procesos de sucesión secundaria en

la vegetación, dando mayor dominio a especies espinosas. Éstas, presentan una calidad forrajera menor que las gramíneas, pero además dificultan o limitan el acceso del ganado a las pasturas, -incluso llegando a lacerar o herir los animales- siendo, el ganado vacuno y ovino los más perjudicados, pero no tanto así el caprino (Martínez & Jiménez-Escobar, 2017). En general, es escasa la literatura científica disponible sobre la alimentación de las cabras con respecto a otros animales domésticos, razón que acrecienta la importancia de documentar las especies forrajeras y establecer el tipo de ganado que las consume.

En relación a la información que se obtuvo por

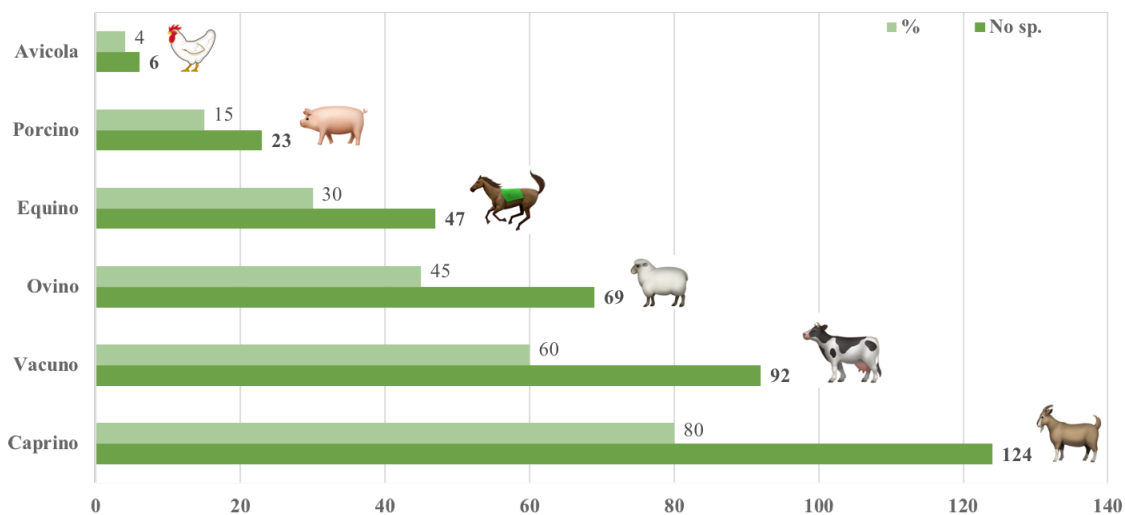


Fig. 2. Riqueza de especies vegetales consumidas por animales de cría en la Sierra de Ancasti, Catamarca.

los pobladores sobre las partes de las plantas que son forrajeadas, se encontró que la parte aérea de 88 especies es consumida por animales domésticos (Fig. 3). Este resultado se relaciona principalmente con pastos y otras herbáceas que son ramoneadas, pero donde específicamente no se consume la raíz (a diferencia de la categoría planta entera). Asimismo se destaca el consumo de las hojas de 30 especies y los frutos de otras 26 plantas, corroborando la amplia diversidad de los forrajes (en términos de riqueza de especies y partes consumidas).

Frecuencia de mención

En la lista comentada de las especies forrajeras (Tabla 1), se pueden consultar todos los valores obtenidos de la frecuencia relativa de Mención (Fr). Por otra parte, en la Tabla 2 se observan en detalle las especies con las mayores frecuencias de mención como forrajeras en Ancasti. El “alfa” (*Medicago sativa*) que se considera una especie adventicia -que además en la región es comprada y no es cultivada- fue la de mayor mención entre los pobladores. Seguida de “churqui” (*Vachellia caven*) una planta nativa ramoneada por los animales y el “maíz” (*Zea mays*) una gramínea comprada y cultivada en la región.

A fin de complementar la información de las especies con mayor frecuencia de mención, se incluyó la información observada en el campo sobre las principales formas de acceso y de disponibilidad

de las mismas. De esta forma, de las especies más mencionadas por los *criollos* (Fr \geq 35%), sólo el “maíz” es cultivado en la zona. Pero, al igual que el “alfa”, el fruto de esta gramínea puede ser adquirida en algunos de los almacenes o comercios de las áreas urbanas. Las restantes 15 especies son ramoneadas por los diferentes tipos de ganado. Si bien, el término ramonear se define como el corte de ramas, en este texto se utiliza para definir cuando el propio animal va en búsqueda del alimento y hace un consumo directo de cualquiera de las partes de la planta. Por último, entre las especies de mayor mención, siete son buscadas, recolectadas y llevadas por los *criollos* hasta los corrales y chiqueros para alimentar sus animales (Tabla 2). Estas especies corresponden a plantas nativas de la región.

Haber estimado la frecuencia relativa permitió esclarecer algunos detalles que se vinculan con la importancia cultural de las especies en una comunidad. Sin embargo, se debe aclarar que al indagar en las entrevistas sobre las especies forrajeras, las respuestas por parte de los pobladores fueron enfocadas a aquellas que se consideran como alimentos que mantienen al animal, principalmente en épocas de escasez. Es así como ninguna de las principales pasturas aparece entre las especies más mencionadas, mientras que las consideradas como de emergencia: *Cereus forbesii*, *Ephedra tweediana*, *Geoffroea decorticans* o *Puya spathacea* cobran mayor grado de visibilización y por ende de mención.

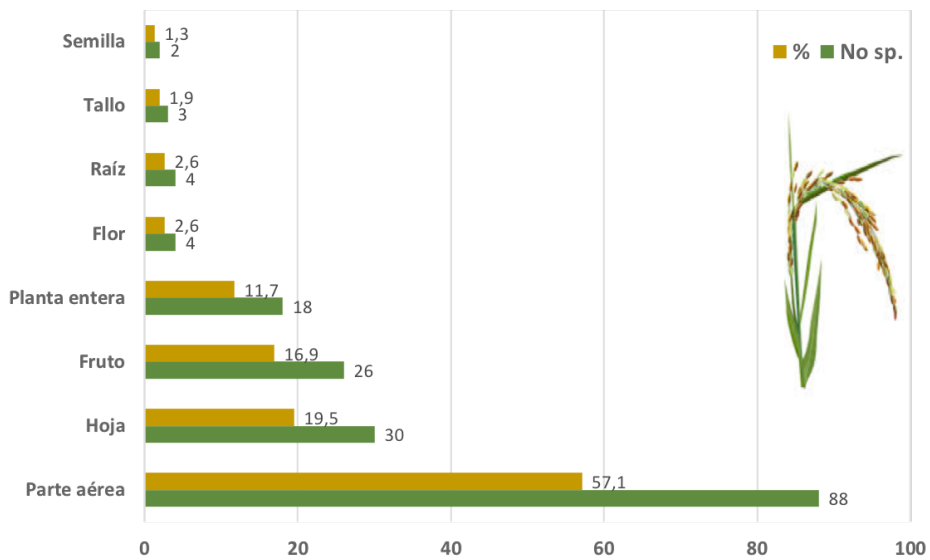


Fig. 3. Partes vegetales consumidas por los animales de cría en la Sierra de Ancasti, Catamarca.

Tabla 2. Especies y manejo de los principales forrajes según la frecuencia de mención (Fr.) entre los pobladores de la Sierra de Ancasti, Catamarca.

Nombre común	Especie	Fr. (%)	Manejo
alfa	<i>Medicago sativa</i>	15 (75)	Co
churqui	<i>Vachellia caven</i>	13 (65)	Ra
maíz	<i>Zea mays</i>	12 (60)	Co, Cu
ucle	<i>Cereus forbesii</i>	11 (55)	Ra, Re
tusca	<i>Vachellia aroma</i>	10 (50)	Ra
gramilla	<i>Paspalum notatum</i>	9 (45)	Ra
huil	<i>Myrcianthes cisplatensis</i>	9 (45)	Ra, Re
shinqui	<i>Mimosa farinosa</i>	9 (45)	Ra
tramontana	<i>Ephedra tweediana</i>	9 (45)	Ra, Re
viscote negro	<i>Parasenegalia visco</i>	9 (45)	Ra
chañar	<i>Geoffrea decorticans</i>	8 (40)	Ra, Re
salvia de campo	<i>Lippia juneliana</i>	8 (40)	Ra
azahar	<i>Tillandsia spp.</i>	7 (35)	Ra, Re
chaguar	<i>Puya spathacea</i>	7 (35)	Ra
liga	<i>Ligaria cuneifolia, Struthanthus uraguensis</i>	7 (35)	Ra, Re
mistol	<i>Sarcomphalus mistol</i>	7 (35)	Ra, Re
paja dura	<i>Jarava ichu</i>	7 (35)	Ra

Referencia: Frecuencia de mención (Fr., en 20 U.D.). Tipo de Manejo: comprado (Co), cultivado (Cu), ramoneado (Ra), recolectado (Re).

CONCLUSIONES

Durante casi tres siglos de asentamiento de las comunidades *criollas* en la Sierra de Ancasti, los pobladores han hecho parte activa de la construcción histórica de la región, y esta se asocia a la cría de animales. Diferentes aspectos geográficos y ecológicos se han venido articulando con lo social y de esta forma se ha establecido una cultura en torno al ganado. Cultura que atraviesa procesos de cambio, selección, transmisión, entre otras y que se puede evidenciar desde las formas en que los campesinos conocen, utilizan y aprovechan los recursos naturales.

La riqueza de especies consumidas por los distintos tipos de ganado, el dominio de las especies nativas en la alimentación de los animales y la variedad de tipos de hábito y partes de uso, son una muestra de la amplia diversidad biológica de plantas de la región. Esta información, de valor etnobiológico, es un primer paso al entendimiento de los sistemas pastoriles en una región cuyos ámbitos de subsistencia y estilos de vida locales mantiene estrechos vínculos con el ganado.

En la actualidad, los pobladores compran forrajes como maíz y alfa (principalmente en época invernal). Sin embargo, es claro que la diversidad de plantas contribuye al mantenimiento del ganado y permite a los campesinos ofrecer una dieta variada a los animales. Los resultados derivados

de este estudio, pueden ser integrados al diseño de planes de manejo y a la implementación de sistemas silvopastoriles. Estrategias que garanticen a los pobladores, disponibilidad de forrajes, tanto en épocas de escasez de recursos vegetales como en periodos de bajos ingresos económicos.

Desde la biología, así como desde la antropología, resulta escasa la literatura científica que aborde temáticas donde se vinculen los procesos culturales, los animales de cría y las plantas forrajeras, siendo aún menor aquella relacionada al ganado caprino. Aunque este animal en muchos contextos es responsabilizado de la erosión de los suelos y la escasez de recursos vegetales, con frecuencia son las cabras para muchas de las sociedades campesinas, una fuente importante de ingresos económicos, así como parte fundamental del abastecimiento de carne y leche.

La inclusión de los procesos productivos y locales en la toma de decisiones es una forma en que la conservación puede ser promovida. La documentación que se obtenga sobre las especies forrajeras en términos de acceso, calidad, disponibilidad, diversidad, manejo, percepción y uso, representa un paso importante hacia la preservación de los conocimientos locales asociados al ámbito ganadero. Además, es clave a la hora de proponer y planear iniciativas de gestión sostenible y conservación de la biodiversidad, pensada hacia un mejoramiento de las prácticas de pastoreo y ganadería.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

NDJ estructuró la base de datos, preparó las tablas y las figuras, analizó y discutió los resultados y redactó el manuscrito. GJM realizó la revisión general del manuscrito. Ambos autores realizaron el trabajo de campo y las tareas de herbario.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a H. Sarmiento-Lepesqueur[†] por la lectura crítica de la primera versión del documento. A F. Pazzarelli por sus comentarios en el desarrollo del proyecto. A L. Ariza, G. Barboza, G. Bernardello, E. Cantero, R. Morero y C. Peichoto quienes colaboraron con la determinación de

material vegetal. A N. Hilgert y dos evaluadores anónimos por sus acertados comentarios y sugerencias al manuscrito. Al IDACOR, Museo de Antropología, FFyH, UNC y al Herbario del Museo Botánico (CORD). Los conocimientos locales referidos en este documento pertenecen a la comunidad campesina de la Sierra de Ancasti, a quienes les agradecemos toda su colaboración. A los financiadores de esta investigación: Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET) y al proyecto ANPCyT/FONCyT (Pict 2012-1001) “Etnoecología y percepción ambiental en actores sociales para la conservación de áreas prioritarias del Chaco Serrano” dirigido por G.J. Martínez.

BIBLIOGRAFÍA

- ALBUQUERQUE, U.P., R.F.P. LUCENA & N.L. ALENCAR. 2014. Methods and techniques used to collect ethnobiological data. In: ALBUQUERQUE, U.P., R.F.P. LUCENA & L.V.F. CUNHA (eds.), *Methods and techniques in ethnobiology and ethnoecology*, pp. 15-37. Springer, New York, USA. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-8636-7_2
- BAZÁN, A.R. 2006. *Los pueblos de Ancasti*. Editorial Sarquís, Catamarca, Argentina.
- BRAUN WILKE, R. H. 1995. *Plantas de interés ganadero de Jujuy y Salta Noroeste Argentino*. Segunda edición. Universidad Nacional de Jujuy, Jujuy, Argentina.
- BUGALLO, L. 2014. Flores para el ganado una concepción puneña del multiplico (Puna de Jujuy, Argentina). En: RIVERA, J.J. (ed.). *Comprender los rituales ganaderos en los Andes y más allá*, pp. 311-363. Bonner Amerikanistische Studien-BAS 51, Bonn, Alemania. <https://doi.org/10.5565/rev/periferia.472>
- BURKART, A. 1943. Acantáceas indígenas como forrajeras de emergencia. *Darwiniana* 6: 192-202.
- CÁCERES, D. 2006. El campesinado contemporáneo. En: CÁCERES, D., F. SILVETTI, G. FERRER & G. SOTO (eds.). *Y... vivimos de las cabras: transformaciones sociales y tecnológicas de la capricultura*, pp. 23-46. Editorial La Colmena, Buenos Aires, Argentina.
- CAVANNA, J., G. CASTRO, U. KARLIN & M. KARLIN. 2010. Ciclo ganadero y especies forrajera en Salinas Grandes, Catamarca, Argentina. *Zonas Áridas* 14: 170-180. <http://dx.doi.org/10.21704/za.v14i1.158>

N. D. Jiménez-Escobar y G. J. Martínez - Plantas forrajeras de la Sierra de Ancasti, Catamarca

- DE RANCOURT, M., N. FOIS, M.P. LAVÍN, E. TCHAKÉRIAN & F. VALLERAND. 2006. Mediterranean sheep and goat's production: An uncertain future. *Small Rumin Res.* 62: 167–179. <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.08.012>
- EVANS-PRITCHARD, E.E. 1940. *The Nuer*. Clarendon Press, Oxford.
- FAO. 2011. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. State of the World's Forests. Rome, Italy. [En línea]. Disponible en: <http://www.fao.org>. [Acceso: 18 agosto 2018].
- GALATY, J. & D. JOHNSON. 1990. *The word of pastoralism. Herding systems in comparative perspective*. The Guilford Press, N.Y., London & Belhaven Press, London. <https://doi.org/10.1017/S0032247400020465>
- GALEANO, L.M., M.J. GÓMEZ & J.E. GÓMEZ. 2013. Caracterización de los sistemas de pastoreo de pequeños rumiantes en el sur del Tolima. *Rev Colombiana Cienc Anim.* 6: 74-84.
- GIORGIS, M.A., A.M. CINGOLANI, F. CHIARINI, J. CHIAPELLA, G. BARBOZA, L. A. ESPINAR, R. MORENO, D.E. GURVICH, P.A. TECCO, R. SUBILS & M. CABIDO. 2011. Composición florística del Bosque Chaqueño Serrano de la provincia de Córdoba, Argentina. *Kurtziana* 36: 9-43.
- GUBER, R. 2011. *La etnografía. Método, campo y reflexividad*. Siglo veintiuno editores, Buenos Aires, Argentina. http://dx.doi.org/10.5209/rev_RASO.2012%20.v21.40380
- GUBER, R. 2004. *El salvaje metropolitano, Reconstrucción del conocimiento social en el trabajo de campo*. Editorial Paidós, Buenos Aires, Argentina.
- INDEC. 2010. Instituto Nacional de Estadística y Censos. República de Argentina. [En línea]. Disponible en: <http://www.indec.gov.ar> [Acceso: 15 abril 2015].
- ISE. 2006. International Society of Ethnobiology. Code of Ethics (with 2008 additions). [En línea]. Disponible en: <http://ethnobiology.net/code-of-ethics/> [Acceso: 13 septiembre 2014].
- JIMÉNEZ-ESCOBAR, N.D. 2019. Etnobotánica asociada al ámbito ganadero: conocimiento, uso y conservación de los recursos vegetales en las Sierras de Ancasti (Catamarca). *Tesis Doctoral*, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba. Argentina. Pp 244.
- JIMÉNEZ-ESCOBAR, N.D. & G.J. MARTÍNEZ. 2019. Firewood knowledge, use and selection by rural populations in the Dry Chaco of Sierra de Ancasti, Catamarca, Argentina. *Ethnobiol. Conserv.* 8: 1-19 <http://dx.doi.org/10.15451/ec2019-01-8.03-1-19>
- JIMÉNEZ-ESCOBAR, N.D. 2015. Entre "azahares" y "chaguares": las bromelias forrajeras en las Sierras de Ancasti, Catamarca, Argentina. *Gaia Scientia* 9: 1-6.
- KARREMANS, J. 1994. *Sociología para el desarrollo, métodos de investigación y técnicas de la entrevista*. Serie técnica, informe técnico N° 228. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica.
- LEDESMA, R., F. SARACCO, R.D. CORIA, F. EPSTEIN, A. GOMEZ, C. KUNST, M. ÁVILA & J.F. PENSIERO. 2017. *Guía de forrajeras herbáceas y leñosas del Chaco Seco: identificación y características para su manejo. Buenas prácticas para una ganadería sustentable. Kit de extensión para el Gran Chaco*. Fundación Vida Silvestre Argentina. Buenos Aires, Argentina.
- MARINO, G. 2013. *Pastizales y sabanas del Cono Sur de Sudamérica. Iniciativas para su manejo y Conservación*. Temas de Naturaleza y Conservación, Monografía de Aves Argentinas N° 9. Aves Argentinas/AOP, Fundación Vida Silvestre Argentina e Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Buenos Aires, Argentina.
- MARINO, G. 2008. Una ganadería diferente en los pastos naturales. [En línea]. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20naturales/126-diferente.pdf [Acceso: 23 enero 2019].
- MARTÍNEZ, G. & N. D. JIMÉNEZ-ESCOBAR. 2017. Plantas de interés veterinario en la cultura campesina de la Sierra de Ancasti (Catamarca, Argentina). *BLACPM* 16: 329 – 346.
- MORELLO, J., I. FELDMAN & I. GÓMEZ. 1973. La integración de la actividad agro-silvo-pastoril en el centro oeste de Formosa (Chaco Argentino). *IDIA* 305: 17-37.
- MORELLO, J. & C. SARAVIA. 1959a. El bosque chaqueño 1. Paisaje primitivo, paisaje natural y paisaje cultural en el Oriente de Salta. *Revista Agron. Noroeste Argent.* 3: 5-81.
- MORELLO, J. & C. SARAVIA. 1959b. El bosque chaqueño 2. La ganadería y el bosque en el Oriente de Salta. *Revista Agron. Noroeste Argent.* 3: 209-258.
- MORI, S. A., A. BERKOV, C.A. GRACIE & E.F. HECKLAU. 2011. *Tropical Plant Collecting. From the Field to the Internet*. TECC Editora, Florianópolis, Brasil.

- MORLÁNS, M.C. 1995. Regiones Naturales de Catamarca, Provincias Geológicas y Provincias Fitogeográficas. *Revista de Ciencia y Técnica* 2:1-42.
- MUIÑO, W.A. 2010. Etnobotanical study of the rural population of the west of the pampa plain (Argentina). *Ethnobot. Res. App.* 8: 219-231.
- NUNES, A.T., R.F.P. LUCENA, M.V.F. DOS SANTOS & U.P. ALBUQUERQUE. 2015. Local knowledge about fodder plants in the semi-arid region of Northeastern Brazil. *J Ethnobiol. Ethnomed.* 11: 1-12. <https://doi.org/10.1186/1746-4269-11-12>
- QUIROGA, A. & R.J. CORREA. 2011. *Gramíneas forrajeras presentes en el Chaco Árido de Catamarca. Revista de Divulgación Técnica Agrícola y Agroindustrial.* Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Catamarca, 16: 1-12.
- QUIROGA, A. & G. REINOSO-FRANCHINO. 2010. Árboles nativos de la provincia de Catamarca. Atlas Catamarca. Gobierno de la Provincia de Catamarca, Facultad de Ciencias Agrarias. [En línea]. Disponible en: <http://www.atlas.catamarca.gov.ar> [Acceso: 01 septiembre 2017].
- QUIROGA MENDIOLA, M. 2011. Sociedades y agroecosistemas pastoriles de alta montaña en la Puna. Departamento de Yavi, provincia de Jujuy, República de Argentina. *Tesis Doctoral*, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina. Pp. 212.
- PALMIERI, C.N., I.M. CARMA & A. QUIROGA. 2008. La Ecorregiones de Catamarca. Atlas de Catamarca. Universidad Nacional de Catamarca, Facultad de Ciencias Agrarias. [En línea]. Disponible en: <http://www.atlas.catamarca.gov.ar> [Acceso: 01 septiembre 2017].
- PEREA, M.V. 2011. *Relevamiento de Cactáceas en la provincia de Catamarca.* Consejo Fed. de Inversiones, Buenos Aires, Argentina.
- PEREA, M.V., G. PEDRAZA & J. LUCEROS. 2007. *Relevamiento de la flora arbórea autóctona de la provincia de Catamarca.* Consejo Federal de Inversiones, Buenos Aires, Argentina.
- RAGONESE, A.E. & V.A. MILANO. 1984. *Vegetales y sustancias tóxicas de la flora Argentina. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería.* 2o Ed. Tomo II, Fasc. 8-2. Ed. ACME. Buenos Aires, Argentina.
- RAGONESE, A.E. 1967. *Vegetación y ganadería en la República Argentina.* INTA, Buenos Aires, Argentina.
- RAMISCH, G., P. GHIONE, M. QUIROGA-MENDIOLA, L. BILBAO & F. CHAVEZ. 2009. Un acercamiento al papel de las políticas sociales en la persistencia de pequeños productores pobres, el caso de Ancasti, Catamarca. En: RAMILO, D. & G. PRIVIDERA. *La agricultura familiar en la Argentina. Diferentes abordajes para su estudio.* INTA. Estudios socioeconómicos de los sistemas agroalimentarios y agroindustriales 20: pp. 115-132. [En línea]. Disponible en: https://inta.gov.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-ipafnoa-2013_ancasti.pdf [Acceso: 31 julio 2017].
- RIAT, P. 2012. Conocimiento campesino, el "monte santiagueño" como recurso forrajero. *Trab. soc.* 19: 477-491.
- RIVERA, J.J. 2014. ¿Qué son los rituales ganaderos? El tratamiento de animales en los Andes contemporáneos. En: RIVERA, J.J. (ed.). *Comprender los rituales ganaderos en los Andes y más allá.* Bonner Amerikanistische Studien-BAS 51, Bonn, Alemania.
- ROIG, C. 2003. *Alimentación del ganado caprino.* Informe técnico: PROGANO-INTA. Colonia Benítez, Chaco, Argentina.
- SÁNCHEZ, T., M. MILERAS, L. SIMÓN, L. LAMELA & O. LÓPEZ. 2007. Las potencialidades de las asociaciones Gramíneas-Leguminosas como alimento de los rumiantes. *REDVET Revista Electrónica de Veterinaria* 8 (12): 1-10.
- SCARPA, G.F. 2012. *Las plantas en la vida de los criollos del oeste formoseño: medicina, ganadería, alimentación y viviendas tradicionales.* Asociación Civil Rumbo Sur, Buenos Aires, Argentina.
- SCARPA, G.F. 2007. Etnobotánica de los Criollos del oeste de Formosa: Conocimiento tradicional, valoración y manejo de las plantas forrajeras. *Kurtziana* 33: 154-174.
- SCHWABE, C.W. & I.M. KUOJOK. 1981. Practices and beliefs of the traditional Dinka healer in relation to provision of modern medical and veterinary services for the Southern Sudan. *Hum. Organ.* 40: 231-238.
- SILVETTI, F. & D. CÁCERES. 2006. Una perspectiva socio histórica de las estrategias campesinas del Norte de Córdoba. En: CÁCERES, D., F. SILVETTI, G. FERRER & G. SOTO (eds.), *Y... vivimos de las cabras: transformaciones sociales y tecnológicas de la capricultura*, pp. 47-74. Editorial La Colmena, Buenos Aires.

N. D. Jiménez-Escobar y G. J. Martínez - Plantas forrajeras de la Sierra de Ancasti, Catamarca

UICN. 2008. The International Union for Conservation of Nature. *Policies that work for Pastoral environments. The World Initiative for Sustainable Pastoralism*. Nairobi, Kenia. [En línea]. Disponible en: http://cmsdata.iucn.org/downloads/goa_uicn_wisp_policies_and_pastoral_environments_en.pdf [Acceso: 02 mayo 2018].

ZULOAGA, F.O., O. MORRONE & M.J. BELGRANO. 2008. *Catálogo de Plantas Vasculares del Cono Sur*. Monogr. Missouri Bot. Garden (USA). [En línea]. Disponible en: <http://www2.darwin.edu.ar/proyectos/floraargentina/Generos> [Acceso: 18 septiembre 2018].



ETNOBOTÁNICA MÉDICA MOQUIT Y SU COMPARACIÓN CON GRUPOS CRIOLLOS DEL CHACO ARGENTINO

MEDICAL ETHNOBOTANY OF MOQUIT INDIANS AND ITS COMPARISON WITH CRIOLLOS GROUPS OF ARGENTINIAN CHACO

Cintia N. Rosso^{1*}  y Gustavo F. Scarpa¹ 

1. División Botánica del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia" (MACN-CONICET), Av. Ángel Gallardo 470, C1405DJR Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.


*cintia_rosso@macn.gov.ar

Citar este artículo

ROSSO, C. N. & G. F. SCARPA. 2019. Etnobotánica médica moquit y su comparación con grupos criollos del Chaco argentino. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 54: 637-662.

DOI: <http://dx.doi.org/10.31055/1851.2372.v54.n4.24868>



Recibido: 22 Julio 2019
Aceptado: 8 Octubre 2019
Publicado: 15 Diciembre 2019
Editora: Norma Hilgert 

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

SUMMARY

Background and aims: Our current knowledge about Moquit medical ethnobotany is scarce, that is why the aim of this paper seeks to identify the medicinal plants and its therapeutic indications registered in the field among present moquit people from Chaco province. These data are also compared with the few historical data available, as well as with the medical ethnobotany of Argentinian Gran Chaco *criollos* people and surrounding areas.

M&M: Between 2008 and 2018, a total of 11 (eleven) campaigns were carried out to the Moquit settlements in Chaco province, where semi-structured interviews were carried out with key collaborators. With these key people, herbarium samples were collected from the plants they have indicated.

Results: A total of 381 medicinal applications are registered about 155 botanical taxa. Most of them (28%) are prescribed against digestive disorders and in a lesser extent, against dermatological conditions (15%), as antipyretics (14%) and for the reproductive system (13%). Frequently plants are used against "empacho" (digestive disorder), affections of magical-religious etiology (therapeutic rituals), as refreshing, antitussive and against toothache.

Conclusions: The results from the comparisons made show the presence of cultural loans from *criollos* groups –by location and stock- to Moquit medical ethnobotany, mostly from the Hispanic-Quichua *criollos* bio-cultural complex.

KEY WORDS

Medicinal plants, Mocoví, Chaco, indians, *criollos*.

RESUMEN

Introducción y objetivos: Nuestros conocimientos sobre la etnobotánica médica Moquit resultan verdaderamente escasos, por lo cual el objetivo primordial de este trabajo es identificar las plantas medicinales e indicaciones terapéuticas registradas a campo entre los moquit actuales de la provincia del Chaco. Se comparan estos datos con la escasa información histórica existente y con la etnobotánica médica de *criollos* del Gran Chaco argentino y zonas aledañas.

M&M: Para ello se efectuaron un total de 11 (once) campañas en los asentamientos moquit de la provincia del Chaco, entre los años 2008 y 2018 donde se efectuaron entrevistas semi-estructuradas a colaboradores clave, con quienes se coleccionaron muestras de herbario de las plantas por ellos referidas.

Resultados: Se registra un total de 381 aplicaciones medicinales acerca de 155 taxa botánicas. La mayoría de ellas (28 %) se prescriben contra trastornos del aparato digestivo y, en menor medida, contra afecciones dermatológicas (15 %), como antitérmicos (14 %) y para el aparato reproductor (13 %). Las plantas se emplean mayormente contra el "empacho", afecciones de etiología mágico-religiosa (rituales terapéuticos), como refrescantes, antitúxicos y contra odontalgias.

Conclusiones: Los resultados de las comparaciones efectuadas evidencian la existencia de préstamos culturales provenientes de diferentes grupos *criollos* -por localización y acervo- a la etnobotánica médica de este grupo indígena, mayormente desde el complejo bio-cultural de los *criollos* de acervo hispano-quichua.

PALABRAS CLAVE

Plantas medicinales, Mocoví, Chaco, indígenas, *criollos*.

INTRODUCCIÓN

Como ocurre en la mayoría de los grupos cazadores-recolectores de tierras bajas de Sudamérica, la medicina moqoit se hallaba centrada en la figura del chamán, tanto respecto a la conceptualización de las causas de las enfermedades como en su terapéutica, por lo que la farmacopea vegetal utilizada resultaba modesta (Arenas, 1987; Scarpa, 2013). Es por ello que la etnobotánica médica de los pueblos indígenas del Gran Chaco se hallaba históricamente limitada al tratamiento de ciertas enfermedades que no presentaban gravedad ni comprometían la vida de los individuos; es decir, a la medicina doméstica practicada por cualquier integrante de la comunidad. Asimismo, tal como han sostenido etnógrafos de la talla de Ramón Pardal (1937) y de José Imbelloni (1937) y etnobotánicas como Filipov (1997) y Vuoto (1981), se advierten en su etnobotánica médica influencias manifiestas de la medicina criolla o “popular”. Esto último fue registrado detalladamente por Scarpa (2009) y Suárez (2019) al describir y comparar aquella perteneciente a los indígenas chorote y wichí –respectivamente– con la de sus vecinos criollos. Sin embargo, desconocemos si esto mismo ocurriría con otras etnias y en otras áreas del Gran Chaco argentino. Además de describir por vez primera la etnobotánica médica moqoit, en este trabajo se explora la posibilidad de dar respuesta a este interrogante.

Esta investigación se enmarca dentro de la etnobotánica, disciplina que se dedica al estudio de las interacciones entre los grupos humanos y las especies vegetales en un espacio y momento determinados. Esta perspectiva de análisis comprende, asimismo, la reconstrucción de la percepción que cada grupo cultural tiene sobre su ambiente natural (Hernández-Xolocotzi, 1983) así como los conocimientos, las prácticas, los usos y las significaciones que éstos poseen de las plantas en los diversos ámbitos de su vida social. Todas estas cuestiones son reflejo de las particularidades culturales, ecológicas, históricas y sociales de un grupo humano (Bates, 1985; Scarpa, 2000). La etnobotánica médica se encuentra dedicada al estudio del rol que poseen las plantas dentro del sistema médico de una sociedad determinada.

Los moqoit (mocovíes) son un grupo indígena del Gran Chaco argentino cazadores-recolectores-

pescadores semi-nómades que practicaban una horticultura incipiente; actividades llevadas a cabo por grupos familiares que se separaban en otoño-invierno y se agrupaban en primavera-verano (Braunstein, 1983). Durante el siglo XVIII los mocovíes fueron uno de los primeros grupos de la zona que se asentaron en reducciones administradas por sacerdotes de la Compañía de Jesús, como las de San Javier y San Pedro (Maeder & Gutiérrez, 1995) en el N de la provincia de Santa Fe. Al mismo tiempo, las campañas militares llevadas a cabo entre 1870 y 1884 por el gobierno argentino (Maeder, 1977) y la aparición de colonos europeos se conjugaron para que los indígenas de la región paulatinamente fueran incorporándose como mano de obra a la producción capitalista, al ver reducido los territorios para sus actividades económicas tradicionales (Iñigo Carrera, 1983). En la actualidad, las comunidades mocovíes se encuentran ubicadas en áreas periurbanas y rurales del S de la provincia del Chaco y del N de la provincia de Santa Fe. Entre sus ocupaciones actuales arriendan o trabajan sus propias fincas o bien se cuenta el trabajo como jornaleros en labores agrícolas o forestales, como docentes, enfermeros, agentes sanitarios u otras tareas asalariadas.

Entre los principales antecedentes sobre la etnobotánica moqoit figura el estudio sobre los usos y significaciones generales de las plantas referidas en la obra histórica del jesuita Florián Paucke “Hacia acá y para allá. Una estadía entre los indios mocobíes” de la reducción jesuita de San Javier durante el siglo XVIII (Rosso, 2012), así como el análisis de las correspondencias botánicas de las plantas incluidas en dicha obra (Rosso & Scarpa, 2012). Además de esto se ha registrado y analizado la fitonimia (Scarpa & Rosso, 2014a) y algunos usos de las plantas -incluidos los medicinales- (Martínez Crovetto, 2014†; Scarpa & Rosso, 2014b) obtenidos por Martínez Crovetto a finales de la década de 1960 y se han identificado las plantas alimenticias y descripto su empleo entre los indígenas moqoit actuales de la provincia del Chaco (Argentina) por Rosso & Scarpa (2017). Por otra parte, desde la perspectiva etnomédica también resulta relevante para este trabajo el análisis de la medicina moqoit realizado por Rosso (2016) dentro del contexto de salud intercultural propio del sudoeste chaqueño (principalmente, biomedicina, chamanismo y curanderismo). Sin embargo, a

diferencia de los resultados obtenidos a partir de estudios sobre etnobotánica médica de otros grupos chaqueños, nuestros conocimientos sobre la temática entre los moqoit resultan verdaderamente escasos, ya que se limitan a los datos fragmentarios registrados en las fuentes históricas de F. Paucke y R. Martínez Crovetto publicados por los autores.

Las transformaciones acaecidas en sus territorios modificaron el entorno de manera tal que en sus comunidades periurbanas ya casi no tienen acceso a los recursos vegetales, mientras que en otras del espacio rural sólo cuentan con estrechas franjas de vegetación nativa que desaparecen cada vez con mayor rapidez a expensas de la actividad agrícola (como Colonia Gral. Necochea y La Tigra, en los departamentos de Chacabuco y O'Higgins, respectivamente). Otro de los factores que ha transformado el uso de los vegetales silvestres lo constituirían los profundos cambios socio-culturales operados sobre esta etnia, al igual que lo registrado para otros grupos humanos del Gran Chaco (Rosso & Scarpa, 2017).

Es en este marco de recopilación de datos históricos y de registro de los actuales acerca de la etnobotánica y la etnomedicina moqoit que nos resulta factible analizar, comparar e interpretar aquí -desde una perspectiva diacrónica-, la dinámica resultante de la conformación actual de sus conocimientos etnobotánico-médicos. La necesidad de efectuar estudios etnobotánico-médicos comparativos entre indígenas y criollos de Argentina reside, como mencionáramos anteriormente, en la estrecha relación comprobada entre ambos tipos de acervos gnoseológicos. Entre los trabajos de este tipo figuran, además de los trabajos de Scarpa (2009) y de Suárez (2019) ya citados, el de Ochoa *et al.* (2010) donde se analizan los recursos herbolarios utilizados entre mapuches y criollos de la comunidad campesina de Arroyo Las Minas (Río Negro, Patagonia Argentina); el de Scarpa & Montani (2011) quienes realizan una comparación de la etnobotánica médica de las "ligas" (Loranthaceae *sensu lato*) entre indígenas y criollos de la Argentina, el de Kujawska *et al.* (2017) donde se compara la importancia relativa de las plantas medicinales entre los indígenas guaraníes, los criollos y los inmigrantes polacos de Misiones.

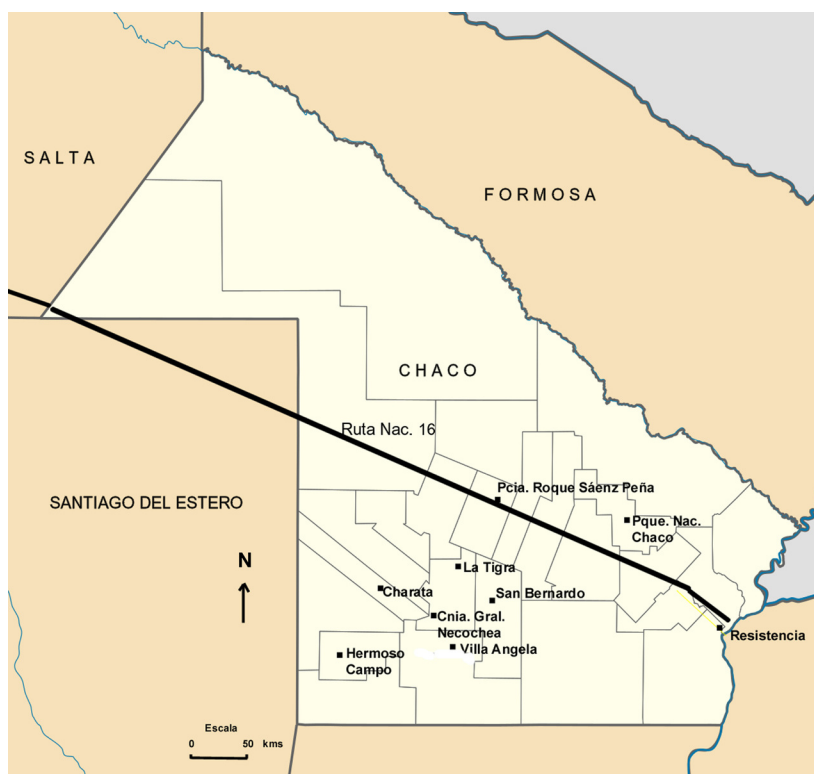
Los objetivos de este trabajo son: 1) identificar las plantas empleadas y aplicaciones medicinales

registradas a campo entre los moqoit actuales de la provincia del Chaco, 2) comparar éstas con las descritas para la etnobotánica médica moqoit histórica y con la de otros grupos criollos históricos y actuales del Gran Chaco argentino, y 3) interpretar los resultados de dichas comparaciones.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se efectuaron un total de 11 (once) campañas en los asentamientos moqoit de Colonia Gral. Necochea (Departamento Chacabuco), San Bernardo y La Tigra (Departamento O'Higgins), Colonia El Pastoril y Lote 20 (Departamento L. J. Fontana), localizados hacia el sudoeste de la provincia del Chaco, Argentina, entre noviembre de 2008 y septiembre de 2018 (Fig. 1). El clima del área es subtropical con estación seca, con una precipitación media anual de 800-900 mm. La zona se halla enclavada en un "área de avance de la frontera agrícola" (según The Nature Conservancy *et al.*, 2005) conocida como el "triángulo algodonero" del Chaco, donde desde hace décadas se practica la agricultura intensiva, por lo que la extracción forestal ha sido masiva. Persisten, sin embargo, algunos escasos relictos de bosques del Chaco Subhúmedo Central o de Transición (Prado, 1993) en forma de fragmentos, los cuales se hallan sujetos a un proceso de degradación continua por las prácticas de manejo no sustentables llevadas a cabo por grandes terratenientes y/o empresarios. Esta formación vegetal corresponde a una de las doce unidades identificadas para el Chaco argentino por Oyarzábal *et al.* (2018), caracterizada como un "bosque de xerófitas con *Schinopsis balansae* Engl. y *S. lorentzii* (Griseb.) Engl. y Pastizal". Esta situación afecta significativamente la abundancia y la disponibilidad de plantas medicinales y, por ende, la utilización y la transmisión cultural asociada por parte de los indígenas.

Durante el trabajo de campo se realizó observación participante, se efectuaron entrevistas abiertas y semi-estructuradas a un total de 25 colaboradores indígenas sobre las plantas medicinales y sus aplicaciones específicas (Martin, 1995; Alexiades, 1996) y en su compañía se coleccionó la mayor parte del material vegetal. Las preguntas más relevantes giraron en torno a las



Mapa de las principales localidades relevadas de la provincia del Chaco, Argentina.

indicaciones terapéuticas de las plantas, sus partes utilizadas, formas de preparación y administración y nivel de actualidad de las prácticas asociadas, entre otras. Las edades de los participantes se ubican en el rango comprendido entre los 18 y 89 años y la proporción de hombres y mujeres fue de 65,2 % y 34,8 %, respectivamente. La información obtenida fue grabada en español en forma digital y/o transcrita en cuadernos de campo. Los datos de este trabajo se obtuvieron con el consentimiento informado de los colaboradores entrevistados.

Como consecuencia de la drástica transformación del entorno vegetal mencionada, los autores nos vimos en la necesidad de superar dificultades suplementarias a las que se presentan frecuentemente durante el proceso de obtención de datos etnobotánicos a campo. Es por ello que, además de tener que efectuar un mayor número de campañas que el habitual (11), se implementaron estrategias alternativas de obtención de información que incluyeron un esfuerzo de muestreo adicional al que se estila en estas investigaciones, a los fines

de poder inquirir acerca de los usos –medicinales y de otra índole– de taxones vegetales que ya no se encuentran en el área. Una de ellas consistió en trasladarnos en varias oportunidades hasta el Parque Nacional Chaco (Fig. 1) junto a nuestros colaboradores (sito a 234 km de sus comunidades de residencia), a los fines de coleccionar e indagar sobre la significación de dichas especies. Para ello, además, se debieron solicitar previamente los permisos que nos autorizaran la extracción del material vegetal ante la Administración de Parques Nacionales de Argentina, a los fines de documentar los taxa botánicos empleados como medicinales. Otra técnica de obtención de datos empleada consistió en la implementación de entrevistas -del mismo tipo que las ya mencionadas - realizadas sobre material coleccionado previamente en áreas aledañas (por ejemplo en Santiago del Estero), o sobre la base de fotografías propias de especies nativas de la región chaqueña que permitieran referenciar aquellas plantas que no pudieron ser observadas en compañía de los colaboradores.

Se añaden a estos datos otros 10 obtenidos por la Dra. Beatriz Gualdieri (2018) durante octubre de 1994 con colaboradores mocovíes de la provincia de Santa Fe, los cuales provienen de un archivo de audio digital (“medicinas1.eaf”) pertenecientes a la “Colección Gualdieri”. Dicho archivo se halla incluido en el Repositorio Digital del D.I.L.A. (Laboratorio de Documentación e Investigación en Lingüística y Antropología), dependiente del Centro Argentino de Información Científica y Tecnológica (CAICYT-CONICET). Dada la condición “restringida” del acceso a este material, los autores debimos solicitar el permiso correspondiente para poder consultarlo y reproducir los datos allí registrados. Debido a que en dicha grabación las plantas son referidas por su nombre vulgar moqoit y/o criollo, se efectuaron estimaciones acerca de la identidad botánica de los taxa a partir de las correspondencias botánicas obtenidas por los autores con los moqoit a campo (que aún permanecen inéditas), por R. Martínez Croveto a fines de la década de 1960’s (Scarpa & Rosso, 2014a) y a partir de sus correspondencias con la fitonimia de los criollos del área, siendo la mayoría de ellas de carácter unívoco (1 n.v. = 1 taxa botánico) (en caso contrario la identificación se precede con la expresión “cfr.” –confróntese-).

Algunos pocos taxones no pudieron ser coleccionados –por no haber sido hallados a campo-, o bien se encontraron estériles en todas las campañas realizadas, razones por las cuales su identificación aquí referida resulta aproximada y se hallan precedidas de la expresión “cfr.”. La determinación botánica de los ejemplares coleccionados fue realizada por los autores. Los especímenes fueron acondicionados y depositados en el Herbario del Museo Argentino de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia” (BA). Los nombres científicos se actualizaron según la base de datos “Flora Argentina” (Instituto de Botánica “Darwinion”, 2018) y de la base de datos Tropicos.org (2019) del Missouri Botanical Garden.

La totalidad de las aplicaciones medicinales de las plantas fueron clasificadas según categorías de uso médico (como resulta usual en trabajos de esta índole), mayormente en función del aparato o sistema corporal al que corresponde (i.e. “digestivo”, “reproductor”, “dermatológico”, etc.). Casi la totalidad de las indicaciones terapéuticas de las plantas son referidas según la terminología farmacobotánica en virtud de las interpretaciones realizadas a partir de las descripciones obtenidas

de los colaboradores. Cuando esto fue imposible efectuarlo, se mantiene el nombre folk u original de la afección referida, como en los casos de “aire”, “empacho”, “locura”, “invalidez”, “golpe”, “vergüenza” y “niños asustados”. Por último, las referencias fueron obtenidas en idioma español, a excepción de algunas pocas sobre las que se indicó además su nombre moqoit –tales como *lo’daxaraic* (diabetes) y *namaxa* (empacho), entre otros-.

Respecto a la notación fonética de los fonemas en idioma moqoit que se diferencian del español, seguimos la propuesta de Gualdieri (1998; 2006), por la cual “y” es una oclusiva palatal sonora, “x” oclusiva uvular sonora, “ ’ ” oclusiva glotal, “q” oclusiva uvular sorda, “h” fricativa glotal sorda, “k” oclusiva velar sorda y “sh” es una fricativa palatal.

Los taxones y usos medicinales aquí registrados se comparan tanto con aquellos obtenidos entre los indígenas moqoit en el siglo XVIII por Florián Paucke (Rosso, 2012) y en 1967 por Raúl Martínez Croveto (2014†), como con los registrados entre criollos del Chaco Húmedo –de ascendencia hispano-guaraníca- (Martínez Croveto, 1981; Scarpa & Rosso, 2019), del Chaco Sub-húmedo Central (Scarpa, inédito), del Chaco Semiárido –de ascendencia hispano-quichua- (Scarpa, 2004a; 2012) y del NW de la provincia de Entre Ríos (Pérez de Micou, 1984). La comparación con criollos se efectúa por pertenecer a regiones próximas del Chaco a los moqoit y con el fin de poner a prueba la hipótesis planteada al inicio de este artículo. Consideramos que las comparaciones con las etnobotánicas médicas de otros grupos indígenas del Gran Chaco resultarían impropias ya que, si bien habría habido intercambio de algunas especies vegetales entre grupos indígenas no solo no se cuenta con datos etnobotánicos fidedignos al respecto, sino que sus resultados estarían evidentemente sesgados e interferidos por la influencia criolla o misionera sobre las mismas.

La comparación numérica entre los datos de etnobotánica médica históricos y actuales se efectúa en función de los taxa y usos compartidos y en relación al cociente entre ambos. Este último parámetro se calcula a los fines de independizar los resultados de tal comparación de las plantas medicinales no compartidas entre los grupos humanos comparados (ya que una de las causas de esto último podría explicarse tanto por la ausencia del vegetal en la zona de registro como a razones de índole cultural).

RESULTADOS

La etnomedicina moqoit

Su medicina comparte ciertos rasgos con otros sistemas de salud indígenas chaqueños, principalmente aquellos que consideran a las causas de las enfermedades y a la muerte como producto de la intervención de algún agente sobrenatural (Susnik, 1973). En el caso de la enfermedad, los moqoit consideran que ésta puede ser provocada por la acción de algún chamán (*pi'xonaq*) o de un “brujo” (*viiquiaxai*) a través de la intrusión de un espíritu maligno dentro del paciente o bien mediante la fuga de su alma. Asimismo, sostienen que ciertos seres no-humanos –especialmente los “dueños” de ámbitos naturales o de determinadas especies¹- también pueden llegar a infligir la enfermedad como castigo por el quebrantamiento de algún tabú o, en la actualidad, a causa de la deforestación debida al avance de la frontera agrícola. Otras causas de las enfermedades se hallan asociadas a la infracción de tabúes vinculados a momentos claves del ciclo vital (nacimiento, iniciación, muerte), así como del ciclo femenino (como la prohibición de salir de la casa, adentrarse en los bosques o emprender la búsqueda de agua durante ese período).

El sistema terapéutico de los moqoit -como entre otros indígenas chaqueños- está principalmente concentrado en la figura del chamán cuyas técnicas se basan en la “succión” y el “soplado” de la enfermedad -practicadas sobre el área corporal afectada- y en la invocación a auxiliares espirituales -comúnmente poderosos seres no-humanos- mediante los cuales dicen “sanar” al afectado devolviendo el mal a la persona que lo había ocasionado (contradaño) (Rosso, 2012). Para el tratamiento de ciertas enfermedades que no presentan gravedad ni comprometen la vida de los individuos se suelen emplear elementos de la farmacopea vegetal y/o animal. Estas prácticas pertenecen a la “medicina doméstica” (Idoyaga Molina & Sacristán Romero, 2008; Arenas, 2009), las cuales suelen ser conocidas por cualquier miembro del grupo social.

El proceso de mestizaje cultural al que los moqoit están sometidos desde hace siglos determinó la adquisición de numerosas prácticas y bienes culturales

por parte de la sociedad englobante. La medicina no resulta la excepción, como se puede apreciar en el empleo de variadas técnicas terapéuticas tanto de corte religioso (“cura por secreto” o “de palabra”) como mágico (“cura por el rastro”)² -todas ellas de reconocida raigambre criolla (Scarpa, 2000, 2012)-, así como de la biomedicina de la cual abrevan en los puestos sanitarios de sus comunidades.

En los rituales de carácter preventivo resultan frecuentes los lavajes o sahumerios del rostro o de todo el cuerpo con la decocción o incineración de varias plantas (i.e. *Dolichandra uncatata* (Andrews) L.G. Lohmann, *Glandularia peruviana* (L.) Small, etc.) a los fines de preservar la salud en general o evitar daños provenientes de chamanes o brujos. Asimismo, también registramos el empleo de amuletos (traducción de “*nemaik*”) para prevenir el daño, ya sea llevando consigo la planta o cultivándola en sus casas (*Petiveria alliacea* L. y *Ruta chalepensis* L.). Se registró además la ejecución de distintos rituales terapéuticos consistentes en prácticas de neto corte mágico, las cuales actúan tanto por semejanza como por contigüidad o contagio (ver Métraux, 1996 [1946]). Entre los primeros merecen destacarse el empleo de la decocción de la parte aérea de *Desmanthus paspalaceus* (Lindm.) Burkart en baños contra la vergüenza por su propiedad de haptonastia (sensitiva), así como el uso del vapor de la decocción de *Abutilon grandifolium* (Willd.) Sweet como antiodontálgico en virtud de las semejanzas entre los mericarpios de sus frutos con los colmillos de una “ampalagua” (*Boa constrictor occidentalis*, de donde deriva su nombre vulgar “*machic nemaik*”). Otro caso similar es el empleo de ataduras con los tallos escandentes de *Urvillea chacoënsis* Hunz. de la extremidad afectada por picaduras de animales ponzoñosos (asociación moqoit evidenciada por el nombre vulgar que le otorgan “*naneik loqo*”: comida de víbora). En cuanto a la magia por contigüidad o contagio registramos el empleo de las semillas molidas de *Ricinus communis* L. contra las mordeduras de perro, para lo cual éstas se aplican sobre la herida en forma de emplasto y además deben mezclarse con la punta seccionada de la cola del perro en cuestión; los moqoit sostienen que luego de ello, éste muere envenenado inmediatamente.

¹ Entidades no-humanas dotadas de intencionalidad y poder que detentan la soberanía sobre un ámbito natural –como el “dueño del monte”-, especie vegetal o animal, protegiendo a sus representantes y castigando a quienes las perjudican.

² Esta terapéutica consiste en dibujar un molde del pie de la persona afectada sobre la corteza de un árbol o el cladodio de una cactácea para luego extraerlo. Los colaboradores indicaron que cuando la planta cicatriza dicha incisión, el enfermo se cura.

La etnobotánica médica moqoit

Se ha registrado un total de 381 usos medicinales acerca de 155 taxa botánicos entre los colaboradores moqoit entrevistados. En la Tabla 1 se detallan los usos de cada uno de estos taxa ordenados según familia botánica, indicando sus nombres vulgares en idioma moqoit, partes empleadas, forma de preparación y administración y el detalle del material estudiado.

Las familias botánicas más representadas fueron: Fabaceae (53 usos); Asteraceae(48), Bignoniaceae (22), las Solanaceae (21), Verbenaceae (18), Euphorbiaceae (16) y Anacardiaceae (12). Las plantas medicinales con mayor cantidad de usos se hallan representadas en la Fig. 2. Las partes vegetales más utilizadas fueron la parte aérea (en 98 casos, 28 %), las raíces (78, 21,6 %) y las hojas (75, 21 %) y, en mucho menor medida las cortezas (27, 7,4 %), la planta entera (22, 6,0 %) y los frutos (18, 4,9 %). En

el gráfico de la Fig. 3 se representan las proporciones relativas y cantidades absolutas de cada una de las categorías de uso medicinal registradas.

Se ha registrado un total de 109 aplicaciones medicinales específicas. En la Tabla 2 se enlistan aquellas sobre las que se refirieron la mayor cantidad de usos medicinales de las plantas. A pesar del importante esfuerzo de muestreo realizado, el porcentaje de datos etnobotánico-médicos consensuados al menos por dos colaboradores resultó significativamente bajo (29 %). Las razones de esto último se discutirán en el acápite correspondiente.

Comparación con la etnobotánica médica de criollos

En la Tabla 3 se efectúa una comparación numérica entre los datos históricos y actuales de la etnobotánica médica moqoit y de los criollos del Gran Chaco de Argentina.

Tabla 1. Aplicaciones medicinales de las plantas entre los moqoit. Referencias: *: Exótica no asilvestrada; ?: Afirmación dudosa o desconocimiento total de parte usada y/o forma de preparación o administración; BU: Bulbo; CO: Corteza; Dec: Decocción; ESP: Espinas; Ext.: Aplicación externa; FL: Flor; FR: Fruto; HO: Hoja; Inf. Infusión; Ing: Ingerido; LA: Látex; PA: Parte aérea, RA: Raíz; SE: Semilla; TA: Tallo; TO: toda la planta.

Nombre científico (Nombre vulgar)	Aplicación Medicinal	Material estudiado
LICHENES		
PARMELIACEAE		
<i>Usnea</i> sp. ("Na'yaapec huol", "mapic nauol", "laqarue")	TO se coloca dentro del calzado como antitranspirante pédico	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Chacabuco</i> , Colonia Gral. Necochea, 08-XI-2008, Scarpa 896 (BA)
PTERIDOPHYTA		
EPHEDRACEAE		
<i>Ephedra triandra</i> Tul. emend. J.H. Hunz. ("jakarel lqakic", qoé lqaic pirái")	Su PA ing. como abortivo y oxitócico	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Chacabuco</i> , Colonia Gral. Necochea, 09-XI-2008, Scarpa 784 (BA)
PTERIDACEAE		
<i>Doryopteris concolor</i> (Langsd. & Fisch.) Kuhn ("Pocoxarai")	Su RA se coloca en los bolsillos como amuleto contra trastornos nerviosos	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Presidencia de La Plaza</i> , Parque Nacional Chaco, 20-X-2016, Scarpa 984 (BA).
<i>Gastoniella chaerophylla</i> (Desv.) Li Bing Zhang & Liang Zhang ("Pocoxarai")	Idem anterior	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Presidencia de La Plaza</i> , Parque Nacional Chaco, 20-X-2016, Scarpa 995 (BA)
POLYPODIACEAE		
<i>Microgramma vaciniifolia</i> (Langsd. & Fisch.) Copel. ("Konase lkaikalaxá", "Konase laxa' lqahic", "Konace lanic")	La dec. de su PA ing. como carminativo y febrífugo. Su PA molida se aplica tópicamente contra mialgias. La dec. de sus RHZ y frondes ing. como normalizador de presión	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Chacabuco</i> , Colonia Gral. Necochea, 08-XI-2008, Scarpa 787 (BA)

Continuación Tabla 1

Nombre científico (Nombre vulgar)	Aplicación Medicinal	Material estudiado
SPERMATOPHYTA		
ACANTHACEAE		
<i>Ruellia hygrophila</i> Mart. ("qoxoikogui lqaic")	Dec. de su RA y BU ing. como antiespasmódico. "Se usa contra la varicela" (sin más datos)	ARGENTINA. Prov. Formosa: <i>Depto. Bermejo</i> , Vaca Perdida, 2.XII.1996, Scarpa 161 (BA)
ADOXACEAE		
<i>Sambucus australis</i> Cham. & Schltl. * ("Shipiixa")	Su PA ing. contra el sarampión	
AMARANTHACEAE		
<i>Alternanthera pungens</i> Kunth ("piñai nate")	La dec. de su PA ing. contra geofagia e incontinencia urinaria. La dec. de su RA o PA y la PA de <i>Heimia salicifolia</i> ing. contra empacho	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Chacabuco</i> , Colonia Gral. Necochea, 06-III-2009, Scarpa 803 (BA)
<i>Amaranthus</i> aff. <i>muricatus</i> (Moq.) Hieron. ("Pioq nqo'xon", "nqo'xon late")	La dec. de sus HO y RA ing. como diurético	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Chacabuco</i> , Colonia Gral. Necochea, 09-XI-2008, Scarpa 768 (BA)
ANACARDIACEAE		
<i>Schinus fasciculatus</i> (Griseb.) I.M. Johnst. var. <i>fasciculatus</i> ("naqatec lashic")	Dec. de PA como hepático digestivo, antidiarreico y antigripal, en baños como febrífugo, contra "empacho" y mialgias. Sus HO se aplican de manera tópica contra granos y como antidontálgico. Sus HO en "quemadillo" (con azúcar quemada) como antitusivo	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Chacabuco</i> , Colonia Gral. Necochea, 03-III-2009, Scarpa 797 (BA)
<i>Schinus</i> spp. ("naqatec lashic")	Dec. de TA ing. en ritual preventivo propiciar salud del hijo varón nonato	
APIACEAE		
<i>Cyclospermun leptophyllum</i> (Pers.) Sprague ("Nesoxona loq", "nisa nemáik")	Su PA ing. como antiácido	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Mayor L.J. Fontana</i> , Villa Ángela, 21-VIII-2015, Scarpa 921 (BA)
APOCYNACEAE		
<i>Aspidosperma triternatum</i> Rojas Acosta ("noric leta'a")	Dec. de RA ing. como diurético y mezclado con <i>Vachellia aroma</i> como anticanceroso y contra SIDA. Se usa como laxante, contra E.T.S. y dimenorreas	
<i>Aspidosperma quebracho-blanco</i> Schltl. ("Noric")	La dec. de su CO ing. contra trastornos de vejiga y como esterilizante	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Presidencia de La Plaza</i> , Parque Nacional Chaco, 20-X-2016, Scarpa 1006 (BA).
<i>Araujia odorata</i> (Hook. & Arn.) Fontella & Goyder ("loxadaic", "loxuajai")	Su HO de manera tópica como madurativo y su LA contra las verrugas. La dec. de su RA ing. y sus FR ing. como galactogogo.	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Chacabuco</i> , Colonia Gral. Necochea, 05-I-2010, Scarpa 821 (BA)
<i>Cynanchum montevidense</i> Spreng. ("loxadaik", "loxuajai")	Su LA se aplica de manera tópica contra las verrugas	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Chacabuco</i> , Colonia Gral. Necochea, IV-2010, Scarpa 833 (BA)
<i>Thevetia peruviana</i> (Pers.) K. Schum. *	Inf. HO ing. como normalizador de presión	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Mayor L.J. Fontana</i> , Villa Ángela, 26-VIII-2015, Scarpa 925 (BA)

C. N. Rosso y G. F. Scarpa - Etnobotánica médica moqoit comparada

Continuación Tabla 1

Nombre científico (Nombre vulgar)	Aplicación Medicinal	Material estudiado
AQUIFOLIACEAE		
<i>Ilex paraguariensis</i> A. St.-Hil. ("indaba")	Su PA se coloca de manera tópica contra las verrugas	Se adquiere en comercios.
ASPHODELACEAE		
<i>Aloe</i> sp. ("Alobe")	El mucílago de sus HO ing. contra parotiditis, dolor de garganta, como antiodontálgico, abortivo y esterilizante. En forma tópica como antimicótico y contra quemaduras	Cultivada en algunas viviendas
ASTERACEAE		
<i>Acanthospermum hispidum</i> DC. ("waka lqaik")	Dec. de RA ing. como refrescante	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Chacabuco</i> , Colonia Gral. Necochea, IV-2010, Scarpa 828 (BA)
<i>Ambrosia tenuifolia</i> Spreng. ("altamisa")	El macerado de sus HO en baños contra sarpullidos, como febrífugo y contra insolación. También se colocan bajo el sombrero para esto último.	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Chacabuco</i> , Colonia Gral. Necochea, 14-XII-2010, Scarpa 850 (BA)
<i>Aspilia</i> aff. <i>pascalioides</i> Griseb. ("qoñi lenoñaxai")	Su PA macerada en agua en lavajes como antialopéico	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Mayor L.J. Fontana</i> , Villa Ángela, 26-VIII-2015, Scarpa 941 (BA)
<i>Baccharis albida</i> Hook. & Arn. ("so shipgaq", "shipgaq loqo")	Dec. de PA ing. o en baños como refrescante y contra insolación	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Chacabuco</i> , Colonia Gral. Necochea, 03-III-2009, Scarpa 795 (BA)
<i>Baccharis notoserghila</i> Griseb. ("milgrat")	Su PA ing. como descongestivo	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Mayor L.J. Fontana</i> , Colonia El Pastoral, 28-II-2015, Scarpa 917 (BA).
<i>Baccharis</i> sp. ("chit")	Dec. de PA ing. como febrífugo, diurético, hepático digestivo y contra "empacho". "Se usa contra SIDA"	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Presidencia de La Plaza</i> , Parque Nacional Chaco, 20-X-2016, Scarpa 1026 (BA).
<i>Baccharis spicata</i> (Lam.) Baill. ("Nesoxona nemaic")	El macerado de su PA en baños como antialérgico (contra "ronchas" que brotan)	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Mayor L.J. Fontana</i> , Villa Ángela, 11-XII-2015, Scarpa 947 (BA)
cf. <i>Achyrocline satureioides</i> (Lam.) DC. ("caviaxaraic")	Dec. de HO ing. contra "empacho"	
cf. <i>Artemisia absinthium</i> L. ("ajenjo")	Dec. de PA ing. como vermífugo y estomáquico	
cf. <i>Bidens</i> sp. ("mañic late")	Dec. de PA ing. contra gastralgias	
cf. <i>Matricaria chamomilla</i> L. ("manzanilla")	Fricciones de PA sobre abdomen con aceite caliente contra gastralgias. Dec. de HO ing. como refrescante estomacal	
<i>Chaptalia nutans</i> (L.) Pol. ("Melqaic", "Shiraigo lateé", "shiraigo lqaic")	Dec. de PA ing. contra nefralgias	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Presidencia de La Plaza</i> , Parque Nacional Chaco, 20-X-2016, Scarpa 985 (BA).
<i>Cyclolepis genistoides</i> Gillies ex D. Don ("iqolaq qo'paq")	Dec. de PA ing. como analgésico y antitusivo y contra trastornos renales. En lavajes contra insolación y oftalmias	ARGENTINA. Prov. Santiago del Estero: <i>Dpto. Gral. Taboada</i> , 5km al oeste Añatuya, sobre el río Salado, 13-XII-2010, Scarpa 898 (BA).

Continuación Tabla 1

Nombre científico (Nombre vulgar)	Aplicación Medicinal	Material estudiado
<i>Gaillardia megapotamica</i> (Spreng.) Baker ("pichit alo")	Dec. de PA en lavajes de cabeza contra insolación	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Chacabuco</i> , Colonia Gral. Necochea, 22-X-2016, Scarpa 1035 (BA)
<i>Gochnatia argentina</i> (Cabrera) Cabrera ("lalagaxaic laue")	Dec. de HO ing. como antigripal, emengagogo y para niños asustados.	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Chacabuco</i> , Colonia Gral. Necochea, 06-III-2009, Scarpa 811(BA)
<i>Hymenoxys anthemioides</i> (Juss.) Cass. ex DC. ("yerba mula")	Su PA macerada en agua como febrífugo (sería en forma de baños)	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Mayor L.J. Fontana</i> , Villa Ángela, 13-IX-2018, Rosso 95062 (BA)
<i>Pluchea sagittalis</i> (Lam.) Cabrera ("yerba lucero")	Dec. de HO o RA ing. como hepático digestivo y contra "empacho". Solo de sus HO como diurético y estomáquico	
<i>Pterocaulon alopecuroides</i> (Lam.) DC. ("chimalak")	Dec. de PA ing. como antiespasmódico y oxitócico (para esto último también puede usarse su RA).	
<i>Pterocaulon virgatum</i> (L.) DC. ("chimalak")	Macerado de sus HO en agua caliente en forma de baños como protector solar	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Mayor L.J. Fontana</i> , Villa Ángela, 13-IX-2018, Rosso 95060 (BA)
<i>Solidago microglossa</i> DC. ("qoñi", "qoñi lenoñaxai")	Su PA en lavajes como tónico capilar, anticasma y antipediculoso	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Chacabuco</i> , Colonia Gral. Necochea, 06-III-2009, Scarpa 805
<i>Tagetes minuta</i> L. ("rexon", "rexonole")	Dec. de PA ing. como anticonceptivo, antiulceroso, antidiarreico y contra "empacho". Su RA también usan contra los dos últimos trastornos.	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Mayor L.J. Fontana</i> , Villa Ángela, 26-VIII-2015, Scarpa 940 (BA)
<i>Vernonia</i> sp. ("lesamaxa pegueic")	Sus HO mascadas contra la "locura"	
<i>Xanthium spinosum</i> L. ("kagretá na pá")	Dec. de su RA, con RA <i>Euphorbia serpens</i> , <i>Solanum sisymbriifolium</i> y <i>Rhynchosia</i> sp. ing. contra trastornos de vejiga	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Mayor L.J. Fontana</i> , Villa Ángela, 26-VIII-2015, Scarpa 918 (BA)
BIGNONIACEAE		
<i>Amphilophium carolinae</i> (Lindl.) L. G. Lohmann	Antiodontalgias (se desconoce parte empleada, forma de preparación y administración)	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Depto. Gral. Güemes</i> , J.J. Castelli, X.2017, G. Scarpa 1107 (BA)
<i>Dolichandra cynanchoides</i> Cham. ("regat", "regaatelec lenat", "noueela", "micholenat")	Su SE como antimicótico y sus HO como refrescante (en forma tópica). Dec. de PA ing. como esterilizante y en lavajes de rostro como ritual preventivo. Dec. de PA en lavajes como antiséptico	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Chacabuco</i> , Colonia Gral. Necochea, 04-III-2009, Scarpa 794 (BA)
<i>Dolichandra</i> sp. ("liya regat lkela") (GUA)	Dec. de PA ing. como oxitócico	
<i>Dolichandra uncata</i> (Andrews) L.G. Lohmann ("regat", "regaatelec lenat", "noueela", "micholenat")	Dec. de PA en lavajes como antiséptico y en lavajes de rostro como ritual preventivo	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Mayor L.J. Fontana</i> , Villa Ángela, 13-IX-2018, Rosso 95053, 95054, 95055 (BA)
<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex A. DC.) Mattos	Dec. de HO ing. como depurativo sanguíneo y emenagogo	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Mayor L.J. Fontana</i> , Villa Ángela, 21-X-2016, Scarpa 1033 (BA)

C. N. Rosso y G. F. Scarpa - Etnobotánica médica moqoit comparada

Continuación Tabla 1

Nombre científico (Nombre vulgar)	Aplicación Medicinal	Material estudiado
<i>Handroanthus</i> spp. ("‘yat lai", "napalolo leno‘axai")	Dec. de PA ing. contra el "golpe", cefalalgias, mialgias, antiinflamatorio, emenagogo, estomáquico y contra "invalidez". Inf. de HO ing. como normalizador de presión y contra cardiopatías. Su CO como antirreumático. Se usa contra insolación	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Mayor L.J. Fontana</i> , Villa Ángela, 11-XII-2015, Scarpa 926 (BA)
BOMBACACEAE		
<i>Ceiba insignis</i> (Kunth) P.E.Gibbs & Semir. ("qaiñic", "qa'ñic")	Dec. de ES ing. contra nefralgias y de CO contra alcoholismo	ARGENTINA. Prov. Formosa: <i>Depto. Matacos</i> , Ing. G.N. Juárez, 1.IV.1999, G. Scarpa 356 (BA)
BORAGINACEAE		
<i>Heliotropium curassavicum</i> L. ("navenec")	Dec. de RA y TO ing. contra trastornos renales y como depurativo sanguíneo. Dec. de RA ing. como normalizador de presión, refrescante y en ritual terapéutico para principio de hernia y como antihemorroidal con grasa de iguana.	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Mayor L.J. Fontana</i> , Villa Ángela, 11-XII-2015, Scarpa 932(BA)
BRASSICACEAE		
<i>Lepidium didymum</i> L. ("ñigsar nemaic", "laqaviacaic")	Dec. de PA ing. como antigripal, antitusivo y contra sarampión. Dec. de RA ing. contra la "locura" y como depurativo sanguíneo (junto con HO).	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Mayor L.J. Fontana</i> , Villa Ángela, 13-IX-2018, Rosso 95066 (BA)
BROMELIACEAE		
<i>Tillandsia</i> spp. ("Lapilalaxachi", "rapichigui")	Dec. de FL en lavajes matutinos como estimulante. Dec. de TO ing. contra gastralgias y de forma tópica como vulnerario	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Chacabuco</i> , Colonia Gral. Necochea, 10-XI-2008, Scarpa 756 (BA); Scarpa 788 (BA).
CACTACEAE		
<i>Cereus forbesii</i> Otto ex C.F.Först. ("leketaxai(k)", "pacal late'e")	El mucílago de sus tallos en lavajes como shampoo anticaspas	ARGENTINA. Prov. Formosa: <i>Depto. Bermejo</i> , Vaca Perdida, 5.XII.1996, G. Scarpa 31 (BA)
<i>Harrisia</i> spp. ("yipat", "yipák"; notoxoshik (fr: notoxosóe)	Se consume su FR? como antianémico, antidiabético y en ritual terapéutico para "limpiar" el organismo	
<i>Monvillea cavendishii</i> (Monv.) Britton & Rose ("yipat")	Se consume su FR en ritual terapéutico para "limpiar" el organismo	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Chacabuco</i> , Colonia Gral. Necochea, 10-XI-2008, Scarpa 769 (BA).
<i>Opuntia quimilo</i> K. Schum.	El mucílago de su TA de manera tópica como febrífugo	ARGENTINA. Prov. Chaco, <i>Depto. 2 de Abril</i> , alrededores de Hermoso Campo, Scarpa 843 (BA)
<i>Opuntia</i> spp.	Inf. de su TA y de HO de <i>Schinus</i> spp. ing. contra "empacho". Sus TA se emplean en ritual terapéutico contra las hernias (cura por rastro, ver texto).	
<i>Rhipsalis lumbricoides</i> (Lem.) Lem. ex Salm-Dyck ("Konase laxa' lqahic")	Su TA molido mezclado con grasa de cordero se aplica de forma tópica contra el "aire"	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Mayor L.J. Fontana</i> , Villa Ángela, 13-IX-2018, Rosso 95058 (BA)

Continuación Tabla 1

Nombre científico (Nombre vulgar)	Aplicación Medicinal	Material estudiado
<i>Rhipsalis</i> sp. ("Konase laxa' lqahic", "Melcolaq")	Su TA molido con sal fina se coloca de manera tópica sobre zona afectada contra recaladuras; también se emplea para hacer vincha contra cefalalgias	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Presidencia La Plaza</i> , Parque Nacional Chaco, 20-X-2016, Scarpa 994 (BA).
CAPPARACEAE		
<i>Atamisquea emarginata</i> Miers ex Hook. & Arn. ("atamisqui")	Dec. de PA ing. contra gastralgias	ARGENTINA. Prov. Chaco, <i>Depto. Gral. Güemes</i> , Paraje 4 de Febrero, V.2018, Scarpa 1199 (BA)
<i>Capparicordis tweediana</i> (Eichler) H.H. Iltis & X. Cornejo ("sichic lavic")	Dec. de PA en baños tibios contra la viruela. Con el humo de su PA se sahumaba la casa en ritual preventivo	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Chacabuco</i> , Colonia Gral. Necochea, 07-I-2010, Scarpa 793 (BA).
<i>Cynophalla retusa</i> (Griseb.) X. Cornejo & H.H. Iltis ("netekaik" ; FR: "neteguek")	La dec. de su FR se utiliza en lavajes como antipediculoso	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Chacabuco</i> , Colonia Gral. Necochea, 09-XI-2008, Scarpa 793 (BA).
CELASTRACEAE		
<i>Monteverdia spinosa</i> (Griseb.) Bira ("toglii", "toc", "togui'li laxat").	Dec. de RA ing. como antidiarreico, aperitivo, vermífugo, contra apendicitis y contra "empacho" (esta última con RA de <i>Rhynchosia bicentrica</i>)	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Chacabuco</i> , Charata, FECHA Scarpa, 903 (BA)
CELTIDACEAE		
<i>Celtis chichape</i> (Wedd.) Miq. ("penkoshik ")	Dec. de HO ing. como antidiarreico y contra "empacho"	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Chacabuco</i> , Colonia Gral. Necochea, 06-III-2009, Scarpa 807 (BA).
CERVANTESIACEAE		
<i>Jodina rhombifolia</i> (Hook. & Arn.) Reissek ("s(h)ichí lavik")	Dec. de PA Ing. como antigripal y contra alcoholismo; en baños se utiliza en ritual preventivo	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Mayor L.J. Fontana</i> , Villa Ángela, 26-VIII-2015, Scarpa 924 (BA)
CHENOPODIACEAE		
<i>Dysphania ambrosioides</i> (L.) Mosyakin & Clemants ("paico")	Dec. de HO ing. como carminativo, hepático digestivo y contra "empacho". Dec. de RA ing. contra cefalalgias	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Mayor L.J. Fontana</i> , Villa Ángela, 26-VIII-2015, Scarpa 954 (BA)
<i>Sarcocornia</i> sp. ("hue laueraxaic")	Las cenizas de su TA ing. como antitusivo y contra dolor de garganta	ARGENTINA. Prov. Santiago del Estero: <i>Dpto. Gral. Taboada</i> , 5km al oeste Añatuya, sobre el río Salado, 13-XII-2010, Scarpa 953 (BA).
COMMELINACEAE		
<i>Commelina erecta</i> L. ("qami' late'e", "icolaq lenoŷaxai")	Dec. de TO ing. como aperitivo, estimulante, contra cefalalgias y dolor de espalda. Dec. de HO en lavajes contra insolación. El látex que exudan sus brácteas florales se instila en ojos contra oftalmias	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Chacabuco</i> , Colonia Gral. Necochea, 08-XI-2008, Scarpa 673 (BA)
CONVOLVULACEAE		
<i>Dichondra microcalyx</i> (Hallier f.) Fabris ("nesoxona lquela")	Dec. de PA ing. contra dismenorreas y gastralgias	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Chacabuco</i> , Colonia Gral. Necochea, 14-XII-2010, Scarpa 863 (BA)

C. N. Rosso y G. F. Scarpa - Etnobotánica médica moqoit comparada

Continuación Tabla 1

Nombre científico (Nombre vulgar)	Aplicación Medicinal	Material estudiado
EUPHORBIACEAE		
<i>Croton lachnostachyus</i> Baill.	Dec. de RA ing. contra cardiopatías	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Chacabuco</i> , Colonia Gral. Necochea, 14-XII-2010, Scarpa 854 (BA).
<i>Euphorbia selloi</i> (Klotzsch & Garcke) Boiss. ("laquitaxa lata")	Dec. de PA ing. contra incontinencia urinaria	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Chacabuco</i> , Colonia Gral. Necochea, IV-2010, Scarpa 826 (BA)
<i>Euphorbia serpens</i> Kunth ("ronani", "ronañi")	Su LA se aplica tópicamente como antimicótico y contra "culebrilla"; se coloca en la nariz como cicatrizante y antes de comer contra sialorrea. La dec. de PA ing. como refrescante. Dec. RA ing. contra trastornos de vejiga (con RA <i>Xanthium spinosum</i> , <i>Euphorbia serpens</i> y <i>Rhynchosia</i> sp.)	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Chacabuco</i> , Colonia Gral. Necochea, 08-XI-2008, Scarpa 796 (BA)
<i>Ricinus communis</i> L. ("redoonataxan")	Sus HO en el sombrero, trapo o pañuelo contra insolación. Sus Ho maceradas en agua se aplican en baños como analgésico. Sus SE molidas para ritual terapéutico contra mordedura de perro (ver texto)	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Chacabuco</i> , Colonia Gral. Necochea, IV-2010, Scarpa 841 (BA)
<i>Sapium haematospermum</i> Müll.Arg. ("ro'ic")	Su LA tópicamente contra granos y como antiodontálgico. Su TA macerado contra oftalmias. También se emplea contra mialgias (¿?)	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Depto. Gral. Güemes</i> , Barrio Curiyí de J.J. Castelli, X.2017, Scarpa 1106 (BA)
FABACEAE		
<i>Bauhinia</i> spp. ("qagreta lapia")	Dec. de sus HO ing. como analgésico, contra la tartamudez y gastralgias	
cf. <i>Crotalaria incana</i> L. ("nenola nemaic")	Dec. de RA ing. contra la "locura"	
cf. <i>Prosopis elata</i> (Burkart) Burkart ("noishic")	Se corta su FR y se inhala como descongestivo	
<i>Desmanthus paspalaceus</i> (Lindm.) Burkart ("poqoxarai")	Dec. de PA en baños contra la "vergüenza" como ritual terapéutico	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Mayor L.J. Fontana</i> , Villa Ángela, 11-XII-2015, Scarpa 949 (BA)
<i>Desmanthus virgatus</i> (L.) Willd. ("poqoxarai")	Dec. de RA ing. como esterilizante, sedante para niños y contra la "vergüenza" en ritual terapéutico	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Chacabuco</i> , Colonia Gral. Necochea, 06-III-2009, Scarpa 801 (BA)
<i>Geoffroea decorticans</i> (Gillies ex Hook. & Arn.) Burkart ("petecaic")	Dec. de CO ing. como antigripal, normalizador de presión, depurativo sanguíneo, contra trastornos renales y como antitusivo con "quemadillo"	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Mayor L.J. Fontana</i> , El Pastoril, 22-X-2016, Scarpa 1020 (BA)
<i>Gleditsia amorphoides</i> (Griseb.) Taub. ("noishic")	Dec. de TA en lavajes contra cefalalgias. La inhalación de su FR como descongestivo. Dec. de su FR ing. contra mialgias (con <i>Scutia buxifolia</i>)	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Presidencia La Plaza</i> , Parque Nacional Chaco, 20-X-2016, Scarpa 980 (BA).
<i>Gleditsia</i> spp.	Su FR molido en forma tópica como antiodontálgico y contra otalgias	

Continuación Tabla 1

Nombre científico (Nombre vulgar)	Aplicación Medicinal	Material estudiado
<i>Libidibia paraguayensis</i> (D. Parodi) G.P. Lewis ("nallicaic")	Dec. CO ing. contra trastornos menstruales, renales y como diurético, antiolesterolémico, antituberculoso y depurativo sanguíneo. Su CO en ritual terapéutico contra las hernias (cura por el rastro). La dec. del FR ing. como antigripal y ext. contra fracturas	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Chacabuco</i> , Colonia Gral. Necochea, 08-XI-2008, Scarpa 785 (BA)
<i>Poiretia tetraphylla</i> (Poir.) Burkart ("laxaic loqoic")	Dec. PA ing. se emplea como esterilizante	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Chacabuco</i> , Colonia Gral. Necochea, 06-III-2009, Scarpa 802 (BA).
cfr. <i>Prosopis affinis</i> Spreng. ("piquiñic")	Las cenizas de sus HO ing. como abortivo	
<i>Prosopis nigra</i> (Griseb.) Hieron. ("naueneec lelaq", "naueneec lqaiq")	Raspaduras de su TA de manera tópica como antiodontálgico	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Chacabuco</i> , Colonia Gral. Necochea, 25-X-2016, Scarpa 1034 (BA).
<i>Rhynchosia bicentrica</i> B.L. Turner ("qoñi", "qoñigui", "qoñi li'i")	Dec. RA ing. como aperitivo, contra "empacho" y trastornos de la vesícula (con <i>Gonopterodendron sarmiento</i>). Dec. de PA ing. contra apendicitis y como hepático digestivo. Dec. ing. contra mialgias (se desconoce parte utilizada)	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Chacabuco</i> , Colonia Gral. Necochea, 06-III-2009, Scarpa 799 (BA)
<i>Rhynchosia minima</i> (L.) DC. ("qoñi", "qoñigui", "qoñi li'i")	Dec. de RA ing. contra "empacho" (con <i>Schinus</i> sp.) y contra trastornos de vejiga (con <i>RA Xantium spinosum</i> , <i>Solanum sisymbriifolium</i> y <i>Euphorbia serpens</i>). Dec. de PA ing. como aperitivo	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Chacabuco</i> , Colonia Gral. Necochea, 25-X-2016, Scarpa 1036 (BA).
<i>Senegalia bonariensis</i> (Gillies ex Hook. & Arn.) Seigler & Ebinger- <i>Senegalia praecox</i> (Griseb.) Seigler & Ebinger ("huacaic")	Dec. de PA con <i>Eucalyptus</i> sp. y "quemadillo" como antitusivo Dec. de FR ing. como antitusivo	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Chacabuco</i> , Colonia Gral. Necochea, 14-XII-2010, Scarpa 862 (BA).
<i>Sesbania virgata</i> (Cav.) Pers.	Sus HO molidas de manera tópica contra picaduras de víbora	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Chacabuco</i> , Colonia Gral. Necochea, 14-XII-2010, Scarpa 956
<i>Vachellia aroma</i> (Gillies ex Hook. & Arn.) Seigler & Ebinger ("pák'qik", "paxaquik")	Dec. de RA Ing. como anticanceroso, diurético, laxante, contra trastornos menstruales, E.T.S. y SIDA (con <i>Aspidosperma triternatum</i>). Sus HO molidas de manera tópica como antiodontálgico.	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Chacabuco</i> , Colonia Gral. Necochea, 06-III-2009, Scarpa 800 (BA)
<i>Vachellia caven</i> (Molina) Seigler & Ebinger ("pák'qik", "paxaquik")	Su FR molido de manera tópica como antiodontálgico	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Mayor L.J. Fontana</i> , Colonia El Pastoral, 28-II-2015, Scarpa 905 (BA).
LAMIACEAE		
<i>Marrubium vulgare</i> L. ("piyiloxoloxo nemaic")	Sus HO molidas mezcladas con grasa de cordero se frota en el cuello contra el "aire" y la parotiditis	ARGENTINA. Prov. Santiago del Estero: <i>Dpto. Gral. Taboada</i> , 5km al oeste Añatuya, sobre el río Salado, 13-XII-2010, Scarpa 845 (BA).
<i>Ocimum campechianum</i> Mill. ("icolaq lenoñaxai")	Su FR macerado en lavajes como refrescante	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Chacabuco</i> , Colonia Gral. Necochea, 08-XI-2008, Scarpa 755 (BA)

C. N. Rosso y G. F. Scarpa - Etnobotánica médica moqoit comparada

Continuación Tabla 1

Nombre científico (Nombre vulgar)	Aplicación Medicinal	Material estudiado
LYTHRACEAE		
<i>Heimia salicifolia</i> (Kunth) Link ("patenanqashic", "NyaGaik patí" (GUA))	Sus HO molidas con sal de manera tópica como antiinflamatorio. Dec. de RA ing. contra "empacho" y como antidiarreico. Su RA molida ext. como vulnerario. Macerado deTO en baños como estimulante	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Chacabuco</i> , Colonia Gral. Necochea, 08-XI-2008, Scarpa 765 (BA)
MALPIGHIACEAE		
<i>Janusia guaranítica</i> (A. St.-Hil.) A. Juss. ("qoñiguí leta'a")	Dec. de PA ing. como aperitivo	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Chacabuco</i> , Colonia Gral. Necochea, IV-2010, Scarpa 834 (BA)
MALVACEAE		
<i>Abutilon grandifolium</i> (Willd.) Sweet ("machic nemaic", "coviguiñic lqaic")	El vapor de la dec. de su RA como antidontálgico como ritual terapéutico	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Chacabuco</i> , Colonia Gral. Necochea, 05-I-2010, Scarpa 816 (BA)
<i>Cienfuegosia drumondii</i> (A. Gray) Lewton "Ualok letaá"	Dec. de RA ing. contra nefralgias	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Mayor L.J. Fontana</i> , Villa Ángela, 11-XII-2015, Scarpa 958 (BA)
<i>Sida rhombifolia</i> L. ("huaca loq", "huaca nemaic")	Dec. de PA ing. como refrescante, diurético y oxiótico. Dec. de RA ing. como vermífugo	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. 25 de mayo</i> , desvío de ruta 16 a 3 km. O-NO Quitilipi, 20-X-2016, Scarpa 977 (BA)
<i>Sida spinosa</i> L. ("le'legaxanqate")	Dec. de RA ing. como vermífugo. Dec. de PA ing. contra "empacho" (con <i>H. salicifolia</i> y <i>A. pungens</i>)	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Chacabuco</i> , Colonia Gral. Necochea, 06-III-2009, Scarpa 959 (BA)
<i>Sphaeralcea bonariensis</i> (Cav.) Griseb. ("qo'o ne'taxaqui", "siñit loqo")	Dec. de PA ing. contra gastralgias. Dec. de FL ing. como antidiarreico	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Chacabuco</i> , Colonia Gral. Necochea, 08-XI-2008, Scarpa 766 (BA)
MELIACEAE		
<i>Melia azedarach</i> L.* ("paraíso")	Dec. de FR en lavajes como antipediculoso y pulguicida. Su CO para tratar las hernias en ritual terapéutico (cura por el rastro)	ARGENTINA. Prov. Formosa, <i>Depto. Mataros</i> , Campo Grande, 10.X.1998, Scarpa 318 (BA)
MORACEAE		
<i>Morus alba</i> L. var. <i>alba</i> * ("mora")	Dec. de HO ing. contra trastornos de vejiga	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. O'Higgins</i> , Colonia La Tigra 09-XII-2015, Scarpa 942 (BA). Cultivada.
MYRTACEAE		
<i>Eucalyptus</i> sp.* ("Eucalito")	Dec. de PA ing. con "quemadillo" como antitusivo (con <i>Senegalia bonariensis</i>)	
cf. <i>Eugenia myrcianthes</i> Nied.	Estomáquico (se desconoce parte empleada, forma de preparación y administración)	
<i>Myrcianthes pungens</i> (O. Berg.) Legrand ("Eucalito o menta del monte")	Dec. de PA ing. contra resfríos y como estomáquico	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Presidencia La Plaza</i> , Parque Nacional Chaco, 20-X-2016, Scarpa 908 (BA)
<i>Psidium</i> sp. ("LeshikyaGa lqosot") (GUA)	Dec. de HO ing. contra trastornos pulmonares	

Continuación Tabla 1

Nombre científico (Nombre vulgar)	Aplicación Medicinal	Material estudiado
NYCTAGINACEAE		
<i>Pisonia zapallo</i> Griseb. ("Francisco Álvarez")	Dec. de CO ing. como antidiabético, analgésico y depurativo sanguíneo. Con su CO se practica un ritual terapéutico para tratar hernias (cura por el rastro)	ARGENTINA. Prov. Chaco, <i>Depto. Gral. Güemes</i> , Paraje El Ñandú, V.2018, Scarpa 1187 (BA)
OLEACEAE		
<i>Olea europea</i> L. * ("olivo")	Dec. de HO? ing. como normalizador de presión	
PAPAVERACEAE		
<i>Argemone subfusiformis</i> G.B. Ownbey ("nanaic loqo")	Con TO envuelven la zona afectada contra picadura de araña	ARGENTINA. Prov. Salta, <i>Depto. Rivadavia Banda Norte</i> , Misión La Paz, XII.2005, Scarpa 767 (SI)
PASSIFLORACEAE		
<i>Passiflora caerulea</i> L. ("piok' lola(r)ik")	Dec. de RA ing. como normalizador de presión, depurativo sanguíneo, contra cardiopatías y cefalalgias	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Mayor L.J. Fontana</i> , Colonia El Pastoril, 15-XII-2015, Scarpa 937 (BA).
<i>Passiflora</i> sp. ("piok' lola(r)ik")	Dec. su RA ing. contra "empacho"	
PHYLLANTHACEAE		
<i>Phyllanthus niruri</i> L.	Dec. de PA ing. contra trastornos de la vesícula	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Mayor L.J. Fontana</i> , Villa Ángela, 11-XII-2014, Scarpa 915 (BA)
PHYTOLACCACEAE		
<i>Petiveria alliacea</i> L. ("shipatok") (GUA)	TO se utiliza en ritual preventivo como protección frente a enfermedades en general	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Mayor L.J. Fontana</i> , Villa Ángela, 11-XII-2014, Scarpa 907 (BA)
<i>Phytolacca dioica</i> L. ("nouate", "roic lateé")	Su FR ing. como purgante. Dec. ing. como oxiótico. Su TA en ritual terapéutico (cura por el rastro) contra hernias y en ritual preventivo para proteger las viviendas	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Presidencia de la Plaza</i> , Parque Nacional Chaco, 20.X.2016, Scarpa 1004 (BA)
PLANTAGINACEAE		
<i>Plantago tomentosa</i> Lam. ssp. <i>tomentosa</i>	La dec. de sus HO en pediluvios contra podalgias	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Presidencia de La Plaza</i> , Parque Nacional Chaco, 20-X-2016, Scarpa 990 (BA)
POACEAE		
cf. <i>Sporobolus spartinus</i> (Trin.) P.M. Peterson & Saarela ("yit")	Dec. de TO ing. como antitusivo. Las cenizas de TO de manera tópica como vulnerario	La identificación es tentativa ya que se realizó sobre la base de su correspondencia con el nombre vulgar criollo
cfr. <i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers. ("uaqapi")	Dec. de RA ing. en ritual terapéutico para tratar las hernias (cura por el rastro)	La identificación es tentativa ya que se realizó sobre la base de su correspondencia con el nombre vulgar criollo
<i>Cymbopogon citratus</i> (DC.) Stapf ("uaqapi leta' a")	Dec. de RA ing. contra cardiopatías y como depurativo sanguíneo (con <i>Scutia buxifolia</i>). Dec. de HO ing. como antiácido	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Mayor L.J. Fontana</i> , Villa Ángela, 11-XII-2015, Scarpa 945 (BA)

C. N. Rosso y G. F. Scarpa - Etnobotánica médica moqoit comparada

Continuación Tabla 1

Nombre científico (Nombre vulgar)	Aplicación Medicinal	Material estudiado
<i>Guadua angustifolia</i> Kunth ("noqola late'e")	El carbón resultante de quemar su TA de manera tópica como vulnerario	La identificación se realizó sobre la base de su correspondencia con el nombre vulgar moqoit y criollo
<i>Setaria</i> sp. ("uaqapi, "ronani", "ronañi")	Dec. de TO ing. contra poliuria. Dec. de PA ing. como refrescante	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Chacabuco</i> , Colonia Gral. Necochea, 08-XI-2008, Scarpa 790 (BA)
<i>Zea mays</i> L. ("naso(o)le(k)")	Dec. de sus SE ing. como antidiarreico	Antiguamente cultivada
PORTULACEAE		
<i>Portulaca oleracea</i> L. ("yo'lo")	Se coloca de manera tópica como antimicótico (Se desconoce la parte empleada)	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Chacabuco</i> , Colonia Gral. Necochea, 05-I-2010, Scarpa 822 (BA)
RANUNCULACEAE		
<i>Clematis montevidensis</i> Spreng. ("Na'yaapec huol", "quetac laqarue" "noueela", "qoxoicoqui'laqarue")	Cenizas tibias resultantes de quemar TO colocadas en pies como sudorífico. Sus FL molidas y en forma tópica como antidontálgico	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Mayor L.J. Fontana</i> , Villa Ángela, 21-VIII-2015, Scarpa 923 (BA)
RHAMNACEAE		
<i>Scutia buxifolia</i> Reissek ("pencoshic late'e", "togli'i")	Dec. de RA ing. como aperitivo, antiemético, depurativo sanguíneo y contra alcoholismo y cefalalgias. Dec. de PA ing. contra mialgias (con <i>Gleditsia amorphoides</i>)	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Presidencia La Plaza</i> , Parque Nacional Chaco, 20-X-2016, Scarpa 982 (BA)
RUTACEAE		
<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck* ("limón")	Dec. de HO ing. contra "empacho"	Se adquiere en comercios.
<i>Ruta chalepensis</i> L. ("ruda")	Se cultiva en las viviendas como preventivo de "brujerías" o "daño"	ARGENTINA. Prov. Formosa: <i>Depto. Mataros</i> , Ing. G.N. Juárez, 2.IV.1999, Scarpa 364 (BA)
SALICACEAE		
<i>Salix humboldtiana</i> Willd.	El macerado de sus HO en lavajes como tónico capilar y como antialopécico	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Mayor L.J. Fontana</i> , Villa Ángela, 11-XII-2015, Scarpa 928 (BA)
SAPINDACEAE		
<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil., A. Juss. & Cambess.) Hieron. ex Niederl. ("Cucú", "cocú")	Dec. de HO ing. como diurético, hepático digestivo, estomáquico y contra trastornos renales	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Mayor L.J. Fontana</i> , Villa Ángela, 11-XII-2015, Scarpa 946 (BA)
<i>Diplokeleba floribunda</i> N.E. Br.	Dec. ing. de HO como antiulceroso y refrescante. Sus HO de manera tópica sobre la cabeza contra insolación.	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Presidencia La Plaza</i> , Parque Nacional Chaco, 20-X-2016, Scarpa 1005 (BA)
<i>Urvillea chacoensis</i> Hunz. ("naneic loqo")	Se atan sus TA volubles sobre picaduras de araña para su tratamiento como ritual terapéutico. Sus SE (y FR?) partidas y humedecidas se refriegan como antimicótico	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Chacabuco</i> , Colonia Gral. Necochea, 06-III-2009, Scarpa 808 (BA)

Continuación Tabla 1

Nombre científico (Nombre vulgar)	Aplicación Medicinal	Material estudiado
SCROPHULARIACEAE		
<i>Buddleja stachyoides</i> Cham. & Schldl. ("malva del campo")	Dec. de HO en baños calientes contra la neumonía y en lavajes de cabeza como refrescante. Dec. de RA y HO ing. contra trastornos posparto	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Mayor L.J. Fontana</i> , Villa Ángela, 13-IX-2018, Rosso 95061 (BA)
SIMAROUBACEAE		
<i>Castela coccinea</i> Griseb. ("Shillaic loqoic", "togli'i")	Dec. de RA ing. como antidiarreico, estomáquico aperitivo y contra trastornos renales	ARGENTINA. Prov. Chaco: Depto. Gral. Güemes, Paraje 4 de Febrero, V.2018, Scarpa 1142 (BA)
SMILACACEAE		
<i>Smilax campestris</i> Griseb.	Dec. de HO ing. contra cefalalgias	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Presidencia de La Plaza</i> , Parque Nacional Chaco, 21-X-2016, Scarpa 1011(BA)
SOLANACEAE		
<i>Cestrum parqui</i> (Lam.) L'Hér. ("qo'oolec loqo")	Sus HO se muelen y se frotan la cabeza contra cefalalgias producidas por el calor (insolación?)	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Chacabuco</i> , Colonia Gral. Necochea, IV-2010, Scarpa 836 (BA)
<i>Nicotiana glauca</i> Graham ("le'neete lata", "qoñi leno'axai")	El macerado de sus HO y FL en ritual preventivo como protección contra enfermedades en general. Sus HO de manera tópica contra quemaduras y como madurativo	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Mayor L.J. Fontana</i> , Villa Ángela, 03-II-2018, Rosso 95067 (BA)
<i>Nicotiana longiflora</i> Cav. ("qalachí")	Dec. de TO en lavajes como vulnerario	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Chacabuco</i> , Colonia Gral. Necochea, IV-2010, Scarpa 830 (BA)
<i>Nicotiana paa</i> Mart. Crov. ("lpa'a", "coro", "corito")	Dec. de RA ing. fría como carminativo. Dec. de HO y RA en baños contra el sarampión y la viruela. Fumatorios de sus HO y RA como descongestivo. Fumatorios, mascatorios y fricciones de RA como antigripal. Fricciones con el macerado de sus HO como analgésico	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dep. Gral. Pinedo</i> , 4 km al NE de Gancedo por ruta nacional 89, 14-XII-2010, Scarpa 856 (BA)
<i>Salpichroa organifolia</i> (Lam.) Baill. ("qopi")	Dec. de RA ing. como anticonceptivo	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Chacabuco</i> , Colonia Gral. Necochea, IV-2010, Scarpa 825 (BA).
<i>Solanum sisymbriifolium</i> Lam. ("toxo(no)le")	Dec. de RA ing. como febrífugo, estomáquico, refrescante y contra mialgias; en lavajes contra insolación. Dec. de PA ing. contra trastornos de vejiga (con RA <i>Xanthium spinosum</i> , <i>Euphorbia serpens</i> y <i>Rhynchosia</i> sp.)	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Chacabuco</i> , Colonia Gral. Necochea, IV-2010, Scarpa 827 (BA).
<i>Solanum</i> sp. ("mañic nqote")	Su FR se refriega de manera tópica como antimicótico. Dec. ext. en lavajes como antialopécico (sin especificar parte usada)	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Chacabuco</i> , Colonia Gral. Necochea, 08-XI-2008, Scarpa 786 (BA)
TALINACEAE		
<i>Talinum paniculatum</i> (Jacq.) Gaertn.	Sus HO refregadas contra sarpullidos. Dec. de PA ing. como esterilizante.	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Chacabuco</i> , Colonia Gral. Necochea, 08-XI-2008, Scarpa 673 (BA)
<i>Talinum fruticosum</i> (L.) Juss. ("cos lque'la")	Se raspa del lado abaxial de la hoja y su jugo se pone en las sienes o frente o bajo la gorra para aclarar la mente, la visión, como estimulante y refrescante (ver texto)	ARGENTINA. Prov. Chaco, Depto. <i>Chacabuco</i> , Colonia Gral. Necochea, 16-XV-2008, Scarpa 789 (BA)

C. N. Rosso y G. F. Scarpa - Etnobotánica médica moqoit comparada

Continuación Tabla 1

Nombre científico (Nombre vulgar)	Aplicación Medicinal	Material estudiado
TURNERACEAE		
<i>Turnera sidoides</i> L. subsp <i>pinnatifida</i> (Juss. Ex Poir.) Arbo ("paraic")	Dec. de PA ing. favorece la concepción	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Chacabuco</i> , Colonia Gral. Necochea, IV-2010, Scarpa 951 (BA)
VERBENACEAE		
<i>Aloysia decipiens</i> Ravenna ("natamaxa lata")	Dec. de PA ing. como antidiarreico y estomáquico	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. O'Higgins</i> , Colonia La Tigra 09-XII- 2015, Scarpa 943 (BA)
<i>Aloysia gratissima</i> (Gillies & Hook. ex Hook.) Tronc. var. <i>gratissima</i> ("qagreta neuec")	Dec. de HO ing. como estomáquico	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Chacabuco</i> , Colonia Gral. Necochea, 14-XII-2010, Scarpa 897 (BA)
<i>Aloysia polystachia</i> (Griseb.) Moldenke ("burrito")*	Dec. de PA ing. contra "empacho" y gastralgias	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Mayor L.J. Fontana</i> , Villa Ángela, 11-XII-2014, Scarpa 912 (BA)
<i>Glandularia peruviana</i> (L.) Small ("Leno'yaxai lata")	Dec. de RA ing. como galactogogo. Dec. de PA ing. contra cardiopatías. El macerado de RA es ing. como somnífero. Macerado de FL y de TO en lavajes para rituales preventivo y terapéutico (ver texto)	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Chacabuco</i> , Colonia Gral. Necochea, 14-XII-2010, Scarpa 860 (BA)
<i>Lantana achyranthifolia</i> Desf.	Inf. de HO en lavajes como desodorante pédico	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Mayor L.J. Fontana</i> , Villa Ángela, 11-XII-2015, Scarpa 939 (BA)
<i>Lantana montevidensis</i> (Spreng.) Briq. ("qofii'la'la nemaic")	Dec. TO ing. como normalizador de presión y en lavajes contra oftalmias. Dec. de HO ing. como sedante	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Chacabuco</i> , Colonia Gral. Necochea, 08-XI-2008, Scarpa 751 (BA)
<i>Lippia alba</i> (Mill.) N.E. Br. ex Britton & P. Wilson ("panaxare")	Dec. de HO ing. como oxiótico, sedante antes del parto y contra la neumonía. Dec. de RA en lavajes contra la neumonía	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Depto. Gral. Güemes</i> , Paraje El Ñandú, XII.2018, Scarpa 1200 (BA)
VISCACEAE		
<i>Phoradendron</i> spp. ("qaqare nemaic")	Dec. TO ing. como oxiótico y abortivo	
ZYGOPHYLLACEAE		
<i>Porlieria microphylla</i> (Baill.) Descole, O'Donell & Lourteig ("que'lai na'ic", "Pocorai late'e")	Dec. de PA ing. como anticonceptivo y esterilizante	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Dpto. Chacabuco</i> , Colonia Gral. Necochea, IV-2010, Scarpa 829 (BA)
<i>Gonopterodendron sarmientoi</i> (Lorentz ex Griseb.) A.C. Godoy-Bürki ("delliqic", "Iliquic", "yadebec lata")	Dec. de CO Ing. como depurativo sanguíneo y estomáquico, contra trastornos pulmonares y de la vesícula (con <i>Rhynchosia</i> sp); en baños contra cefalalgias y mialgias. Dec.de FR y SE molidos ing. contra otalgias	ARGENTINA. Prov. Chaco: <i>Depto. Gral. Güemes</i> , Paraje 4 de Febrero, V.2018, Scarpa 1141 (BA)

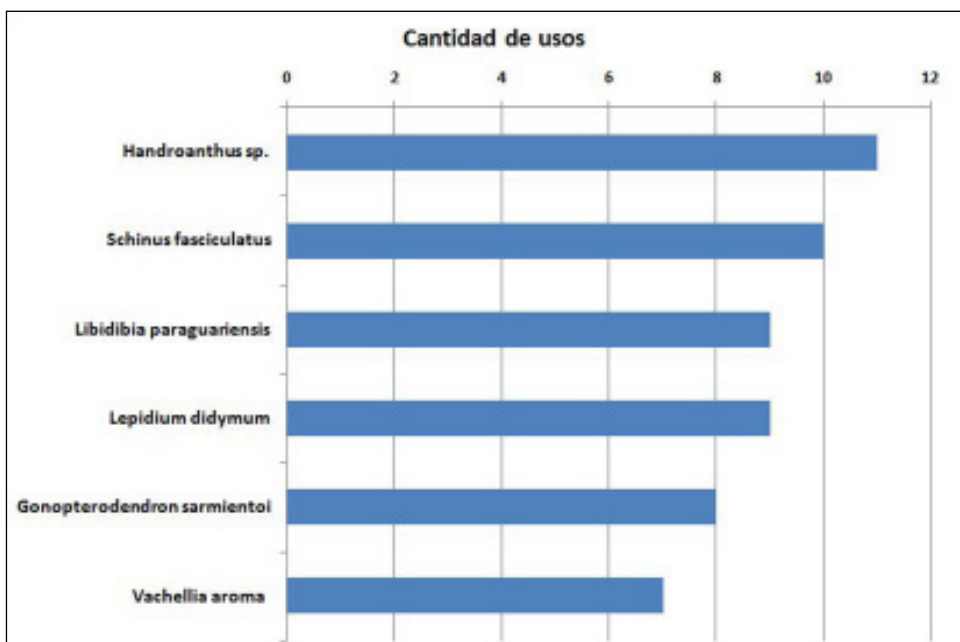


Fig. 2. Taxa botánicos con mayor cantidad de usos medicinales.

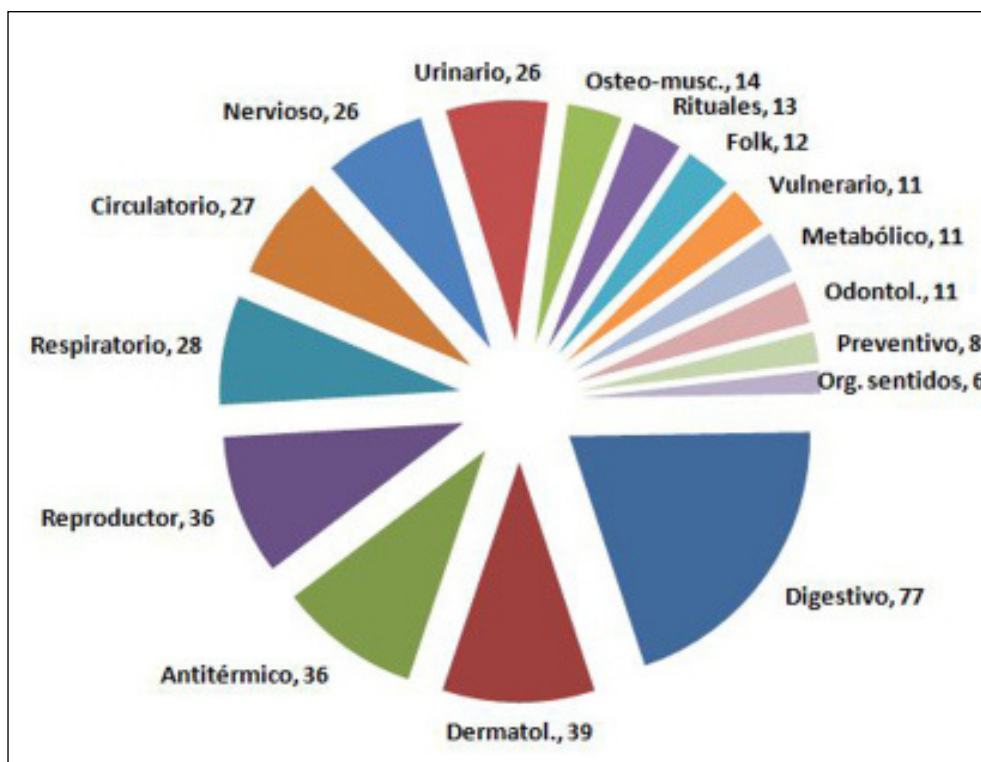


Fig. 3. Categorías de uso medicinal.

Tabla 2. Frecuencias absolutas y relativas de principales aplicaciones medicinales.

Aplicación específica	Cantidad de usos	Porcentaje
Contra "empacho"	17	15.6
Ritual terapéutico	14	12.84
Refrescante	13	11.93
Antitusivo	12	11.01
Antiodontalgias	11	10.09
Estomáquico	10	9.17
Contra cefalalgias	10	9.17
Depurativo sanguíneo	10	9.17
Antidiarreico	9	8.26
Contra insolación	9	8.26
Contra mialgias	9	8.26
Diurético	8	7.34
Normalizador de presión	8	7.34
Contra gastralgias	8	7.34

DISCUSIÓN

A diferencia de lo registrado en la mayoría de las investigaciones etnobotánicas sobre indígenas del Gran Chaco, los usos medicinales moqoit aquí registrados –y también el número de taxa vegetales- superan holgadamente a los alimenticios -76 usos acerca de 51 taxa, según Rosso & Scarpa (2017)-. Esto resultaría congruente con lo hallado para los Qom de Villa Río Bermejito por Martínez (2008) –quien registró 893 usos medicinales sobre 195 taxa vegetales-, ya que comparten con estos últimos varios aspectos socio-culturales -como el hecho de pertenecer a la misma familia lingüística (Guaycurú)-, de habitar en el mismo distrito fitogeográfico -Chaco Subhúmedo- y compartir una dinámica histórica semejante en relación a la interacción con la sociedad englobante. Este uso diferencial podría deberse a la mayor valoración positiva que poseen en la actualidad las plantas empleadas con fines medicinales respecto a los alimentos silvestres que recolectaban “los antiguos”.

Respecto a las plantas con mayor cantidad de aplicaciones medicinales referidas (Fig. 2) figuran taxa cuyo valor medicinal ya fuera destacado para

Tabla 3. Comparación con otras etnobotánicas médicas indígenas y criollas.

	# Taxa medic. totales	# Taxa compartidos	% taxa moqoit comp.	# Usos medic. totales	# Usos compartidos	% Usos moqoit comp.	# Usos comp. / taxa comp.
Rosso (2012) (Moqoit, siglo XVIII)	28	6	3.8	37	2	0.5	0.33
Scarpa & Rosso (2019) (Criollos del Chaco Húmedo, 1921)	238	55	29.5	816	34	8.9	0.62
Martínez Croveto (2014†) (Moqoit, 1967)	125	62	39.7	195	46	12.0	0.74
M. Croveto (1981) (Criollos del NW de Corrientes)	445	98	52.7	1338	51	13.4	0.52
Pérez de Micou (1984) (Criollos del NW de Entre Ríos)	60	21	13.5	151	18	4.7	0.86
Scarpa (2012) (Criollos del W de Formosa)	184	69	37.1	677	95	25.0	1.38
Scarpa (inédito) (Criollos del N de Chaco, actual)	146	66	42.0	449	58	15.2	0.88

otros estudios etnobotánicos –con grupos indígenas y criollos-, a excepción de *Schinus fasciculatus* (Griseb.) I.M. Johnst. -con 10 tipos de usos- ocupando el segundo lugar en importancia. También resulta remarcable que entre las partes vegetales más utilizadas figuren en segundo lugar las raíces (78 usos, 21,6 %), cuando su utilización entre otros pueblos indígenas y criollos del Gran Chaco argentino resulta mucho más reducida (23 usos entre los chorote, inédito).

La categoría de uso medicinal más representada es la digestiva (77), aunque también resultan importantes las aplicaciones contra trastornos dermatológicos (39), del aparato reproductor (36) y como antitérmicos (36), al igual que para los criollos (Scarpa, 2000, 2012) y para ciertos grupos indígenas (Scarpa, 2009; Suárez, 2019). Entre las principales aplicaciones específicas para las que son empleadas las plantas (Tabla 2) se destacan el “empacho” (con 17 usos) y los “depurativos sanguíneos” (10), las cuales constituyen categorías gnoseológicas típicamente criollas. En el mismo sentido, se destaca la presencia del síndrome cálido-fresco³ (propio de la medicina humoral registrada entre los criollos del Chaco argentino por Scarpa, 2004b), a juzgar por la cantidad de “refrescantes” registrados (13 usos), aunque no así de remedios “cálidos”.

A diferencia de estas adquisiciones en el ámbito de la etnobotánica médica -en cierta manera previsible por lo registrado entre otras etnias chaqueñas- destaca la elevada participación de plantas en rituales terapéuticos (12 usos). Congruente con esto último, también resulta inédito el empleo de *Talinum fruticosum* (L.) Juss. (*qos l'klela*) para ampliar la percepción mental y visual (“para aclarar la mente, la vista”), uso típico de los chamanes chaqueños a los fines de concentrarse y “visualizar” los espacios de su cosmografía en la búsqueda de las almas “arreatadas” a los enfermos. Respecto a este taxón también resulta inédita su presencia en la provincia del Chaco como se puede apreciar en la base de datos “Flora Argentina” (on line). Otras aplicaciones medicinales de las plantas que no suelen registrarse entre Criollos del Chaco son las indicaciones contra la “locura” (3 taxa), “invalidez”, sialorrea y como protector solar (este último consiste en el macerado de las hojas de *Pterocaulon virgatum* (L.) DC. en baños).

³ Criterio etiológico-terapéutico a partir del cual se clasifican muchas enfermedades y plantas medicinales en “cálidas” y “frescas”.

Las evidencias obtenidas respecto a la desestructuración del sistema médico moqoit de tiempos pasados se pueden apreciar en la Tabla 3 en cuanto a los escasísimos usos medicinales de las plantas compartidos con los registros históricos del jesuita Paucke en el siglo XVIII (0,5 %, solo 2 usos actuales; según Rosso, 2012). Como era previsible, en cambio, distintos fueron los resultados de la comparación con los datos obtenidos a fines de la década de 1960 por Martínez Crovetto (2014[†]), ya que se registraron 46 usos medicinales idénticos respecto a 62 taxa compartidos en relación a los datos actuales, con un cociente de 0.74 entre ambos. De todas maneras, resulta paradójico que solo se hallan registrado 12 % de usos idénticos, debido a que ambos datos proceden de las mismas comunidades moqoit.

Tanto el tipo de categorías gnoseológicas aquí registradas (i.e., “empacho”, “SIDA”, etc.) como el origen foráneo de muchas plantas medicinales empleadas (como las especies de *Aloe*, *Sambucus*, etc.), permiten inferir la existencia de evidentes préstamos culturales criollos que los moqoit habrían adquirido para sí. Estas adquisiciones guardan total congruencia con el proceso de transformaciones culturales que este pueblo ha venido experimentado desde hace siglos, mayormente desde la sociedad englobante con la que se fueron integrando, tal como fuera registrado por Rosso & Scarpa (2017) al relevar la etnobotánica de su alimentación.

Congruente con esto último, al comparar con los datos referidos por Scarpa & Rosso (2019) para los Criollos del Chaco Húmedo (registrados en la Encuesta Nacional de Folklore de 1921) se obtuvieron altos valores de usos compartidos (34) respecto a taxa idénticos (65), redundando en un cociente de 0.62. La menor correspondencia entre los datos etnobotánico-médicos de los moqoit con los de Criollos del NW de Corrientes (Martínez Crovetto, 1981) –con un cociente de 0.52- resulta congruente con las escasas similitudes halladas entre estos últimos y los de los Criollos del Chaco Húmedo –vecinos de los moqoit- por Scarpa & Rosso (2019) en la E.N.F. de 1921. Al comparar con datos más actuales de los Criollos del NW de la provincia de Entre Ríos registrados por Pérez de Micou (1984), vecina al área antiguamente ocupada por los moqoit –alrededores de San Javier,

provincia de Santa Fe-, comprobamos una mayor coincidencia aún que los obtenidos al contrastar con los datos de la Encuesta antedicha. En efecto, aunque con bajos valores de taxa compartidos (21) por pertenecer a provincias fitogeográficas distintas, los usos medicinales idénticos fueron relativamente altos (18), estimando un cociente de 0.86. Valores de semejanza similares, aunque con un número significativamente mayor de taxa vegetales compartidos, fueron obtenidos al comparar con los datos etnobotánico-médicos preliminares registrados entre los Criollos del Chaco Subhúmedo por Scarpa (inédito) en la actualidad. Esta comparación arrojó 58 usos idénticos respecto a 66 taxa vegetales compartidos entre ambos grupos humanos, redundando en un cociente de 0.88. Sin embargo, de manera paradójica, los máximos niveles de coincidencia de los usos de la farmacopea moqoit los obtuvimos al compararlos con los obtenidos por Scarpa (2000, 2012) entre los Criollos del Chaco Semiárido del W de la provincia de Formosa. En efecto, registramos un total de 95 usos medicinales idénticos respecto a los 69 taxa vegetales compartidos entre ambos estudios, rindiendo el máximo cociente de similitud de 1.38 (coincidencia de casi 3 usos medicinales por cada par de especies compartidas), lo cual resulta una coincidencia altamente significativa. Estos resultados son congruentes con el bajo nivel de consenso registrado (29 %) entre los colaboradores moqoit entrevistados, lo cual demuestra que dichos conocimientos botánico-médicos serían de adquisición relativamente reciente y se hallarían todavía en proceso de convertirse en parte del acervo convencional.

A manera de hipótesis, suponemos que la elevada semejanza obtenida con los criollos del oeste de Formosa se debería a que estos últimos comparten con los criollos de Salta y de Santiago del Estero numerosos aspectos asociados a su etnobotánica -tanto en su fitonimia como en los usos propiamente dichos según Scarpa (2000, 2012)-, mientras que el actual emplazamiento de las comunidades moqoit ha sido el destino desde los años 1920's numerosos trabajadores "golondrina" para la cosecha del algodón provenientes de la vecina provincia de Santiago del Estero. La existencia de estos intercambios se reafirmaría por el hecho de que los moqoit también

se habrían trasladado a Santiago del Estero como trabajadores temporarios a bordo de camiones que los iban a buscar a sus actuales residencias en el Chaco, tal como nos lo han manifestado explícitamente nuestros colaboradores (Rosso, *obs. pers.*).

La razón de que estos resultados no alcanzaran los altos niveles de similitud hallados por Scarpa (2009) -al comparar estos tipos de datos entre los indígenas Chorote del NE de Salta y los Criollos del W de la provincia de Formosa-, estribaría en el alto nivel de dinamismo que revestirían los procesos de conformación del acervo etnobotánico-médico moqoit. Esto último, resulta evidente en la escasa semejanza obtenida con los datos obtenidos por Martínez Crovetto (2014†) en la misma zona y con la misma gente que los autores. De todas maneras, entendemos como significativamente relevantes los valores de similitud calculados en el contexto de las comprobadas relaciones entre la etnomedicina y etnobotánica médica moqoit y criolla.

CONCLUSIONES

Se han cumplimentado los objetivos planteados en este trabajo al identificar y describir la etnobotánica médica moqoit en su contexto etnomédico de referencia, la cual se caracteriza por presentar 381 usos medicinales acerca de 155 taxa botánicos. Entre estos últimos, además de otras plantas medicinales de amplia difusión entre los pueblos chaqueños, se destaca el empleo de *Schinus fasciculatus* por el alto número de indicaciones terapéuticas registradas. La mayoría de estas últimas se refieren al aparato digestivo y, en menor medida, son de tipo dermatológicas, antitérmicas y para trastornos del aparato reproductor, resultados semejantes a los hallados para la etnobotánica médica Criolla. Las principales indicaciones terapéuticas específicas -empacho, refrescantes y depurativo sanguíneos- también evidencian préstamos culturales criollos a la etnobotánica médica de este grupo indígena, inclusive aquellas agrupadas bajo la categoría de "rituales terapéuticos" por presentar prácticas ya documentadas entre criollos.

La interpretación de los resultados obtenidos como producto de las comparaciones con

etnobotánicas médicas criollas nos permite concluir que los usos medicinales actuales de las plantas habrían sufrido cambios significativos desde antaño, tanto por los bajos valores de similitud calculados en comparación con los datos obtenidos en el siglo XVIII como con aquellos registrados en la década de 1960's. Asimismo, los valores del cociente entre usos medicinales y taxa compartidos tanto entre criollos del Chaco Húmedo como del Chaco Semiárido (Tabla 3) nos permiten concluir que los usos medicinales de las plantas entre los moqoit actuales habrían recibido una mayor influencia de los criollos de acervo quichuista o noroestino, es decir, del complejo bio-cultural de los Criollos de Santiago del Estero, con quienes los moqoit tuvieron una estrecha relación desde hace décadas.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

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

AGRADECIMIENTOS

A nuestros colaboradores moqoit; al Director del Museo de Charata, Oscar González y su familia; a la gente de la Secretaría de Ambiente de Villa Ángela, a los miembros del INTA Villa Ángela; Alejandro López y Agustina Altman por su ayuda en el trabajo de campo. A Macarena Perusset por su ayuda en la escritura del abstract. A Beatriz Gualdieri, a Paola Pacor y Gustavo García del D.I.L.A. del CAICYT-CONICET por facilitarnos el acceso a los recursos de audio digitales. A la ANCYPT y al CONICET por sus financiamientos a través de: PICT-2005-32894, PICT 2007-01612 y PIP 2011-0554 y a la Administración de Parques Nacionales por extendernos los permisos de colecta correspondientes.

BIBLIOGRAFÍA

ALEXIADES, M. N. 1996. *Ethnobotanical research: A field manual*. The New York Botanical Garden, Bronx, New York.

ARENAS, P. 1987. Medicine and magic among the *maká* indians of the Paraguayan Chaco. *J. Ethnopharmacol.* 21: 279-295.

[https://doi.org/10.1016/0378-8741\(87\)90104-8](https://doi.org/10.1016/0378-8741(87)90104-8)

ARENAS, P. 2009. Los estudios sobre medicina y farmacopea vernácula en el Gran Chaco. *Rojasiana* 8: 81-100.

BATES, D. M. 1985. Plant utilization: Patterns and prospects. *Econ. Bot.* 39:241-265.

<https://doi.org/10.1007/bf02858794>

BRAUNSTEIN, J. 1983. *Algunos rasgos de la organización social de los indígenas del Gran Chaco*. Trabajos de Etnología 2. Instituto de Ciencias Antropológicas, Universidad de Buenos Aires.

FILIPOV, A. 1997. La farmacopea natural en los sistemas terapéuticos de los indígenas Pilagá. *Parodiana* 10: 35-74.

Flora Argentina. A. M. ANTON & F. O. ZULOAGA (dir.), Disponible en: <http://www.floraargentina.edu.ar/> [Acceso: 20 de enero 2019]. Instituto de Botánica Darwinion.

GUALDIERI, C. B. 1998. *Mocovi (Guaycurú). Fonología e morfossintaxe*. Tesis Doctoral, Instituto de Estudos da Linguagem, Universidade Estadual de Campinas.

GUALDIERI, C. B. 2006. Capítulo 4. Lengua. En: GUALDIERI, B. & S. CITRO (eds.), *Lengua, cultura e historia mocoví en Santa Fe*, pp. 105-124. Instituto de Lingüística, FFyL, Universidad de Buenos Aires.

GUALDIERI, C. B. 2018. Registro de conversaciones en español y mocoví referidas a indicaciones sobre síntomas, prevención y tratamiento de enfermedades. *Repositorio DILA*. Accessed 13 July 2018. <http://www.caicyt-conicet.gov.ar/dila/items/show/8903>.

HERNÁNDEZ-XOLOCOTZI, E. 1983 El concepto de etnobotánica. En: BARRERA, A. (ed.), *La Etnobotánica: tres puntos de vista y una perspectiva*, pp. 5-8. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos, Xalapa, México.

IDOYAGA MOLINA, A. & F. SACRISTÁN ROMERO. 2008. En torno al uso de ensalmos terapéuticos en el noroeste argentino y sus fundamentos mítico-religiosos. *AIBR: Rev. de Antropología Iberoamericana* 3: 185-217.

<https://doi.org/10.11156/aibr.030204>

IMBELLONI, J. 1937. Introito. Medicina y Cultura. En: PARDAL, R. (Ed.), *Medicina Aborigen Americana*, pp. 5-22. Humanior, Buenos Aires.

ÑIGO CARRERA, N. 1983. *La colonización del Chaco*. Centro Editor de América Latina, Buenos Aires.

C. N. Rosso y G. F. Scarpa - Etnobotánica médica moqoit comparada

- KUJAWSKA, M., N. I. HILGERT, H. A. KELLER & G. GIL. 2017. Medicinal Plant Diversity and Inter-Cultural Interactions between Indigenous Guarani, Criollos and Polish Migrants in the Subtropics of Argentina. *PLOS ONE*, 12: e0169373.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0169373>
- MAEDER, E. 1977. Estudio preliminar. En: FONTANA, L. (ed.), *El Gran Chaco*, pp. 7-22. Ed. Solar, Buenos Aires.
- MAEDER, E. & R. GUTIÉRREZ 1995. *Atlas histórico del Nordeste Argentino*. IIGHI, CONICET. Fundanord. Univ. Nac. del Nordeste, Resistencia.
- MARTIN, G. J. 1995. *Ethnobotany. A methods manual*. Chapman & Hall, Londres.
<https://doi.org/10.4324/9781849775854>
- MARTÍNEZ, G. 2008. *La farmacopea natural en la etnomedicina de los tobas del río Bermejito (Chaco, Argentina)*. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Univ. Nac. de Córdoba.
- MARTÍNEZ CROVETTO, R. N. 1981. Las plantas utilizadas en medicina popular en el Noroeste de Corrientes (Argentina). *Miscelánea* 69: 1-140.
- MARTÍNEZ CROVETTO, R. N. 2014†. Algunos datos sobre etnobotánica mocoví. *Bonplandia* 23: 119-131. <https://doi.org/10.30972/bon.232259>
- MÉTRAUX, A. 1996 [1946]. *Etnografía del Chaco*. Ed. El Lector, Asunción.
- OCHOA, J., A. LADIO & M. LOZADA. 2010. Uso de recursos herbolarios entre mapuches y criollos de la comunidad campesina de Arroyo Las Minas (Río Negro, Patagonia Argentina). En: POCHETTINO, M. L., A. LADIO & P. ARENAS (eds.), *Tradiciones y transformaciones en Etnobotánica*, pp. 457-465. CYTED.
- OYARZÁBAL, M.; J. CLAVIJO; L. OAKLEY; F. BIGANZOLI; P. TOGNETTI, I. BARBERIS; H. M. MATURO; R. ARAGÓN; P. I. CAMPANELLO; D. PRADO; M. OESTERHELD & R. J. C. LEÓN. 2018. Unidades de vegetación de la Argentina. *Ecol. Austral*. 28: 40-63.
<https://doi.org/10.25260/EA.18.28.1.0.399>
- PARDAL, R. 1937. *Medicina Aborigin Americana*. Humanior, Buenos Aires.
- PÉREZ DE MICOU, C. 1984. Aprovechamiento de la flora local en la porción entrerriana del área del Paraná Medio. En: FUNDACIÓN F. G. BRACHT (ed.), *Cultura Tradicional del Área del Paraná Medio*, pp. 91-118. Instituto Nacional de Antropología, Buenos Aires.
- PRADO, D. 1993. What is the Gran Chaco vegetation in South America? I. A review. Contribution to the study of flora and vegetation of the Chaco V. *Candollea* 48: 145-172.
- ROSSO, C. N. 2012. *La etnobotánica de los grupos mocovíes de la reducción de San Javier, en el Gran Chaco, durante el siglo XVIII*. Tesis Doctoral, Facultad de Filosofía y Letras, Univ. de Buenos Aires.
- ROSSO, C. N. 2016. Encuentros y desencuentros de la Salud intercultural: actores, políticas y prácticas en el sudoeste de la provincia de Chaco. *II Congreso Internacional los Pueblos Indígenas de América Latina*. Universidad Nacional de La Pampa.
- ROSSO, C. N. & G. F. SCARPA. 2012. Identificaciones botánicas de las plantas empleadas entre los mocovíes en la reducción San Javier durante el siglo XVIII a partir de la obra de Florián Paucke, S.J. En: ARENAS, P. (ed.), *Etnobotánica en zonas áridas y semiáridas del Cono Sur de Sudamérica*, pp. 45-70. Sigma, Buenos Aires.
- ROSSO, C. N. & G. F. SCARPA. 2017. Etnobotánica de la alimentación entre los indígenas moqoit actuales de la provincia del Chaco (Argentina) y comparación con fuentes históricas del siglo XVIII y XX. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 52: 827-840.
<https://doi.org/10.31055/1851.2372.v52.n4.18874>
- SCARPA, G. F. 2000. *Estudio etnobotánico de la subsistencia de los criollos del Chaco Noroccidental argentino*. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires.
- SCARPA, G. F. 2004a. Medicinal plants used by the Criollos of Northwestern Argentine Chaco. *J. Ethnopharmacol.* 91: 115-135.
<https://doi.org/10.1016/j.jep.2003.12.003>
- SCARPA, G. F. 2004b. El síndrome cálido-fresco en la medicina popular criolla del Chaco argentino. *Revista de Dialectología y Tradiciones Populares* 59: 5-29.
<https://doi.org/10.3989/rtdp.2004.v59.i2.126>
- SCARPA, G. F. 2009. Etnobotánica médica de los indígenas chorote y su comparación con la de los criollos del Chaco semiárido (Argentina). *Darwiniana* 47: 92-107.
<https://doi.org/10.14522/darwiniana.2014.471.43>
- SCARPA, G. F. 2012. *Las plantas en la vida de los criollos del oeste formoseño. Medicina, Ganadería, Alimentación y Viviendas Tradicionales*. Rumbo Sur, Buenos Aires.
- SCARPA, G. F. 2013. *Medicina indígena chorote. Continuidad y transformaciones históricas y culturales*. Editorial Académica Española, Norderstedt.

- SCARPA, G. F. & M. C. MONTANI. 2011. Etnobotánica médica de las “ligas” (Loranthaceae *sensu lato*) entre indígenas y criollos de Argentina. *Dominguezia* 27: 5-19.
- SCARPA, G. F. & C. N. ROSSO. 2014a. La etnobotánica moqoit inédita de Raúl Martínez Crovetto I: Descripción, actualización y análisis de la nomenclatura indígena. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 49: 623-647. <https://doi.org/10.30972/bon.232260>
- SCARPA, G. F. & C. N. ROSSO. 2014b. La etnobotánica moqoit inédita de Raúl Martínez Crovetto II: Descripción, actualización y análisis de usos de las plantas. *Bonplandia* 23: 133-141. <http://dx.doi.org/10.30972/bon.232260>
- SCARPA, G. F. & C. N. ROSSO. 2019. Etnobotánica histórica de grupos criollos de Argentina IV: Identificación taxonómica y análisis de datos medicinales del Chaco Húmedo en la Encuesta Nacional de Folklore de 1921. *Bonplandia* 28: 5-42. <http://dx.doi.org/10.30972/bon.2813572>
- SUÁREZ, M. E. 2019. Medicines in the forest: Ethnobotany of wild medicinal plants in the pharmacopeia of the Wichí people of Salta province (Argentina). *J. Ethnopharmacol.* 231: 525-544. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2018.10.026>
- SUSNIK, B. 1973. L’homme et le surnaturel (Gran Chaco). *Bull. de la Société Suisse des Américanistes* 37: 35-47.
- THE NATURE CONSERVANCY (TNC), FUNDACIÓN VIDA SILVESTRE ARGENTINA (FVSA), FUNDACIÓN PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE DEL CHACO (DESDE EL CHACO) Y WILDIFE CONSERVATION SOCIETY BOLIVIA (WCS). 2005. *Evaluación Ecorregional del Gran Chaco Americano / Gran Chaco Americano Ecoregional Assessment*. Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires.
- TROPICOS.ORG. 2019. *Tropicos*. Base de Datos del Missouri Botanical Garden. Disponible en: www.tropicos.org. [Acceso: 20 de enero 2019].
- VUOTO, P. 1981. Plantas útiles entre los Tobas Taksek. *Entregas del Instituto Tilcara* (Jujuy, Argentina) 10: 12-76.

OBITUARIO

CARMEN LELIA CRISTÓBAL

1932 - 2019

La Dra. Carmen Lelia Cristóbal nació en Tafi Viejo, Tucumán, el 01/12/1932 y falleció en Corrientes el 25/09/2019.

Realizó sus estudios en la Universidad Nacional de Tucumán, donde obtuvo los títulos de Licenciada (1955) y de Doctora en Botánica (1959) e inició su actividad docente. Su tesis doctoral, la revisión del género *Ayenia* (Sterculiaceae), mereció dos premios: la Fundación Miguel Lillo le otorgó el Premio “Ernesto Padilla” y luego recibió el Premio “Cristóbal Hicken” de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

En 1960-61, mediante una beca de la *American Association of University Women*, hizo cursos de posgrado de Anatomía Vegetal en Berkeley (California, USA), familiarizándose con los métodos de trabajo de la disciplina. Durante su estadía posterior en el Museo de Historia Natural de París (1964-65), con una beca del Gobierno Francés, aprendió las técnicas de estudio de la Palinología, disciplina relativamente nueva en aquella época.

Cuando llegó a Corrientes, en 1964, tenía 31 años. Se desempeñó como profesora de Botánica General en la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional del Nordeste. Simultáneamente dictaba esa asignatura, como carga, para la Facultad de Ciencias Exactas, Naturales y Agrimensura. En una facultad de Ingenieros Agrónomos, “la Doctora”, como se la conocía, era inconfundible. Llamaba la atención por su belleza, su afabilidad, su capacidad, su dedicación.

Desde su llegada, trabajó con el Ing. Antonio Krapovickas, hombro con hombro, y ambos hicieron de la Facultad su segundo hogar. Gracias a su actividad, el Departamento de Botánica fue creciendo y muy pronto Corrientes fue un sitio reconocido en la Botánica nacional. En 1967, organizaron las IX Jornadas Argentinas de Botánica, realizadas en Paso de la Patria (Corrientes), con un viaje final a Formosa y Paraguay.

En 1965 el Herbario no existía, solamente había una estantería que albergaba las carpetas con los duplicados de las últimas colecciones de Krapovickas. Con una biblioteca reducida y con escaso equipamiento, limitado a dos microscopios Wild M20, no había muchas alternativas; así los primeros becarios desarrollaron temas de Anatomía Vegetal, Palinología y Citología, que se podían llevar a cabo básicamente con microscopios.

La creación del Herbario era una prioridad para Krapovickas y “Carmeta” (como se la llamaba familiarmente). Tenían clarísimo el significado del Herbario y de su valor indeclinable; por eso, desde su llegada organizaron viajes de colección en Corrientes, provincias y países vecinos y, con los ejemplares colectados comenzó a crecer la colección. En 1967-68 se recibieron los primeros lotes de duplicados del Museo de La Plata y de herbarios de Brasil. El canje se inició formalmente en 1969, y para entonces ya estaba inscripto el herbario en el *Index Herbariorum*, identificado con el acrónimo CTES. Carmeta fue la curadora desde su inicio hasta 2002; durante su gestión, el Herbario llegó a ser uno de los más activos de Argentina, siempre con colecciones nuevas y con identificaciones provistas por especialistas de Europa y América.



Cuando se creó el Instituto de Botánica del Nordeste (IBONE), en 1977, tenían a su alrededor muchos discípulos y colaboradores; hoy el grupo se ha multiplicado, Carmeta y Krapovickas tuvieron “bisnietos científicos”, ya se han publicado numerosos trabajos de investigadores que son los “nietos” de sus primeros discípulos.

Carmeta fue una docente inigualable, inspiradora, que disfrutaba enseñando y transmitía entusiasmo. Cuando la Facultad adquirió instrumental óptico (microscopios y lupas binoculares), ella se hizo cargo de supervisar su mantenimiento; se ocupó, con el personal de su cátedra, de calcular las dimensiones necesarias para las aulas de microscopía y de lupas, así como de proponer el número, tamaño y disposición de las mesas que, hasta hoy, están en uso. En 2005, como merecido homenaje, la Sala de Microscopía recibió su nombre. Todo el material didáctico expuesto fue traído por ella de Instituciones botánicas europeas u obtenido en los viajes de colección.

Fue la Presidente de la Sociedad Argentina de Botánica entre 1983-1986, en ese lapso se realizó bajo su dirección la edición y publicación del *Boletín de la Sociedad*. Al año siguiente, asumió la dirección de *Bonplandia*, revista del IBONE, que ejerció hasta 2001.

Perteneció a la Carrera del Investigador del CONICET y se jubiló como Investigadora Principal. Su especialidad fue la familia Sterculiaceae, concretó la revisión de tres géneros con numerosas especies, más de cien en *Byttneria*; describió dos nuevos géneros, así como varias especies nuevas; preparó las Sterculiaceae para floras argentinas y de otros países americanos. En colaboración con Krapovickas investigó varios grupos de Malvaceae. Se ocupó también de las Asteraceae, realizando estudios en colaboración con el Dr. Angel L. Cabrera y describiendo especies nuevas.

Apoyó a sus colaboradores, becarios y pasantes en el desarrollo de temas ajenos a su especialidad. Así, formó investigadores no sólo en Taxonomía de Plantas Vasculares sino en Liquenología, Palinología y Anatomía Vegetal. También se ocupó de la formación de los ilustradores botánicos del IBONE. Supo despertar el espíritu de colaboración, y descubrir y fomentar las cualidades de la gente que dirigía. Fue una jefa exigente, pero siempre enseñó con el ejemplo, desde las tareas más simples hasta las técnicas complejas. Tenía mucho carácter, compensado con un genuino interés y empatía con la gente que la rodeaba.

En 2013, se impuso el nombre de Carmen L. Cristóbal al herbario CTES. Transcribo un párrafo de las palabras pronunciadas en esa ocasión por la Prof. Carmen H. Zamudio, cercana colaboradora suya: “*El herbario es el sector del IBONE donde la Dra. redobla esfuerzos, creatividad y perseverancia. Nadie como ella sabe el valor del detalle en esta labor, y trabajando a su lado se llega a comprender por qué es tan importante la precisión de un dato en el trabajo de campo, la escritura correcta de un término técnico, el cuidado minucioso de cada ejemplar de la colección, la adquisición de los insumos adecuados, la administración prudente de los recursos, la atención esmerada hacia el botánico visitante....*”

Que su espíritu perdure, que su generosidad nos inspire siempre y ayude a los integrantes del IBONE a cuidarlo y a mantenerlo como ella lo vivió, como su propia casa.

María Mercedes Arbo
IBONE
Corrientes, Argentina

OBITUARIO

VICKI ANN FUNK

1947 - 2019

En la noche del 22 de octubre pasado falleció Vicki Funk, en Washington D.C., USA, a los 71 años de edad. Vicki (tal era su verdadero nombre y no un apodo por Victoria) nació el 26 de noviembre de 1947 en Owensboro, Kentucky. Allí pasó la mayor parte de su niñez y adolescencia, excepto por algunas estadias en bases de la Fuerza Aérea en Virginia, Texas y Ohio, dado que su padre era piloto de la fuerza aérea. Vicki asistió a la Murray State University en Murray, Kentucky, desde 1965 hasta 1969, cambiando su especialidad varias veces hasta decidirse por la biología. Durante la universidad, Vicki trabajó como consejera de campamentos, modelando, y haciendo paquetes en tiendas locales.



Después de graduarse, Vicki pasó más de dos años en Alemania trabajando a tiempo parcial y viajando. A su regreso, enseñó en escuelas secundarias durante un año y luego pasó un verano trabajando en la estación biológica Hancock en el lago Kentucky, donde se enamoró del trabajo de campo. Ingresó al programa de posgrado en biología de la Murray State University en el otoño de 1973, donde fue ayudante diplomado. Vicki obtuvo su maestría en el verano de 1975 bajo la asesoría de Marian Fuller, con un estudio florístico y geológico de ciertas áreas del condado de Kentucky. En 1975, Vicki fue a la Ohio State University, en Columbus, Ohio, para hacer su doctorado con Ron Stuckey. Pasó parte de ese verano estudiando plantas acuáticas, pero quedó cautivada con la botánica tropical y con la familia Compositae (nombre que Vicki prefería por sobre el nombre de Asteraceae). Así, comenzó un doctorado bajo la dirección de Tod Stuessy. De sus cinco años de doctorado, pasó casi un año colectando plantas en México, América Central y Colombia. Su tesis, *The systematics of Montanoa* Cerv. (Compositae), fue presentada en diciembre de 1980.

Durante la realización de su tesis, Vicki encontró un libro del entomólogo alemán Willi Hennig sobre cladismo que cambiaría para siempre su visión de la sistemática. Esta metodología ya estaba siendo empleada por zoólogos y paleontólogos en el American Museum of Natural History de New York. Así comenzó su búsqueda del uso de métodos cladísticos para ensamblar y analizar datos sistemáticos y estudiar la evolución de las plantas. Ello llevó a Vicki a convertirse en una verdadera pionera en el uso de la cladística dentro de la comunidad botánica. Después de trabajar durante algunos años en pequeños herbarios, Vicki realizó una pasantía postdoctoral en el New York Botanical Garden, donde estudió las Compuestas junto a Arthur Cronquist. Mientras estuvo en New York, Vicki pasaba un día a la semana en el American Museum para desarrollar experiencia con la comunidad cladística. Esta búsqueda fue alentada por Cronquist a pesar de que él estaba inmerso en los paradigmas dominantes de la época; las acaloradas discusiones que surgían entre él y Vicki se volvieron legendarias, aunque finalmente Cronquist aceptó las ideas del cladismo.

En octubre de 1981, Vicki fue contratada como curadora de Compuestas en el departamento de Botánica del National Museum of Natural History del Smithsonian Institution, cargo que ejerció por el resto de su vida. Allí centró sus esfuerzos de investigación en la flora de los Andes y, a sugerencia del botánico español José Cuatrecasas que trabajaba en el Smithsonian, comenzó a estudiar el género *Werneria* (Compositae). Así comenzaron sus numerosas expediciones a distintos puntos de los Andes, dado que la mayoría de las especies de *Werneria* crecen en sus elevaciones, cerca de los 5000 metros de altura. El estudio de

este género siempre apasionó a Vicki, pudiendo concluir recientemente la revisión sistemática, que será publicada en la revista *Smithsonian Contributions to Botany*. En 1986, Vicki aceptó colaborar con el Programa del Smithsonian de la Flora de las Guayanas. Desde 1987, como directora de este programa, Vicki sostuvo un liderazgo intelectual, administrativo y financiero apoyando programas de investigación y de recolección de numerosos grupos de organismos desde pájaros y mamíferos hasta insectos y especialmente plantas, resultando en más de 60.000 nuevas colecciones y datos. Vicki creía firmemente que trabajar en el Smithsonian era un honor y un privilegio y, en consecuencia, se ofreció como voluntaria con energía, creatividad y dedicación para servir al museo y a la institución en múltiples proyectos.

Sus logros científicos son indiscutibles. Publicó más de 200 trabajos científicos y ha sido presidente de cuatro grandes sociedades biológicas: *Society for Systematic Biologists* (1998-1999), *International Biogeography Society*, miembro fundador y presidente (2007-2009), *American Society of Plant Taxonomists* (ASPT, 2006-2007), y la *International Association of Plant Taxonomists* (IAPT, 2011-2017). Vicki realizó contribuciones editoriales significativas, participó en numerosas instancias de evaluación (incluyendo la *National Science Foundation*), fue oradora en numerosos talleres y conferencias, ha organizado una gran cantidad de simposios y otros eventos y ha recolectado más de 13.000 especímenes de herbario. A lo largo de su carrera, Vicki dirigió más de 40 estudiantes de pregrado, posgrado, posdoctorado y pasantes.

La carrera de Vicki siempre se destacó por la adopción de nuevas formas de pensamiento, por generar nuevas líneas de investigación, y por trabajar fuertemente en pos de sus objetivos con una gran capacidad organizativa. Tuvo un papel significativamente importante en el uso y desarrollo de la cladística en la botánica y en la biología en general, publicando numerosos trabajos, entre los que se destacan dos libros, uno publicado en 1981 editado con Daniel Brooks y el otro en 1983 con Norman Platnick, que sentaron las bases del uso generalizado del cladismo. Desarrolló enfoques innovadores en biogeografía cladística, influyendo sustancialmente en el desarrollo del campo de la biogeografía, particularmente en los sistemas insulares. A principios de la década de 1990, Vicki se unió a Warren Warner, otro botánico del Smithsonian, para organizar un simposio sobre el potencial de la filogenia en los estudios sistemáticos de la biota hawaiana. Este simposio derivó en un libro que desencadenó una avalancha de nuevos análisis filogenéticos y biogeográficos en islas.

A lo largo de su carrera, Vicki Funk se convirtió en una de las principales investigadoras del mundo sobre la sistemática y evolución de las Compuestas. El libro *Systematics, Evolution and Biogeography of Compositae* de Funk y colaboradores, publicado en 2009, es un ejemplo sobresaliente de investigación y de las habilidades de organización de Vicki y será un testimonio duradero de su legado y de su impacto en el campo de la botánica sistemática. Este tomo voluminoso, que reúne esencialmente a todos los investigadores mundiales de la familia, ganó la prestigiosa medalla Stebbins otorgada por la IAPT. Los trabajos de Vicki sobre la filogenia de las Compuestas han sido clave para desentrañar la sistemática de grupos complejos, delimitar tribus y subfamilias y comprender la evolución y biogeografía de la familia. Últimamente, Vicki estaba desarrollando numerosos datos moleculares de próxima generación (filogenómica) y nuevos métodos para generar una filogenia robusta de la familia *Compositae*. También participaba en la *Global Genome Initiative* (GGI), auspiciada por el *National Museum of Natural History* del Smithsonian, cuyo fin es recolectar la biodiversidad genómica de la Tierra, preservarla en los biorepositorios del mundo y ponerla a disposición de los investigadores de todas partes del mundo.

Además, Vicki ha sido uno de los líderes más efectivos de la botánica para abogar por la importancia crítica de las colecciones sistemáticas y para advertir sobre la continua pérdida de colecciones regionales. Ella apoyó fuertemente la protección de las colecciones de historia natural y del uso innovador de las mismas. En algunos de sus trabajos pone en evidencia los descubrimientos científicos que estuvieron basados en colecciones y que han cambiado la forma en que nos percibimos a nosotros mismos, a nuestro entorno, y a nuestro lugar en el universo. En 2014, Vicki recibió el premio Rolf Dahlgren, otorgado por la *Royal Physiographic Society* y la *Academy for the Natural Sciences, Medicine and Technology* de Suecia, por su compromiso con la investigación basada en colecciones, su trabajo sobresaliente y pionero en sistemática filogenética, y su uso de la filogenia molecular para comprender a la familia *Compositae*.

Aunque su salud estaba decayendo, Vicki decidió asistir al congreso nacional de Botánica de los Estados

Unidos en julio de 2019 en Tucson, Arizona, para ver a la comunidad botánica de su país y para asistir a la reunión de la IAPT. Si bien estaba sufriendo claramente el cáncer agresivo con el que había estado luchando desde diciembre de 2018, su pasión y creatividad fueron tan evidentes como siempre en la reunión, según cuentan asistentes a la misma. Al estilo típico de Vicki, su apoyo entusiasta a la idea de establecer un nuevo programa de subvenciones para apoyar a los pequeños herbarios fue decisivo para convencer al Consejo de la IAPT de que esta era una iniciativa importante.

En agosto de 2019, con el auspicio de ASPT, Vicki estableció la “Vicki Funk Fund for Graduate Student Research”, que comenzará en 2020 y ayudará a que jóvenes científicos trabajen en la sistemática de plantas. Su última aparición pública fue el 2 de octubre pasado cuando su discípula y amiga, la botánica Sandra Knapp, viajó a Washington D.C. para entregarle la prestigiosa medalla Linneo en nombre de la Linnean Society de Londres por su continuo servicio a las ciencias naturales.

Las líneas aquí escritas muestran que la carrera de Vicky se ha destacado por su fuerte influencia en la investigación, sus innovaciones en las formas tradicionales en las que hacemos botánica sistemática y biogeografía, por sus contribuciones consistentes y significativas a la nomenclatura, a la filogenia y a la taxonomía, y por el asesoramiento de jóvenes investigadores a los que ha logrado transmitir su pasión por la botánica. En este último aspecto, Vicki siempre sobresalió por su extrema generosidad al compartir ideas y colaboraciones, fomentando la capacitación de estudiantes de países en desarrollo, principalmente en América Latina, con un enfoque en las minorías subrepresentadas. Visitó Argentina en numerosas oportunidades, realizando viajes de campo principalmente a los Andes y a Patagonia, y participando como conferencista en las Jornadas Argentinas de Botánica. Vicki tuvo un papel decisivo para que el curso sobre nomenclatura botánica, dictado por los especialistas mundiales en nomenclatura, se realizara en nuestro país bajo el auspicio de la IAPT, previamente a las Jornadas Argentinas de Botánica de 2013. Cualquiera que haya sido parte de su grupo de investigación, se ha beneficiado con todo tipo de interacciones, desde el trabajo de campo, del cual Vicki era una apasionada, la investigación en el herbario, becas y pasantías, publicación de trabajos científicos y el aprendizaje de nuevos métodos. Como parte de su tarea, casi no hay lugar del mundo que Vicki no haya visitado, muchas veces acompañada por su esposo y compañero de vida, Jim Nix.

Vicki fue una persona increíble e inspiradora en muchos sentidos, afectuosa, positiva, humilde, generosa y creativa, no solo en su enfoque de la ciencia, sino también en su forma de ver la vida. Tenía una actitud sensata sobre el trabajo, pero a la vez un maravilloso sentido del humor. Su altruismo modificó la vida de muchos científicos en todo el mundo. Vicki ha sido un motor y un potente faro que alumbró el camino para quienes trabajamos en filogenia, en biogeografía y en la sistemática de las Compuestas. Única en su clase, el mundo ha sido un lugar mejor con ella e indudablemente no será el mismo con su ausencia física, pero su legado permanecerá por siempre. Por 41 años fue familia, mentora, amiga, colega y por sobre todo un modelo como científica y como ser humano. Vicki, te vamos a extrañar, nuestro dolor es infinito.

Liliana Katinas y Jorge V. Crisci
División Plantas Vasculares
Museo de La Plata, La Plata, Argentina

N.B.: Para ver el listado completo de sus publicaciones se puede acceder al sitio:
<https://naturalhistory.si.edu/staff/vicki-funk>

REVISORES

El comité editorial agradece a quienes han colaborado en la
revisión de manuscritos para el volumen 54.

- Adolfina Savoretti (Centro Austral de Investigaciones Científicas, Ushuaia, Tierra del Fuego, Argentina)
Alejandra Lambaré (Instituto de Ecorregiones Andinas, Jujuy, Argentina)
Alejandra Ortíz (Instituto de Botánica del Nordeste, Corrientes, Argentina)
Alfredo Passo (Universidad Nacional del Comahue, Bariloche, Argentina)
Ana Arambarri (Universidad Nacional de La Plata, Bs.As., Argentina)
Ana Cingolani (Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal, Córdoba, Argentina)
Ana Ladio (Universidad Nacional del Comahue, Neuquén, Argentina)
Anayansi Cohen-Fernández (University of Alberta, Canadá)
Andrea Cosacov (Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal, Córdoba, Argentina)
Andrea Medina (Universidad Nacional del Comahue, Neuquén, Argentina)
Andria Carina Turchetto Zolet (Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil)
Beatriz Amalia Biasuso (Fundación Miguel Lillo, Tucumán, S.M. de Tucumán, Argentina)
Carmen Cecilia Macluf (Universidad Nacional de La Plata, Bs.As., Argentina)
Cecilia Bessega (Universidad de Buenos Aires, CABA, Argentina)
Cecilia Peña Valdivia (Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, México)
Claudio Chimenti (Universidad de Buenos Aires, CABA, Argentina)
Cristina Salgado Laurenti (Instituto de Botánica del Nordeste, Corrientes, Argentina)
Daniel Montesinos (National Herbarium of the Netherlands, Países Bajos)
Daniel Roberto Pérez (Instituto de Física Enrique Gaviola, Córdoba, Argentina)
Denis Coelho de Oliveira (Universidade Federal de Uberlândia, Brasil)
Diego Salarinato (Instituto de Botánica Darwinion, San Isidro, Bs.As., Argentina)
Eduardo Martínez Carretero (Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas, Mendoza, Argentina)
Emanuel Marcelo Grassi (Universidad de Buenos Aires, CABA, Argentina)
Ercilia Moreno (Instituto de Botánica del Nordeste, Corrientes, Argentina)
Esteban Kowaljow (Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal, Córdoba, Argentina)
Florian Jabbour (Muséum National d'Histoire Naturelle, Francia)
Gabriela Breccia (Instituto de Investigaciones en Ciencias Agrarias de Rosario, Santa Fé, Argentina)
Gisela Mariel Vía do Pico (Instituto de Botánica del Nordeste, Corrientes, Argentina)
Gonzalo Matías Romano (Universidad Nacional de la Patagonia "San Juan Bosco", Esquel, Argentina)
Graciela Klekailo (Universidad Nacional de Rosario, Santa Fé, Argentina)
Guadalupe Galíndez (Universidad Nacional de Salta, Argentina)
Guillermina Fagúndez (Centro de Investigaciones Científicas y Transferencia de Tecnología a la Producción,
Entre Ríos, Argentina)

- Guillermo Funes (Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal, Córdoba, Argentina)
Gustavo Baffico (Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Medioambiente, Bariloche, Argentina)
Gustavo Delucchi (Universidad Nacional de La Plata, Bs.As., Argentina)
Gustavo Scarpa (Museo Argentino de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia”, CABA, Argentina)
Hugo Ayarde (Instituto de Ecología Vegetal, Tucumán, S.M. de Tucumán, Argentina)
Ignacio Barberis (Universidad Nacional de Rosario, Santa Fé, Argentina)
Jane Budel (Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, Brasil)
Javier Puntieri (Universidad Nacional de Río Negro, Argentina)
José Guerrero (Universidad Nacional de La Plata, Bs.As., Argentina)
José Mauricio Bonifacino (Universidad de La República, Uruguay)
Juan Torretta (Universidad de Buenos Aires, CABA, Argentina)
Juan Antonio Reyes Agüero (Universidad Autónoma de San Luis de Potosí)
Juan José Cantero (Universidad Nacional de Río Cuarto, Córdoba, Argentina)
Juan Larraín (Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile)
Juan Martín Dabezies (Universidad de la República, Uruguay)
Julio Hurrell (Universidad Nacional de La Plata, Bs.As., Argentina)
Lana da Silva Sylvestre (Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil)
Lanza Saúl Blanco (Universidad de León, España)
Laura Las Peñas (Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina)
Liliana Lupo (Instituto de Ecorregiones Andinas, Salta-Jujuy, Argentina)
Lorena Ashworth (Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal, Córdoba, Argentina)
Lucas Carbone (Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal, Córdoba, Argentina)
Luciana Hernández Caffot (Instituto de Ecorregiones Andinas, Jujuy, Argentina)
Luis Ariza Espinar (Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina)
Luis Oakley (Universidad Nacional de Rosario, Santa Fé, Argentina)
Manuel Belgrano (Instituto de Botánica Darwinion, San Isidro, Bs.As., Argentina)
Marcelo Mielke (Universidade Estadual de Santa Cruz Ilhéus, Brazil)
Marcelo Cabido (Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal, Córdoba, Argentina)
Marcia Calegari (Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Brasil)
María Aguirre (Instituto Superior de Estudios Sociales, Universidad Nacional de Tucumán, S.M. de Tucumán, Argentina)
María Antonia Marassi (Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina)
María Casco (Universidad Nacional de La Plata, Bs.As., Argentina)
María Dios (Universidad Nacional de Catamarca, Argentina)
María Elena Reiner-Drehwald (Universidad de Gotinga, Alemania)
María Eugenia Llamas (Instituto Tecnológico de Chascomús, Argentina)
María Florencia Romero (Instituto de Botánica del Nordeste, Corrientes, Argentina)
María Gabriela Fernández Pepi (Universidad de Buenos Aires, CABA, Argentina)
María Liza López (Universidad Nacional de San Juan, Argentina)
María Marconetto (Instituto de Antropología de Córdoba, Córdoba, Argentina)
María Medrano (Instituto de Ciencias Antropológicas, CABA, Argentina)

María Mercedes Sosa (Instituto de Botánica del Nordeste, Corrientes, Argentina)
María Romero (Universidad de Buenos Aires, CABA, Argentina)
María Silvia Ferrucci (Instituto de Botánica del Nordeste, Corrientes, Argentina)
María Soledad Jimenez, (Instituto de Botánica del Nordeste, Corrientes, Argentina)
Mariana Quiroga Mendiola (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires, Argentina)
Mario Rostagno (Instituto Patagónico Para el Estudio de los Ecosistemas Continentales, Puerto Madryn, Argentina)
Maura da Cunha (Universidade Estadual do Norte Fluminense, Río de Janeiro, Brasil)
Melisa Giorgis (Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal, Córdoba, Argentina)
Monika Kujawska (Instytut Etnologii Uniwersytet, Lodz, Polonia)
Myriam Aragón (Instituto de Ecología Regional, Universidad Nacional de Tucumán, S.M. de Tucumán, Argentina)
Nancy Apóstolo (Universidad Nacional de Luján, Bs.As., Argentina)
Néstor Mariano (Instituto de Ambientes de Montaña y Regiones Áridas, Mendoza, Argentina)
Nicolás Nagahama (Estación Experimental Agroforestal, Esquel, Argentina)
Nurit Oliszewski (Instituto superior de Estudios Sociales, Universidad Nacional de Tucumán, Argentina)
Olga Lucía Sanabria (Universidad del Cauca, Colombia)
Pablo César Stampella (Universidad Nacional de La Plata, Bs.As., Argentina)
Pablo Demaio (Universidad Nacional de Catamarca, Catamarca, Argentina)
Pablo Villagra (Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales, Mendoza, Argentina)
Patricia Albornoz (Universidad Nacional de Tucumán, S.M. de Tucumán, Argentina)
Rafael Monroy (Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México)
Renato Andrés García (Laboratorio de Entrenamiento Multidisciplinario para la Investigación Tecnológica, La Plata, Argentina)
Rita Morero (Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina)
Roberto Salas (Instituto de Botánica del Nordeste, Corrientes, Argentina)
Sabina Donadío (Instituto de Botánica Darwinion, San Isidro, Bs.As., Argentina)
Sebastián Zeballos (Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal, Córdoba, Argentina)
Silvia Sala (Universidad Nacional de La Plata, Bs.As., Argentina)
Silvina Contreras (Centro de Ecología Aplicada del Litoral, Corrientes, Argentina)
Sonia Rosenfeldt (Universidad de Buenos Aires, CABA, Argentina)
Valeria Paiaro (Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal, Córdoba, Argentina)
Vanessa Areco (Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal, Córdoba, Argentina)
Violeta Furlán (Instituto de Antropología de Córdoba, Córdoba, Argentina)
Williams León (Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela)

SOCIEDAD ARGENTINA DE BOTÁNICA

Comisión Directiva

Presidente: Gabriel Bernardello
Vicepresidente: Carmen Adriana Bartoli
Secretaria: M. Laura Las Peñas
Tesorera: Josefina Bodnar
Protesorero: Claudio A. Sosa
Secretaria de Actas: Andrea Susana Lavigne

Vocales Titulares:

Juan José Cantero, María Belén Doumecq, Diego Germán Gutiérrez, Rita Morero,
Juan Facundo Rodríguez Cravero y Cecilia Trillo

Vocales suplentes:

Natalia Evelyn Delbón, Claudia María Luján, Adriana Nélide Perez y Federico O. Robbiati

Revisores de cuentas:

Pablo Horacio Demaio y Ana Sofía Machado

Para asociarse, puede contactarse con la sede central de la sociedad, o bien consultar en su página “web”, las direcciones de los 34 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 Botánico

Av. Velez Sarsfield 299

Casilla de Correo 495

5000 Córdoba, Argentina

Tel./Fax 54 351 4332104

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.