

SEPTIEMBRE 2019

VOLUMEN 54 (3)

Boletín de la
Sociedad Argentina de
BOTÁNICA



S Δ B

IKIVVANNMVI
SOCIEDAD ARGENTINA DE BOTÁNICA

ISSN 0373-580X Córdoba, Argentina



BOLETÍN DE LA SOCIEDAD ARGENTINA DE BOTÁNICA

Es el órgano de difusión de la Sociedad Argentina de Botánica encargado de editar trabajos científicos originales, revisiones y reseñas en todas las ramas de la biología vegetal y de los hongos. Se edita un volumen anual con 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. NORMA I. 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).

Secretaría de Edición

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

Asesores Editoriales

Anatomía. NANUZALUIZA 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 (CEFYO, 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: 30 de Septiembre de 2019.

ÍNDICE

ANATOMÍA Y MORFOLOGÍA VEGETAL - ANATOMY AND PLANT MORPHOLOGY

- HERNÁNDEZ, M. P. & A. M. ARAMBARRI
Anatomía y análisis cualitativo de saponinas, resinas y aceites en los órganos de *Pascalía glauca* (Asteraceae). 313-323
Anatomy and qualitative analysis of saponins, resins, and oils in organs of *Pascalía glauca* (Asteraceae)
- RUIZ, A. I., M. I. MERCADO, M. E. GUANTAY & G. I. PONESSA
Anatomía e histoquímica foliar y caulinar de *Moringa oleifera* (Moringaceae). 325-343
Moringa oleifera (Moringaceae): leaf and stem anatomy and histochemistry
- GALLARDO, S. C., M. M. ALEMÁN, Z. J. AVILÉS, L. A. COLQUE CARO, J. F. MICHELOUD & O. G. MARTÍNEZ
Morfoanatomía foliar y caulinar de *Heterophyllaea pustulata* (Rubiaceae). 345-352
Leaf and stem morpho-anatomy of *Heterophyllaea pustulata* (Rubiaceae)
- FERNÁNDEZ HONAINÉ, M., M. L. BENVENUTO & M. L. OSTERRIETH
An easy technique for silicophytolith visualization in plants through tissue clearing and immersion oil mounting. 353-365
Una técnica sencilla para la visualización de silicofitolitos en plantas mediante clarificación y montaje en aceite de inmersión

PALEOBOTÁNICA Y PALINOLOGÍA - PALEOBOTANY AND PALYNOLOGY

- REYES, N. J. F., P. N. ASESOR, V. N. ALBARRACÍN, M. E. GARCÍA & M. L. ESPECHE
Caracterización palinológica de la miel de un sector de la región chaqueña de la provincia de Tucumán (Argentina). 367-379
Palynological characterization of honey from a sector of the Chaco region of the province of Tucuman (Argentina)

ECOLOGÍA Y FITOGEOGRAFÍA - ECOLOGY AND PHYTOGEOGRAPHY

- DIETA, V. J. & F. BIGANZOLI
Evaluación preliminar del estado de conservación de plantas: comparación de dos métodos aplicados al género *Gavilea* (Orchidaceae). 381-393
Preliminary evaluation of the conservation status of plants: comparison of two methods applied to the genus *Gavilea* (Orchidaceae)
- AMICO, G. C. & R. VIDAL-RUSSELL
Uso de hospedadores por el muérdago argentino *Ligaria cuneifolia* (Loranthaceae) a lo largo de su distribución geográfica. 395-403
Host use by the Argentine mistletoe *Ligaria cuneifolia* (Loranthaceae) along its geographical distribution

- RIPOLL, Y. & E. MARTÍNEZ CARRETERO
Vegetación del Valle La Invernada (Reserva Privada Don Carmelo) en el centro
oeste de la Provincia de San Juan (Argentina). 405-419
Vegetation of the La Invernada Valley (Don Carmelo Private Reserve) in the
central-west of San Juan Province (Argentina)

SISTEMÁTICA DE PLANTAS VASCULARES - SYSTEMATICS OF VASCULAR PLANTS

- JOCOUI, A. I., C. R. MINUÉ & R. GANDULLO
Matthiola incana (Brassicaceae): primer registro de naturalización en Argentina. . 421-429
Matthiola incana (Brassicaceae): first record of naturalization in Argentina

ETNOBOTÁNICA - ETHNOBOTANY

- VILLALBA, M. S. & D. A. LAMBARÉ
Las manzanas en Ocumazo (Jujuy, Argentina) como parte de la diversidad de
cultivos tradicionales: usos y percepciones. 431-449
The apples in Ocumazo (Jujuy, Argentina) as part of the diversity of traditional
crops: uses and perceptions
- BARTL, B.
'La yaquispala': prácticas locales, memoria y conservación. 451-471
'Yaquispala': local practices, memory and conservation



ANATOMÍA Y ANÁLISIS CUALITATIVO DE SAPONINAS, RESINAS Y ACEITES EN LOS ÓRGANOS DE *PASCALIA GLAUCA* (ASTERACEAE)

ANATOMY AND QUALITATIVE ANALYSIS OF SAPONINS, RESINS, AND OILS IN ORGANS OF *PASCALIA GLAUCA* (ASTERACEAE)

Marcelo P. Hernández^{ID} y Ana M. Arambarri*^{ID}

Laboratorio de Morfología
Comparada de Espermatófitas
(LAMCE), Facultad de Ciencias
Agrarias y Forestales, Universidad
Nacional de La Plata, 60 y 119, C.C.
31 (1900) La Plata. Argentina

*anaramba@yahoo.com.ar

Citar este artículo

HERNÁNDEZ, M. P. & A. M. ARAMBARRI. 2019. Anatomía y análisis cualitativo de saponinas, resinas y aceites en los órganos de *Pascalía glauca* (Asteraceae). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 54: 313-323.

DOI: <http://dx.doi.org/10.31055/1851.2372.v54.n3.25356>



Recibido: 23 Marzo 2019
Aceptado: 14 Mayo 2019
Publicado: 30 Septiembre 2019
Editora: Ana María González ^{ID}

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

SUMMARY

Background and aims: *Pascalía glauca* is a toxic weed for cattle, with wide distribution in Argentina. The toxicity is produced by an atractilósido, but the species also contains other compounds such as saponins, resins and oils with toxic properties. The aims of this work were: 1- to perform a qualitative analysis of saponins in the underground (rhizomes + roots) and aerial organs during the four seasons of the year; 2- to study the anatomy of the vegetative and reproductive organs in search of secretory structures; 3- to identify resins and oils through histochemical tests.

M&M: In each season of the years 2016-2017 full plants were collected. This material was used to study anatomy by conventional techniques; determine saponins and identify resins and oils by histochemical tests.

Results: Saponins were found in all organs in small quantities and their content showed variability with the season of the year, a result that is expressed in terms of average values of temperature and rainfall. The secretory ducts with resins and oils were located in the rhizomes, stems, leaves and inflorescences, not in root.

Conclusions: According to the results, all these compounds act as toxic during the year, principally in spring and increase in the summer-autumn period, due to the abundance of essential oils in the inflorescences, a characteristic that would indicate it as a promising species for its use in the control of agricultural pests.

KEY WORDS

Asteraceae, inflorescence, leaf, *Pascalía glauca*, reservoirs, root-rhizome, stem.

RESUMEN

Introducción y objetivos: *Pascalía glauca* es una maleza tóxica para el ganado, con amplia distribución en la Argentina. La toxicidad es producida por un atractilósido, pero la especie también contiene compuestos como las saponinas, resinas y aceites con propiedades tóxicas. Los objetivos de este trabajo fueron: 1- realizar un análisis cualitativo de saponinas en los órganos subterráneos (rizomas + raíces) y aéreos durante las cuatro estaciones del año; 2- estudiar la anatomía de los órganos vegetativos y reproductivos en busca de estructuras secretoras; 3- identificar resinas y aceites mediante pruebas histoquímicas.

M&M: En cada estación de los años 2016-2017 se recolectaron plantas completas. Este material se usó para estudiar la anatomía mediante técnicas convencionales; determinar saponinas e identificar resinas y aceites mediante pruebas histoquímicas.

Resultados: Las saponinas se encontraron en todos los órganos en escasa cantidad y su contenido mostró variabilidad con la estación del año, resultado que se expresa en función de los valores medios de temperatura y lluvias. Los conductos secretores con resinas y aceites se localizaron en los rizomas, tallos, hojas e inflorescencias, excepto en la raíz.

Conclusiones: De acuerdo con los resultados, todos estos compuestos actúan como tóxicos durante todo el año pero principalmente en primavera y se incrementa en el período de verano-otoño por la abundancia de aceites esenciales en las inflorescencias, característica que además la indicaría como una especie promisoría para su utilización en el control de plagas agrícolas.

PALABRAS CLAVE

Asteraceae, hoja, inflorescencia, *Pascalía glauca*, raíz-rizoma, reservorios, tallo.

INTRODUCCIÓN

Pascaliala glauca Ortega [= *Wedelia glauca* (Ortega) O. Hoffm. ex Hicken] (Heliantheae, Asteraceae), es conocida como “sunchillo”, “suncho”, “yuyo sapo”, “asolador”, “carne de perro”, “catay”, “chilquilla”, “chilquina”, “chilca amarilla”, “chilca amarga”, “clavel amarillo”, “clavel asolador”, “clavelillo”, “espanta colono”, “espanta perro”, “flor amarilla”, “flor de sapo”, “mata sapo”, “pianta colono”, “seca tierra” o “yuyo sanjuanino” (Burkart & Carera, 1953; Marzocca, 1957; De la Peña & Pensiero, 2004; Troiani, 2016). Esta especie americana es de amplia distribución en la Argentina, creciendo desde el nivel del mar hasta 2000 msnm y desde Jujuy hasta Chubut (Cabrera, 1963; Marzocca *et al.*, 1986; Zuloaga *et al.*, 2008). Es una hierba perenne, de 0,30 – 1,00 m de altura, con ciclo estival, comienza a vegetar a fines de invierno-primavera, florece en verano y fructifica en otoño, constituye una maleza invasora de difícil extirpación y tóxica (Marzocca, 1957; Cabrera & Burkart, 1974; Boelcke, 1981; Ragonese & Milano, 1984; Marzocca *et al.*, 1986). Es agresiva y persistente por la presencia de rizomas, cuya formación fue develada por Burkart & Carera (1953); posteriormente, Montaldi *et al.* (1984), en condiciones de laboratorio, establecieron que la alta concentración de sacarosa o de nitrato de amonio en el sustrato de cultivo, estimula la formación de rizomas en la plántula. En la Argentina el primero que hizo referencia a la toxicidad fue Hieronymus (1882) y fue declarada plaga de la agricultura por decreto de fecha 22 de agosto de 1932 y su lucha está sujeta a las disposiciones de la ley 4863 de defensa agrícola (Marzocca, 1957; Marzocca *et al.*, 1986; Troiani, 2016), resultando una de las plantas tóxicas más importantes del país, causando la muerte en bovinos, equinos, caprinos y porcinos (Gallo, 1979; Ragonese & Milano, 1984; Correa *et al.*, 2017). La toxicidad fue atribuida a una resina tóxica por Burkart & Carera (1953). Platanow & López (1978), encontraron un principio hidrosoluble hepatotóxico y consideraron que la toxicidad podría ser consecuencia de la acción conjunta de una resina y aceite, un principio hidrosoluble venenoso hepatotóxico y la presencia de saponinas. Schteingart & Pomilio (1984), encontraron que el principio tóxico de *Pascaliala glauca* era un diterpeno denominado atracilósido que es una sustancia tóxica con estructura similar al carboxiatractilósido que

actúa inhibiendo la fosforilación oxidativa a nivel de las mitocondrias en los hepatocitos y produce una insuficiencia hepática aguda. Marzocca *et al.* (1986), señalaron que posiblemente el tóxico este localizado en la resina y el aceite esencial que posee. Gallo (1987), consideró de importancia para su toxicidad, la presencia de saponinas. Casabuono & Pomilio (2000), identificaron químicamente en la misma especie, un diterpeno tetracíclico monoglicosidado, acilado y sulfatado causante de paro respiratorio en ratones. Este compuesto sería coincidente con el diterpenoide denominado atracilósido identificado por Schteingart & Pomilio (1984). Micheloud & Odriozola (2012), en su actualización sobre intoxicación provocada por *Wedelia glauca*, atribuyeron la acción tóxica al carboxiatractilósido. Mientras que Reid Lorna & Lagomarsino (2009) y Giménez (2017), atribuyeron la toxicidad a las resinas existentes en las partes vegetativas.

Pascaliala glauca se caracteriza por su fuerte aroma producido por los aceites esenciales. Hasta el presente existen pocos estudios sobre los aceites esenciales de esta especie, entre ellos Bailac *et al.* (2005) establecieron que es rico en limoneno, sabineno y α -pineno. Otros autores (Rufinengo *et al.*, 2005), ensayaron el efecto repelente y acaricida de los aceites esenciales de *P. glauca*. Si bien *P. glauca* se caracteriza por su toxicidad, Del Vitto & Petenatti (2015), señalaron que también podría tener propiedades como planta medicinal y aromática.

Las características de *P. glauca*, mencionadas en los párrafos anteriores, justifican el presente trabajo cuyos propósitos son: 1- establecer la presencia y estimar de acuerdo a la escala de Harborne (1989) la abundancia de saponinas en raíz-rizoma, tallo, hojas e inflorescencias; 2- establecer la variación del contenido de saponinas en cada órgano en las diferentes estaciones del año; 3- analizar la anatomía de las partes vegetativas y reproductivas (inflorescencia) de la planta en busca de estructuras secretoras y 4- localizar las resinas y aceites en los órganos haciendo uso de reacciones colorimétricas histoquímicas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Plantas frescas y completas (Fig. 1), se recolectaron en los años 2016 y 2017 en los humedales de La Balandra, Berisso, Buenos Aires, Argentina

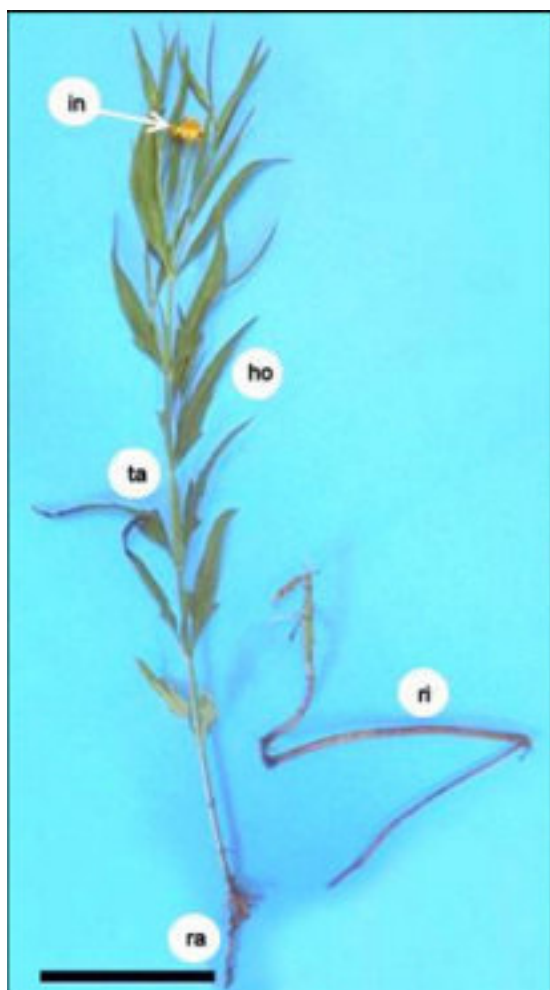


Fig. 1. Partes de la planta de *Pascalía glauca*. Abreviaturas = ho: hoja; in: inflorescencia; ra: raíz; ri: rizoma; ta: tallo. Escala = 10 cm.

(34° 53' 49.40" lat. S, 57° 48' 22.82" long. O). Parte del material se fijó, para su conservación y posterior estudio, en solución de formol-ácido acético glacial-alcohol etílico (FAA 70%) (Johansen, 1940). Ejemplares de referencia se depositaron en el herbario de la Facultad de Agronomía de La Plata (Hernández 222, 223, LPAG). Para el estudio de saponinas en las cuatro estaciones del año, el material se recolectó al atardecer, se lavó para retirar las partículas de suelo y se fraccionó. Dentro de las 24 horas se determinaron las saponinas. Para ello, se pesaron 10 g de los órganos, raíz-rizoma, tallo,

hoja, inflorescencia (Fig. 2A-D). En cada caso se molió la muestra en 100 mL de agua destilada (AD). El producto triturado se hirvió a baño María durante 10 min. Una vez frío se filtró y el líquido de filtrado se enrasó a 100 mL con AD. Para cada uno de los órganos, de los 100 mL preparados, se tomaron alícuotas crecientes de 1 a 10 mL y vertieron en diez tubos de ensayo (Tabla 1). Una vez preparadas las diluciones, los tubos se agitaron en sentido vertical durante 15 s, después de 15 min se observó la persistencia de la columna de espuma. Para evaluar cualitativamente el contenido de saponinas se utilizó la escala de Harborne (1989), que establece de acuerdo a la altura de la columna de espuma:

- menor a 1 cm, prueba ligeramente positiva.
- igual a 2 cm, prueba positiva.
- mayor a 2 cm, prueba fuertemente positiva.

Los datos meteorológicos fueron proporcionados por el personal del Departamento de Sismología e Información Meteorológica, Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, Universidad Nacional de La Plata (Tabla 2). Para el estudio de la epidermis se diafanizaron las hojas (Arambarri, 2018) y para la búsqueda de las estructuras secretoras se realizaron cortes transversales a mano alzada de los órganos vegetativos. Los cortes fueron decolorados con hipoclorito de sodio (50%), lavados con agua destilada, coloreados con safranina alcohólica (80%) o se realizó doble coloración Azul Alcian y safranina. Tanto las diafanizaciones como los cortes fueron montados en gelatina-glicerina y sellados con esmalte de uñas. Algunas de las secciones transversales así como filarios, pálea, flores fueron clarificados con hipoclorito de sodio (50%), se usaron para las pruebas histoquímicas, empleando para la identificación de sustancias lipofílicas: Oil Red "O" (Gurr, 1971), la presencia de lípidos quedó indicada por el color rojo (paredes impregnadas con suberina, cutina), en el caso de los aceites se observaron las gotas de aceite coloreadas de rojo. Para la identificación de resinas se usó solución de cobre (Cosa *et al.*, 2014), cuyo test es positivo cuando la resina toma coloración verde esmeralda con ligera tonalidad amarillenta. Las fotografías macroscópicas fueron tomadas con lupa Wild M8 y cámara Sony DSC-W30. El microanálisis y microfotografías fueron realizados con un microscopio óptico Gemalux XSZ-H equipado con cámara Motic y software Motic Image Plus 2.0 y con Nikon E200 LED, con cámara digital y software Micrometrics SE Premium.

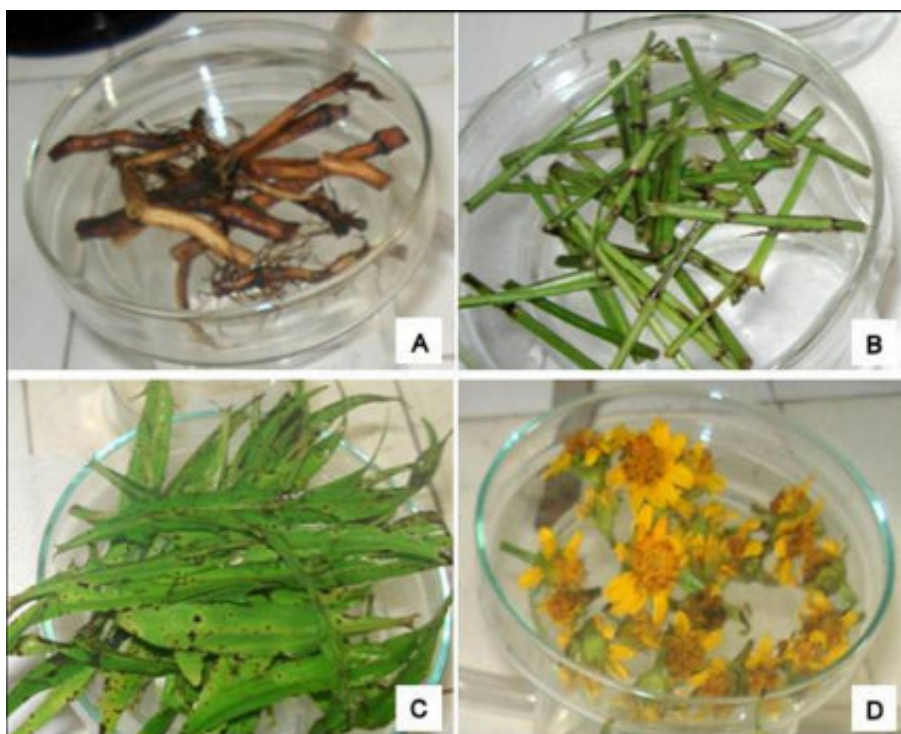


Fig. 2. Órganos fraccionados de *Pascalia glauca*. Diez gramos en cajas de Petri de 10 cm diámetro para determinar saponinas. **A:** Rizomas con raíces. **B:** Tallos. **C:** Hojas. **D:** Inflorescencias.

RESULTADOS

Compuestos químicos analizados

Saponinas: Durante todo el año, en todos los órganos estudiados, el valor de altura de la columna de espuma fue inferior a 1 cm; el máximo se produjo en las hojas, con valores que oscilaron entre 5 y 7 mm en verano-otoño y en primavera, respectivamente. En los tallos el máximo fue de 4 mm en verano-otoño y en rizomas 4 mm en otoño-invierno-primavera, mientras en las inflorescencias alcanzó 3-4 mm en verano (Tabla 2; Fig. 3A).

Resinas y aceites: en los rizomas, tallos y hojas, no así en la raíz, se hallaron reservorios conteniendo resinas y gotas de aceite; en las inflorescencias se observaron estos reservorios con abundantes aceites esenciales (Fig. 3B-D).

Estructura de los órganos vegetativos

Raíz: analizada con un diámetro 0,3-0,5

mm, presenta rizodermis de células irregulares y exodermis con células hexagonales y paredes suberificadas rodeando a 6-8 capas de parénquima cortical, a veces con algunas cámaras aerenquimáticas; la capa más interna, la endodermis con banda de Caspary, circunda el periciclo, por dentro se localizan 4-5 cordones de xilema que alternan con los del floema y rodean la médula (Fig. 4A). Las raíces de 0,5-0,7 mm diámetro, ya poseen estructura secundaria con el centro esclerificado. No se observaron reservorios o conductos secretores en ninguno de los estados de crecimiento.

Rizoma: se analizaron rizomas con un diámetro de 2-4 mm; el corte transversal mostró desde la periferia hacia el centro, la epidermis notablemente pubescente, una o dos capas de hipodermis cuyas células presentan paredes suberificadas (Fig. 4B), rodeando la corteza formada por 18-20 estratos de parénquima, con la capa interna diferenciada en endodermis con

Tabla 1. Dilución del extracto acuoso. TE: tubos de ensayo; EA: extracto acuoso; AD: agua destilada (mL).

C: 11	C: 1	C: 2	C: 3	C: 4	C: 5	C: 6	C: 7	C: 8	C: 9	C: 10
TE	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
EA (mL)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
AD (mL)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

Referencia: C: Columna.

Tabla 2. Valores medios mensuales de Temperatura (°C) y Lluvias (mm). * Meses de recolección de material fresco y determinación de saponinas.

Columna1	Columna2	Columna3
Mes-Año	Temperatura (°C)	Lluvias (mm)
*DIC 2016	23,6	114,2
ENE	24,2	142,6
*FEB 2017	24,0	145,2
MAR	21	80,4
ABR	17,6	73,4
*MAY 2017	14,7	161,4
JUN	12,5	100,4
JUL	12,2	105
*AGO 2017	13,8	109,8
SEP	14,6	117,6
*OCT 2017	16,7	105,8
NOV	18,7	25,6

banda de Caspary que rodea los haces colaterales. Estos están formados por xilema interno y floema externo con conspicuo casquete de fibras liberianas. Los haces están separados por radios de parénquima que comunican la corteza con la amplia médula parenquimática. Se hallaron 30-34 conductos secretores esquizógenos conteniendo resinas en su interior y gotas de aceite en las células secretoras que forman el epitelio de la cavidad; los cuales se observaron en la corteza dispuestos en dos ciclos: uno interno próximo a la endodermis y otro en la parte media del parénquima cortical (Fig. 4C). En algunos rizomas se observó la diferenciación de

esclereidas en el parénquima cortical y medular (Fig. 4D).

Tallo: se estudiaron tallos con diámetro de 2-3 mm que presentan contorno lobulado y estructura primaria con células epidérmicas cuadrangulares y paredes engrosadas, la pared periclinal externa cubierta por una cutícula delgada; internas a la epidermis se ubican en los lóbulos, 6-8 capas de colénquima angular-lagunar que alternan con clorénquima en los sectores interlobulares; hacia el interior el parénquima cortical está formado por 12-14 capas, la más interna diferenciada en endodermis con banda de Caspary que rodea la eustela con amplia médula parenquimática. Los tallos con un diámetro de 3,0-3,5 mm se diferencian de los juveniles en el contorno circular, en las células del colénquima con mayor engrosamiento primario de las paredes tangenciales formando un colénquima laminar-lagunar y estructura secundaria del tejido vascular (Fig. 4E). Los 18 a 24 conductos secretores, en cualquier estado de crecimiento del tallo, se localizan en el parénquima cortical, algunos junto a la endodermis y predominantemente en la parte media de la corteza; éstos últimos dispuestos en número de uno o de dos a un lado o ambos lados de los haces vasculares (Fig. 4E). Una vista detallada de estos conductos muestra las gotas de aceites esenciales contenidas en las células epiteliales del mismo (Fig. 4F).

Hoja: lámina: ambas epidermis en vista superficial, presentan células poligonales con paredes anticlinales onduladas y numerosos estomas anomocíticos y anisocíticos (Fig. 5A). Se hallaron tricomas glandulares y eglandulares simples, uniseriados, pluricelulares. Los tricomas eglandulares son numerosos y se hallan distribuidos sobre ambas caras de la lámina y en sus bordes; caracterizados por una base de células

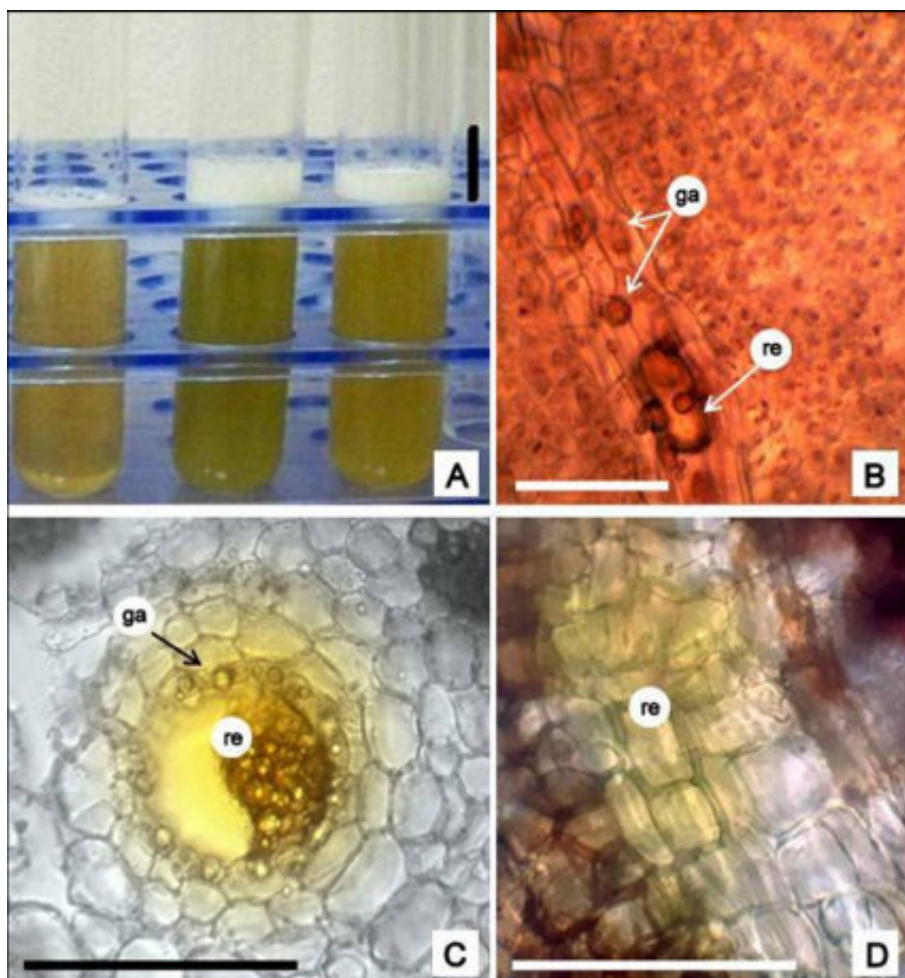


Fig. 3. Saponinas, resinas y aceites en *Pascalia glauca*. **A:** Muestra de columnas de saponinas inferiores a 1 cm de altura. **B:** Vista paradermal de un conducto secretor en la hoja. **C, D:** Test positivo para resinas en rizoma **C:** corte transversal de conducto mostrando resinas en su interior y gotas de aceites en el epitelio secretor; **D:** corte longitudinal del mismo conducto. Abreviaturas= ga: gotas de aceites; re: resinas. Escalas= A: 1 cm; B: 100 μ m; C, D: 200 μ m.

epidérmicas radiadas y predominantemente tres células expuestas, la basal ancha, la célula media de longitud variable y la célula apical triangular y aguda, con paredes gruesas y la totalidad de la superficie es groseramente verrucosa (Fig. 5B); en su interior el test resultó positivo para aceites (Fig. 5C). Los tricomas glandulares están formados por 4-10 células de paredes delgadas, la célula terminal oblonga, obtusa; se observaron gotas de aceite en el interior de las células (Fig. 5D).

En el corte transversal la vena media es biconvexa con colénquima angular dispuesto en 4-5 capas hacia la cara adaxial y 2 capas hacia la abaxial; en el centro hay un haz colateral mayor y dos o más haces menores circundados por parénquima. Dos conductos secretores se ubican hacia la cara abaxial sobre ambos lados y frente al floema del haz vascular central; cuando aparecen conductos secretores frente a los haces menores, se hallan hacia la cara adaxial, enfrentando el xilema (Fig. 5E). Las

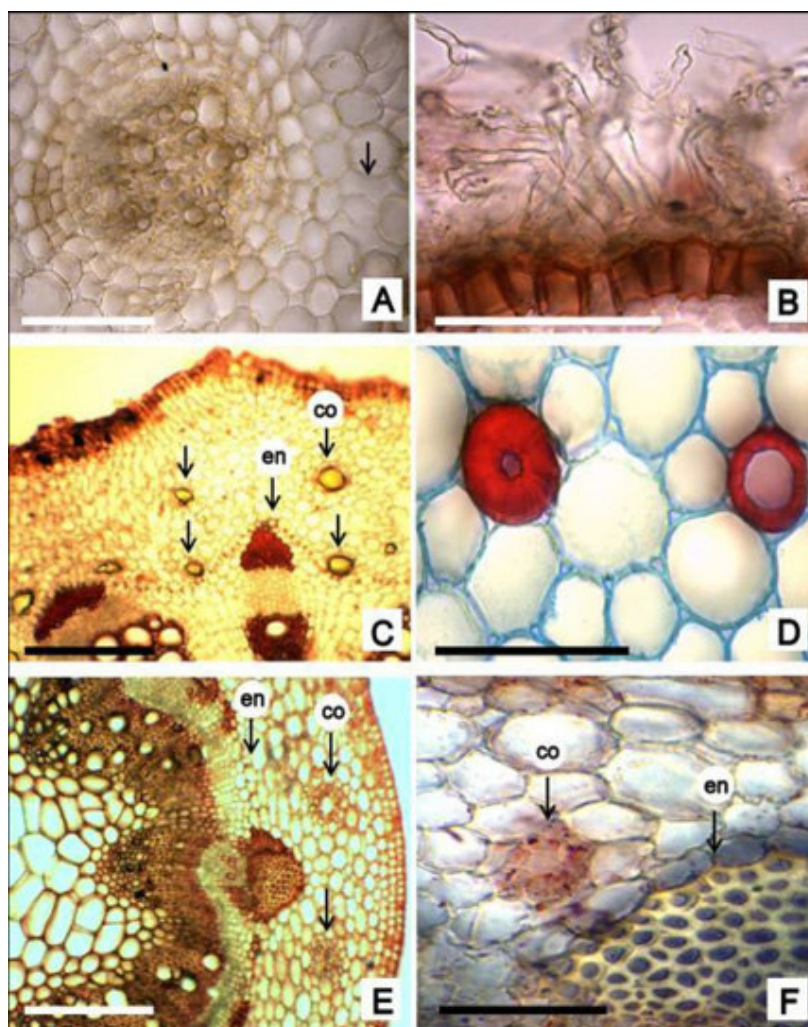


Fig. 4. Estructura de los órganos vegetativos de *Pascalía glauca*. **A:** Raíz. Corte transversal mostrando el parénquima cortical con cámaras aeríferas (flecha), endodermis, periciclo y los cordones de xilema y floema rodeando la médula. **B-D:** Rizoma. **B:** Detalle de la epidermis formada por células con paredes delgadas y numerosos pelos absorbentes y una capa de hipodermis de células cuadrangulares con paredes suberificadas. **C:** Sector del rizoma en corte transversal mostrando los dos ciclos de conductos secretores, corticales y próximos a la endodermis. **D:** Presencia de esclereidas en el parénquima medular. **E-F:** Tallo. **E:** Sector del tallo con estructura secundaria mostrando los conductos secretores corticales. **F:** Test positivo con Oil Red "O", mostrando las gotas de aceite en las células epiteliales de un conducto próximo a la endodermis. Abreviaturas= co: conducto secretor; en: endodermis. Escalas= A, B, D, F: 100 μ m, C, E: 400 μ m.

epidermis son unistratas, formadas por células cuadrangulares a rectangulares ligeramente mayores en la cara adaxial que en abaxial, con estomas ubicados a nivel o algunos ligeramente hundidos con respecto a las restantes células epidérmicas; en el mesofilo isolateral se localizan

los haces vasculares menores rodeados por una notable vaina parenquimática y algunos de mayor tamaño presentan un conducto secretor del lado adaxial, frente al xilema (Fig. 5F, G). Así, en las hojas el número de reservorios varía entre 2-4 hasta 6-7.

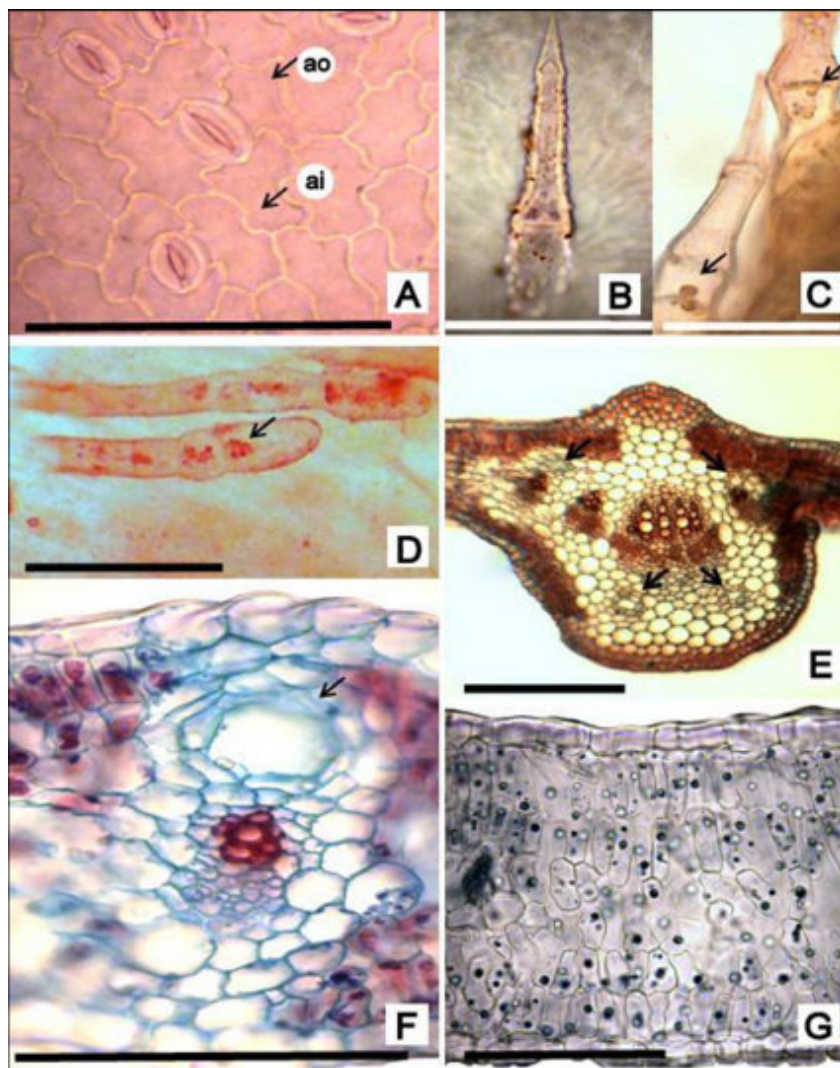


Fig. 5. Estructura de la hoja de *Pascalia glauca*. **A:** Epidermis en vista superficial, cara abaxial con estomas anomocíticos y anisocíticos. **B, C:** Tricomas eglandulares. **B:** Vista de su pared externa con verrugosidad de ceras; **C:** Vista de gotas de aceite en su interior. **D:** Tricomas glandulares con gotas de aceite en sus células. **E-G:** Cortes transversales. **E:** Vena media biconvexa, se destaca el haz vascular medio con dos conductos secretores abaxiales y haces colaterales menores con conducto secretor adaxial (flechas). **F:** Detalle de un conducto secretor adaxial de haces vasculares mayores, en las alas de la lámina. **G:** Mesofilo isolateral formado por células alargadas dispuestas de manera laxa en la parte media. Abreviaturas= ao: anomocíticos; ai: anisocíticos. Escalas= A-D, G: 50 μ m; E: 400 μ m; F: 25 μ m.

Órganos reproductivos

Filarios y pálea: estas partes de la inflorescencia clarificadas permitieron observar por transparencia varios conductos secretores longitudinales, así como en el borde numerosos tricomas con abundantes gotas de aceite (Fig. 6A, a, B).

Flor ligulada femenina (Fig. 6C): el test para lípidos dio reacción positiva en todas las partes de la flor, resultando notable en la corola las células conteniendo gotas de aceites (Fig. 6D).

Flor tubulosa hermafrodita (Fig. 6E): el test para lípidos dio reacción positiva en todas las partes de

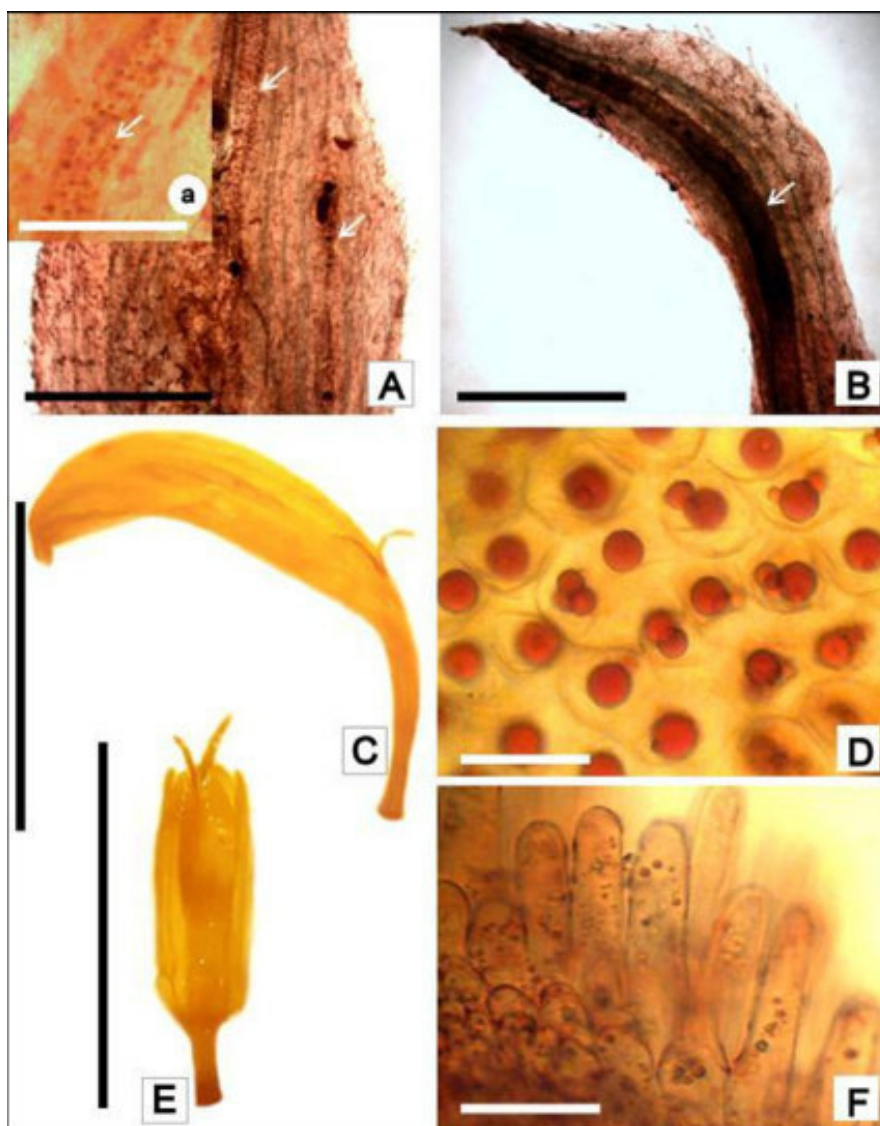


Fig. 6. Partes de la inflorescencia de *Pascalía glauca*. **A, a, B:** Filario y Pálea. **A:** parte del filario mostrando conductos secretores longitudinales y pubescencia; **a:** detalle de las gotas de aceite en un conducto (flecha). **B:** Pálea con un conducto secretor dorsal importante (flecha); en el borde, pelos eglandulares con aceites esenciales. **C-F:** Flores. **C:** Flor ligulada. **D:** Detalle de las gotas de aceite en células de la corola. **E:** Flor tubulosa. **F:** Detalle de las papilas estigmáticas con gotas de aceites esenciales. Escalas= A, B: 1 mm; a: 400 μ m; C, E: 5 mm; D, F: 50 μ m.

la flor, presentando las células de la corola con gotas de aceite como en la flor ligulada; en los estambres las gotas de aceite se hallaron principalmente en el filamento y conectivo y en el gineceo, en el ovario, estilo y estigma, incluidas las papilas estigmáticas (Fig. 6F).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La cantidad de saponinas halladas en los diferentes órganos fue ligeramente positiva coincidiendo con Rondina *et al.* (1970), quienes solo realizaron la determinación en las hojas y también hallaron

escasa cantidad de este compuesto. En el presente estudio, si bien su contenido resultó escaso, se determinó que varía con la estación del año. Así, en las hojas la mayor cantidad está presente en el período de primavera alcanzando la columna de espuma la máxima altura (7 mm), justamente cuando la planta está en pleno crecimiento. Este resultado coincide con el período de diciembre señalado por Correa *et al.* (2017) como uno de los de mayor toxicidad para el ganado. En los tallos, la mayor altura de la columna de espuma (4 mm), correspondió al verano-otoño, período del año en que las plantas se encuentran en floración y la presencia de saponinas se vería potenciada en su poder de toxicidad por otros compuestos como resinas y principalmente los aceites esenciales de los capítulos. Este resultado coincide con el período de marzo señalado por Correa *et al.* (2017) como de máxima toxicidad.

Los conductos secretores de resinas se encontraron en todos los órganos vegetativos (excepto en la raíz) mientras que hasta ahora se habían mencionado solo en hojas y rizomas (Burkart & Carera, 1953; Reid Lorna & Lagomarsino, 2009). De acuerdo con la bibliografía, los diterpenos son componentes de pigmentos o de resinas, siendo que la toxicidad es atribuida a un diterpeno (atractilósido) (Schteingart & Pomilio, 1984; Casabuono & Pomilio, 2000; Micheloud & Odriozola, 2012), las resinas quedarían implicadas en el proceso de toxicidad. Los aceites esenciales son compuestos aromáticos e insolubles en agua y están compuestos por muchas sustancias químicas complejas, entre ellas los terpenos, los que son uno de los constituyentes principales de los aceites esenciales de algunas plantas y flores. Dada la característica tóxica de estos aceites, es posible también interactúen con el atractilósido y las resinas. Los aceites esenciales se hallaron en gran cantidad en las inflorescencias, los mismos ya han sido ensayados como repelentes (Rufinengo *et al.*, 2005) y se obtuvieron resultados preliminares altamente positivos en un ensayo de control de nemátodos (Ripodas *et al.*, 2018). De acuerdo con los resultados, la acción tóxica estaría dada por la acción conjunta de diversos compuestos hallados en los órganos de la planta. Por otro lado, la abundancia de aceites esenciales en las inflorescencias la señalan como una especie promisoriosa para su utilización en el control de plagas agrícolas.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Los autores han contribuido por igual en la producción del trabajo, desde el diseño, la realización de las tareas, obtención de datos e interpretación, como la preparación del manuscrito.

AGRADECIMIENTOS

Al personal del Departamento de Sismología e Información Meteorológica de la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP por proveernos los registros climáticos y a los evaluadores por sus valiosas sugerencias.

BIBLIOGRAFÍA

- ARAMBARRI, A. M. 2018. La “técnica de clarificación 5-5-5”, un método natural para el tratamiento de material vegetal. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 53: 579-586. <https://dx.doi.org/10.31055/1851.2372.v53.n4.21980>
- BAILAC, P. N., A. D. DELLACASA, M. I. PONZI & N. H. FIRPO. 2005. Essential oil composition of *Wedelia glauca* (Ort.) Hoffman ex Hicken from Argentina. *J. Essent. Oil Res.* 17: 401-402. <https://doi.10.1080/10412905.2005.9698942>
- BOELCKE, O. 1981. *Plantas vasculares de la Argentina, nativas y exóticas*. Fundación para la Educación, la Ciencia y la Cultura, Buenos Aires.
- BURKART, A. & M. N. CARERA. 1953. Estudios sobre malezas. Morfología vegetativa y germinación del sunchillo (*Wedelia glauca*). *Darwiniana* 10: 113-144.
- CABRERA, A. L. 1963. *Wedelia glauca*. Compuestas. En: CABRERA, A. L. (ed.), *Flora de la provincia de Buenos Aires. Colecc. Ci. Inst. Nac. Tecnol. Agropecu.* 4: 206-207.
- CABRERA, A. L. & A. BURKART. 1974. *Wedelia glauca*. Compuestas. En: BURKART A. (dir.), *Flora ilustrada de Entre Ríos. Colecc. Ci. Inst. Nac. Tecnol. Agropecu.* 6: 353-355.
- CASABUONO, A. C. & A. B. POMILIO. 2000. Toxicidad en vegetales: problemática y análisis. SAIPA – Sociedad Argentina para la Investigación de Productos Aromáticos. Noveno Congreso Nacional de recursos naturales, aromáticos y medicinales. *Anales de SAIPA* 6: 135-146.
- CORREA, R. J., J. I. MASCHIO & M. L. MASCAREÑO VARAS. 2017. Las plantas tóxicas en la ganadería,

- Wedelia glauca* (Ort.) Hoffmann ex Hicken. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Catamarca. *Revista de Divulgación Técnica* 73: 1-15.
- 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.
- DE LA PEÑA, M. R. & J. F. PENSIERO. 2004. *Plantas argentinas. Catálogo de nombres comunes*. Ed. L.O.L.A., Buenos Aires.
- DEL VITTO, L. A. & E. M. PETENATTI. 2015. Asteráceas de importancia económica y ambiental. Segunda parte: otras plantas útiles y nocivas. *Multequina* 24: 47-74.
- GALLO, G. 1979. *Plantas tóxicas para el ganado en el cono sur de América*. Ed. Universitaria de Buenos Aires.
- GALLO, G. 1987. *Plantas tóxicas para el ganado en el cono sur de América*. 2da ed. Hemisferio Sur, Buenos Aires.
- GIMÉNEZ, G. D. 2017. Plantas tóxicas para rumiantes en pastoreo. Sitio Argentino de Producción Animal. Disponible en: <http://www.produccion-animal.com.ar> [Acceso: 06 Enero 2019].
- GURR, E. 1971. *Synthetic dyes in biology, medicine and chemistry* 1st. edition. Academic Press, London.
- HARBORNE, J. B. 1989. *Phytochemical methods: a guide to modern techniques of plant analysis*. 3ra. ed., Chapman & Hall, NY.
<https://doi.org/10.1007/978-94-009-5921-7>
- HIERONYMUS, J. 1882. *Plantae diaphoricae florum argentinæ*. *Bol. Acad. Nac. Cien.*, Córdoba 4: 199-598.
- JOHANSEN, D. A. 1940. *Plant microtechnique*. Mc Graw Hill Book Company, Inc. New York.
- MARZOCCA, A. 1957. *Manual de malezas*. 1ra. Edición. Imprenta y casa editora CONI, Buenos Aires. 530 pp.
- MARZOCCA, A., O. J. MÁRSICO & O. DEL PUERTO. 1986. *Manual de malezas*. 3ra. Reimpresión. Ed. Hemisferio Sur S.A., Buenos Aires.
- MICHELOUD, J. F. & E. ODRIOZOLA. 2012. Actualización sobre la intoxicación por *Wedelia glauca* (Ort.) Hoffm. Ex Hicken, Asteraceae. *Revista FAVE – Ciencias Veterinarias* 11: 31-42.
- MONTALDI, E., J. BELTRANO, W. ABEDINI & T. MARRONE. 1984. Factores que afectan la formación de rizomas en el “sunchillo” [*Wedelia glauca* (Ort.) Offim]. *Revista Fac. Agron. Univ. Nac. La Plata* 5: 139-145.
- PLATANOW, N. S. & T. A. LÓPEZ. 1978. *Wedelia glauca*, estudios sobre su toxicidad. Balcarce, Buenos Aires. *Revista Argentina de Producción Animal* 6: 620-625.
- RAGONESE, A. E. & V. A. MILANO. 1984. *Vegetales y sustancias tóxicas de la flora argentina*. En: Enciclopedia Argentina de agricultura y jardinería. 2da. Ed. Vol. 2: 354-357. Ed. Acmé S.A.C.I., Buenos Aires.
- REID LORNA, C. & E. D. LAGOMARSINO. 2009. *Intoxicación por Cestrum parqui y Wedelia glauca en ganado bovino: epidemiología, prevención y control*, pp. 478-485. Avances en la producción vegetal y animal del NOA (2007-2009), Tucumán.
- RÍPODAS, J. I., S. GARITA, V. BERNARDO, M. RUSCITTI, M. C. ARANGO & M. P. HERNÁNDEZ. 2018. Efecto de la aplicación in vitro de aceites esenciales sobre *Nacobbus aberrans* y *Paecilomyces lilacinus*. *Dominguezia* 34: 112-113.
- RONDINA, R. V. D., M. E. MENDIONDO & J. D. COUSSIO. 1970. Estudio fitoquímico de plantas medicinales argentinas. II. RIA, INTA, Serie 2, *Biología y producción vegetal* 7: 271-276.
- RUFFINENGO, S., M. EGUARAS, I. FLORIS, C. FAVERIN, P. BAILAC & M. PONZI. 2005. LD₅₀ and repellent effects of essential oils from Argentinian wild plant species on *Varroa destructor*. *J. Econ. Entomol.* 98: 651-655.
<https://doi.org/10.1603/0022-0493-98.3.651>.
- SCHEITINGART, C. D. & A. B. POMILIO. 1984. Atractyloside, toxic compound from *Wedelia glauca*. *J. Nat. Prod.* 47: 1046-1047.
doi: 10.1021/np50036a029
- TROIANI, H. O. 2016. *Wedelia glauca*. En: FERNÁNDEZ, O. A., E. S. LEGUIZAMÓN & H. A. ACCIARESI (eds.), *Malezas e invasoras de la Argentina. Descripción y reconocimiento*. T 2, pp. 314. Editorial Universidad Nacional del Sur (Ediuns), Bahía Blanca, Buenos Aires.
- ZULOAGA, F. O., O. MORRONE & M. J. BELGRANO (eds.). 2008. Catálogo de las plantas vasculares del Cono Sur (Argentina, Sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay). II. *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 107: 1905-1908. Disponible en: <http://www.darwin.edu.ar/> [Acceso: 5 diciembre 2018].



ANATOMÍA E HISTOQUÍMICA FOLIAR Y CAULINAR DE *MORINGA OLEIFERA* (MORINGACEAE)

MORINGA OLEIFERA (MORINGACEAE): LEAF AND STEM ANATOMY AND HISTOCHEMISTRY

Ana I. Ruiz^{ID}, María I. Mercado*^{ID}, María E. Guantay^{ID} y Graciela I. Ponezza^{ID}

Instituto de Morfología Vegetal,
Área Botánica, Fundación Miguel
Lillo, Miguel Lillo 251 (T4000JFE)
San Miguel de Tucumán, Argentina.

*mimercado@lillo.org.ar

Citar este artículo

RUIZ, A. I., M. I. MERCADO, M. E. GUANTAY & G. I. PONEZZA. 2019. Anatomía e histoquímica foliar y caulinar de *Moringa oleifera* (Moringaceae). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 54: 325-343.

DOI: <http://dx.doi.org/10.31055/1851.2372.v54.n3.25357>



SUMMARY

Background and aims: *Moringa oleifera*, is a tree grown in tropical and subtropical regions.

Valorized for its multiple uses as ornamental, food, fodder, medicinal and industrial plant, it has been recently included in the Argentinean Food Code. The objective was to study the foliar and caulinar anatomy and histochemistry of *M. oleifera* specimens cultivated in Tucumán, Argentina in order to indicate diagnostic value characters for their identification.

M&M: The samples were analyzed under standard techniques for optical and electronic microscopy.

Results: *M. oleifera* presents pinnately compound leaves. Leaflets with pinnate, camptodromous-brochidromous venation. Epicuticular waxes, eglandular trichomes; actinocytic and anomocytic stomata; dorsiventral mesophyll with collateral vascular bundles. Glandular fields formed by stipitate extrafloral nectaries, glandular trichomes and unicellular non-glandular trichomes. Petiolule, rachis and petiole with circular to sub-circular shape, vascular system formed by a solitary vascular bundle or a ring of collateral vascular bundles, surrounded by sclerenchyma. Stem and petiole medulla with secretory ducts containing proteins, alkaloids, mucilages and lipids. Stem cortex with crystalline idioblasts (solitary calcium oxalate crystals). Idioblasts with phenols, tannins, saponins, triterpenes, polysaccharides and proteins were observed in leaflet, petiolule, petiole, rachis and stem.

Conclusions: The foliolar architecture, the presence of glandular fields, the histology of the nectaries, and the petiole; as well as the histochemistry of its aerial vegetative organs is described for the first time for *M. oleifera*. The characters of diagnostic value are: trichomes, glandular fields, extrafloral nectaries, idioblasts and secretory ducts.

KEY WORDS

Extrafloral nectary, histochemistry, leaf architecture, *Moringa*, morpho-anatomy, stem.

RESUMEN

Introducción y objetivos: *Moringa oleifera*, es un árbol cultivado en regiones tropicales y subtropicales. Valorado por sus múltiples usos ornamentales, alimenticios, forrajeros, medicinales e industriales, ha sido recientemente incluido en el Código Alimentario Argentino. El objetivo fue estudiar la anatomía e histoquímica foliar y caulinar de ejemplares de *M. oleifera*, cultivados en Tucumán, Argentina y señalar caracteres de valor diagnóstico para su identificación.

M&M: Las muestras fueron procesadas mediante técnicas estándares para microscopía óptica y electrónica.

Resultados: *M. oleifera* presenta hojas compuestas, pinnadas con folíolos de venación pinnada, camptódroma-broquidódroma. Lámina foliar con ceras epicuticulares, tricomas eglandulares, estomas actinocíticos y anomocíticos, mesofilo dorsiventral con haces colaterales e idioblastos. Campos glandulares formados por nectarios extraflorales estipitados, tricomas glandulares y eglandulares. Peciólulo, raquis y peciolo presentan contorno circular a sub-circular, con un haz o un anillo de haces colaterales, delimitados por esclerénquima. Médula de peciolo y tallo con conductos secretores, conteniendo proteínas, alcaloides, mucilagos y lípidos. Idioblastos cristalíferos (cristales solitarios de oxalato de calcio) presentes en el cortex del tallo. Idioblastos con fenoles, taninos, saponinas, triterpenos, polisacáridos y proteínas, en foliólulo, peciólulo, raquis, peciolo y tallo.

Conclusiones: Se describe por primera vez para *M. oleifera*, su arquitectura foliolar, la presencia de campos glandulares e histología del nectario y del peciolo; así como, la histoquímica de sus órganos vegetativos aéreos. Los caracteres de valor diagnóstico para *M. oleifera* son: tricomas, presencia de campos glandulares, nectarios extraflorales, idioblastos y conductos secretores.

PALABRAS CLAVE

Histoquímica, arquitectura foliar, morfo-anatomía, *Moringa*, nectarios extraflorales, tallo.

Recibido: 8 Abril 2019
Aceptado: 15 Agosto 2019
Publicado: 30 Septiembre 2019
Editora: Ana María Gonzalez^{ID}

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

INTRODUCCIÓN

La familia Moringaceae (orden Brassicales) comprende un único género, *Moringa*, representado por 13 especies de climas tropicales y subtropicales (Verdcourt, 1985; Olson, 2002), con diversos hábitos de crecimiento como hierbas, arbustos y grandes árboles (Olson & Razafimandimbison, 2000; Olson, 2001a, b).

Moringa oleifera Lam., es un árbol de porte mediano, originario de los bosques caducifolios del noroeste de la India y este de Pakistán (Haines, 1922), actualmente cultivado en regiones tropicales y subtropicales de todo el mundo (Olson, 2002; Kasolo *et al.*, 2010; Olson & Fahey, 2011).

Qaiser (1973) describe hojas de hasta 60 cm de largo, escasamente tomentosas en el haz y glabras en el envés, en tanto May Ling (2004) cita presencia de nectarios extraflorales (NEF) en la base de cada foliolo.

En los últimos años, *M. oleifera* ha recibido una creciente atención por sus múltiples usos ornamentales, alimenticios, forrajeros, medicinales e industriales (Cáceres *et al.*, 1991, 1992; Makkar & Becker, 1997; Fuglie, 2001; Fahey, 2005; Pinheiro Ferreira *et al.*, 2008; Kasolo *et al.*, 2010).

Las hojas y frutos jóvenes de *M. oleifera* son consumidos como verdura (fresca o cocida), disecados, molidos como “harinas de *Moringa*” o en cápsulas (Bonafant Ruiz *et al.*, 2012). Sus hojas constituyen una excelente fuente de proteínas, aminoácidos esenciales, vitaminas (A, C y E), β -caroteno, ácidos fenólicos antioxidantes (ácidos gálico, caféico y clorogénico, entre otros), flavonoides (miricetina, quercetina y kaempferol), taninos, triterpenos, glucosinolatos y minerales como calcio, zinc y hierro (Anwar *et al.*, 2007; Kasolo *et al.*, 2010; Abubakar *et al.*, 2011; Olson & Fahey, 2011; Nweze & Nwafor, 2014; Tumer *et al.*, 2015; Vergara-Jimenez *et al.*, 2017).

Kasolo *et al.* (2010), Nweze & Nwafor (2014) y Vergara-Jimenez *et al.* (2017), citan para las hojas la presencia de compuestos antialimentarios con potencial medicinal como saponinas, alcaloides, isotiocianatos (derivados de la hidrólisis de los glucosinolatos) y antraquinonas.

Diferentes extractos obtenidos a partir de las hojas de *M. oleifera* presentan propiedades como anticonvulsivante, antioxidante, antiinflamatorio, hipocolesteromiente, hepatoprotector,

hipoglucemiante y anticancerígeno (Vergara-Jimenez *et al.*, 2017; Gonzalez-Trujano *et al.*, 2018; Aekthammarat *et al.*, 2019).

Las semillas producen aceite comestible, utilizado en la industria cosmética, farmacéutica y como lubricante de altísima calidad. Los desechos del prensado contienen uno de los floculantes o aglutinantes vegetales más potentes que se conocen y pueden ser utilizados con antibacterianos para eliminar la turbidez del agua (Anwar, 2007; Abubakar *et al.*, 2011). Los residuos de las semillas, después de la extracción de aceite y aun las ramas molidas son utilizados como complemento forrajero (Martínez, 1959; Reyes *et al.*, 2006).

Existen en Argentina cinco proyectos presentados ante el Congreso de la Nación por diputados y senadores de las provincias de Salta, Formosa y Santa Fe, relacionados al cultivo de *M. oleifera*, solicitando al Poder Ejecutivo, disponga promover en las regiones del NOA y NEA, el cultivo de esta especie, de probadas cualidades agroindustriales y alimenticias (Asociación plantadores de *M. oleifera* en Argentina, 2017). Desde el 2018, *M. oleifera* está incluida en el Código Alimentario Argentino, como hierba para infusión en una dosis de 5gr diarios de hojas secas por persona adulta/día, pudiendo adicionarse hasta en un 5% en yerbas mates compuestas o aromatizadas (Secretarías de Regulación y Gestión Sanitaria y de Alimentos y Bioeconomía, Resolución Conjunta -15/2018-modificatoria -Artículos 1192 y 1198).

En cuanto a estudios anatómicos, Metcalfe & Chalk (1950) citan antecedentes generales para la familia Moringaceae. En tanto para *M. oleifera*, Ronse Decraene *et al.* (1998) describen la ontogenia y anatomía floral de ejemplares recolectados en Burundi, África. Olson (2001a) describe variaciones morfoanatómicas en tallo y raíz de plantas cultivadas en Estados Unidos. May Ling (2004), describe la presencia de nectarios extraflorales en raquis de individuos cultivados en Hong Kong. Abubakar *et al.* (2011) estudian variaciones morfológicas y anatómicas en epidermis foliares de ejemplares cultivados en el norte de Nigeria. Muhl *et al.* (2011) describen variaciones anatómicas foliares en relación al espesor del mesofilo y densidad estomática en individuos sometidos a diferentes regímenes de temperatura en Pretoria, Sudáfrica. Torres Castillo *et al.* (2013) realizan una breve descripción anatómica de hoja,

raíz y tallo en ejemplares cultivados en México. Subrahmanyam & Shah (1988) y Sholapur & Patil (2013), describen para especímenes cultivados en India, características de la corteza de tallos y la presencia de conductos lisígenos, con resinas o gomas ricas en compuestos fenólicos, formados a nivel del floema frente a un evento traumático. Salama (2014) compara la morfología de las hojas y semillas, de tres especies del género *Moringa* cultivadas en Egipto, entre las cuales se cita a *M. oleifera*.

Teniendo en cuenta las numerosas cualidades de esta especie cultivada en todo el mundo y que no se registran estudios morfológicos, anatómicos e histoquímicos para genotipos cultivados en Argentina; se plantea como objetivo estudiar la arquitectura, anatomía e histoquímica foliar y caulinar de ejemplares de *M. oleifera*, cultivados en la provincia de Tucumán, Argentina, señalando caracteres de valor diagnóstico para su identificación. Estudios de este tipo son relevantes en el control de calidad de productos elaborados con las partes aéreas de esta especie, así como para la separación y caracterización de los principios activos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal

Ejemplares de *M. oleifera* fueron recolectados de un cultivo en la localidad de Los Nogales, depto. Tafí Viejo, provincia de Tucumán, Argentina. Se seleccionaron 5 individuos al azar; de cada uno se tomaron 10 hojas completas y fragmentos de tallos correspondientes al primer o segundo entrenudo desde el ápice foliar orientación norte.

El material fue ingresado al herbario de la Fundación Miguel Lillo, ARGENTINA. Prov. de Tucumán, Dpto. Tafí Viejo, 26° 73,79' 10" S 65° 22,64' 70" O, 591 msnm, 01/XII/2017, Mercado M. I., Ruiz A. I. y Ponessa G. S/N (LIL).

Microscopía óptica

Las muestras fueron fijadas en FAA (ácido acético, formol, agua y alcohol 1:2:7:10). Para estudios histoquímicos parte de las muestras fueron conservadas frescas en heladera para su inmediata utilización.

Para el estudio de la epidermis y la venación foliar, se realizaron diafanizados del folíolo apical

y folíolos medios, según la técnica de Dizeo de Strittmater (1973). En la descripción de la venación foliar se utilizó la terminología de Hickey (1974, 1979) y Ellis *et al.* (2009). Para la clasificación de los estomas se usó la terminología propuesta por Dilcher (1974).

Los cortes histológicos de lámina del folíolo, raquis primario, secundario y terciario (en su sección media), pecíolo (sección proximal, media y distal), nectarios extraflorales y tallo, se obtuvieron montado muestras de aproximadamente 2 mm en soportes de cera odontológica, que posteriormente fueron seccionadas con micrótomos rotativos Minot (20-30 μm de espesor). Los cortes fueron decolorados en hipoclorito de sodio al 50%, posteriormente lavados y teñidos con violeta de cresilo, safranina o tinción doble sucesiva azul astra-safranina (Luque *et al.* 1996) y montados en agua-glicerina (1:1) (D'Ambrogio de Argüeso, 1986; Zarlavsky, 2014).

Para estudios histoquímicos, los cortes fueron sometidos a los siguientes reactivos: rojo de rutenio para pectinas, lugol (IK) y observación bajo luz polarizada para la detección de almidón y oxalatos, azul de toluidina para mucilagos, ácido periódico-reactivo de Schiff (PAS) para otros carbohidratos, sudán IV para lípidos, fucsina ácida y ácido pícrico para proteínas, cloruro férrico para fenoles, reactivo de Dragendorff para alcaloides, reactivo de Liberman-Bouchard para triterpenos y esteroides, vainillín HCl y vainillín sulfúrico para taninos y saponinas respectivamente y reactivo de Nadi (nafthol y α -dimetil-p-fenilenediamina) para aceites esenciales y terpenos (Merck, 1980; D'Ambrogio de Argüeso, 1986; Zarlavsky, 2014).

Se utilizó un microscopio óptico Carl Zeiss Lab. A1 Axiolab con cámara adosada AxioCam ERc 5s Zeiss. Las mediciones de los tejidos se realizaron utilizando el programa Axio Vision release 4.8.2 (Carl Zeiss, Oberkochen, Germany).

Para cada muestra foliar se analizaron 5 campos ópticos al azar y se calculó la densidad, longitud y latitud de estomas y tricomas ubicados en ambas epidermis (n=25).

Microscopía electrónica de barrido (MEB)

Se tomaron muestras de lámina y NEF presentes en la base del pecíolo, a nivel del raquis en la inserción de los peciólulos y en la base de los folíolos. Las mismas fueron fijadas en glutaraldehído fosfato 5% según Karnovsky (1965), se deshidrataron pasando por una serie de alcoholes y acetona, se secaron

mediante punto crítico con CO₂ y posteriormente se recubrieron con oro-paladio. Las observaciones fueron realizadas con MEB ZEISS SUPRA-55 VP (field emission scanning electron microscope - FESEM) en el Centro de investigaciones y servicios de microscopía electrónica (CISME, CONICET-UNT).

RESULTADOS

Morfología foliar

Moringa oleifera presenta hojas de hasta 60 cm de largo, alternas, compuestas, 2-3 (4) pinnadas, de raquis primario, secundario y terciario articulados, (2-) 5-9 (-11) pares de folíolos, de disposición opuesta, 0,9-1,75 (-2,5) cm de largo x 0,5-1,8 cm de ancho, verde oscuro en el haz, verde amarillento en el envés, pulvinuladas a nivel de peciolo y peciólulos (Fig. 1A-B). Folíolos ovados a obovados, margen entero, ápice obtuso, base asimétrica decurrente, lámina de textura membranácea.

Presenta campos glandulares en las hojas, los cuales son intensamente visitados por hormigas. Los mismos están constituidos por NEF estipitados de tonalidad verdosa, tricomas glandulares y eglandulares. La distribución de los mismos y sus características se detallan en la Tabla 1 y en la Fig. 1C-J.

Arquitectura foliolar

Venación de tipo: pinnada, camptódroma y broquidódroma. La vena primaria presenta recorrido derecho, algo curvada hacia el ápice, a partir de la porción media distal (Fig. 2A).

Las venas secundarias son broquidódromas festoneadas. El espacio entre ellas es irregular. Las secundarias de posición basal y media forman ángulo moderado (45° - 65°) y las superiores presentan ángulo casi recto a recto (80° - 100°). Algunas de ellas, dicotomizadas (Fig. 2A). Se observan venas secundarias decurrentes (Fig. 2B).

Las venas terciarias son de tipo: epimedial, intercostal y exterior. La exterior formando lóbulos (Fig. 2B). Venas cuaternarias de trayectoria al azar (Fig. 2A-B).

Areolación presente de desarrollo moderado. Areolas dispuestas al azar y de forma irregular. Vénulas libres o ramificadas (Fig. 2C). La venación última marginal es incompleta (Fig. 2C).

Anatomía e histoquímica de la lámina del foliolo

En vista superficial *M. oleifera* presenta ambas epidermis de células poligonales, con paredes anticlinales levemente curvadas (Fig. 3A-D). Las células epidérmicas adaxiales son de mayor tamaño que las epidérmicas abaxiales (Fig. 3C-D). La cutícula es delgada; con espesores de $1,90 \pm 0,38 \mu\text{m}$ y $1,20 \pm 0,17 \mu\text{m}$, adaxial y abaxial, respectivamente; se encuentra cubierta con ceras epicuticulares en forma de escamas (Fig. 3A-B).

Ambas epidermis son unistratas con espesores de $18,37 \pm 4,75 \mu\text{m}$ y $10,80 \pm 1,34 \mu\text{m}$ adaxial y abaxial, respectivamente. Presentan tricomas eglandulares, unicelulares, adpresos, de ápice agudo a redondeado, de $94,71 \pm 24,35 \mu\text{m}$ y $256,17 \pm 55,91 \mu\text{m}$ de long. para la epidermis adaxial y abaxial respectivamente (Fig. 3A, C-D), siendo más frecuentes en la adaxial. Las células epidérmicas, que rodean la base del tricoma, se disponen radialmente presentando aspecto actinocítico (Fig. 3A-C). La hoja es anfiestomática, con aparatos estomáticos de tipo actinocítico y anomocítico; siendo este último el más frecuente (Fig. 3B-D). Las células oclusivas presentan reborde cuticular a nivel del ostiolo y se encuentran hundidas con respecto a las epidérmicas que las rodean (Fig. 3A-B, D), miden $28,30 \pm 3,59 \mu\text{m}$ de long. por $18,51 \pm 2,45 \mu\text{m}$ de lat. y $28,26 \pm 2,57 \mu\text{m}$ de long. por $21,51 \pm 1,52 \mu\text{m}$ de lat. para la epidermis adaxial y abaxial, respectivamente. La densidad estomática es de $28 \pm 3/\text{mm}^2$ para la epidermis adaxial y de $117 \pm 14/\text{mm}^2$ para la epidermis abaxial.

En sección transversal el contorno de la lámina presenta márgenes rectos y vena media prominente hacia el hipófilo (Fig. 3E). La cutícula es delgada, con espesores de $1,90 \pm 0,38 \mu\text{m}$ y $1,20 \pm 0,17 \mu\text{m}$, adaxial y abaxial respectivamente. Ambas epidermis son unistratas con espesores de $18,37 \pm 4,75 \mu\text{m}$ y $10,80 \pm 1,34 \mu\text{m}$ adaxial y abaxial respectivamente. El mesofilo es dorsiventral constituido por 1-2 estratos de parénquima en empalizada, con un espesor promedio de $49,16 \pm 7,52 \mu\text{m}$ y tres-cuatro estratos de parénquima esponjoso laxo con células braquiformes, de $60,36 \pm 6,89 \mu\text{m}$ de espesor (Fig. 3F). En el parénquima esponjoso se observan idioblastos con drusas de oxalato de calcio (Fig. 3F). Entre ambos tejidos parenquimáticos se encuentra el parénquima paravenal. A nivel de la vena media, se observa un único haz vascular colateral; hacia la superficie adaxial presenta parénquima en empalizada continuo, en tanto hacia la cara abaxial, sub-epidérmicamente

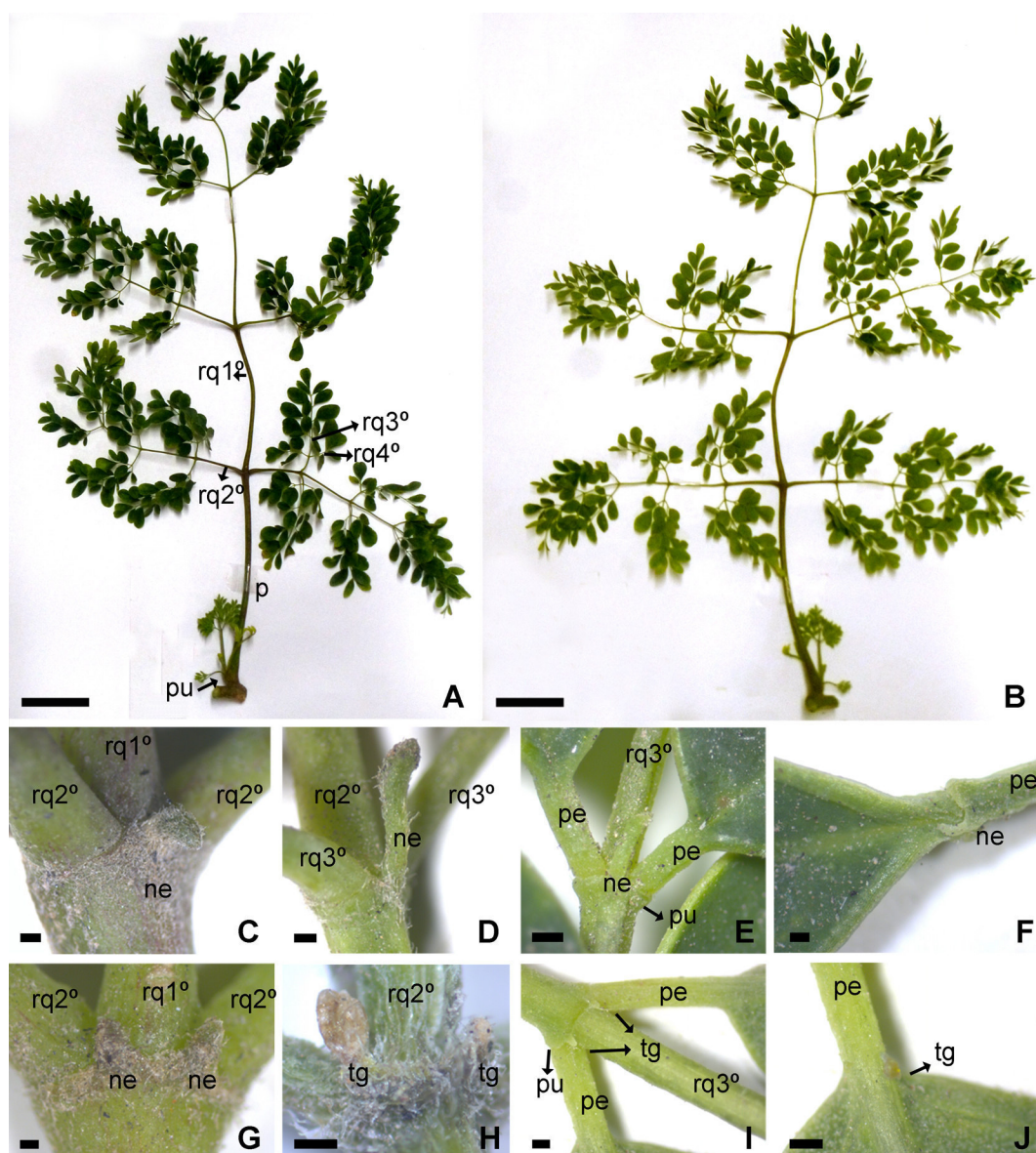


Fig. 1. *Moringa oleifera*. Hoja compuesta. **A:** Haz. **B:** Envés. **C, G:** Raquis primario en unión de pares de raquis secundarios, vista adaxial y abaxial respectivamente. **D, H:** Raquis secundario en unión de pares de raquis terciarios, vista adaxial y abaxial respectivamente. **E, I:** Raquis terciario en unión de pares de peciólulos, vista adaxial y abaxial respectivamente. **F, J:** Base de la lámina del foliólulo terminal en unión al peciólulo, vista adaxial y abaxial respectivamente. Abreviaturas= ne: nectario extrafloral; p: peciolo; pe: peciólulo; pu, pulvinulo; rq1°: raquis primario; rq2°: raquis secundario; rq3°: raquis terciario; rq4°: raquis cuaternario; tg: tricoma glandular. Escalas= A-B: 5 cm; C: 500 μ m; D-J: 200 μ m.

se observan tres-cinco estratos de colénquima angular-laminar (Fig. 3E). Los haces vasculares correspondientes a las venas de menor orden, son colaterales con vaina parenquimática (Fig. 3F).

En tejidos frescos sin tinción, a nivel del parénquima fundamental próximo a la vena media, se observaron células idioblásticas con contenido ligeramente ámbar (Fig. 4A). La cutícula y el mesofilo presentaron

Tabla 1. Distribución de campos glandulares en hojas de *Moringa oleifera*.

Lugar de la hoja	Detalles	Superficie	Composición		
			NEF	T. gland.	T. egland.
Raquis primarios	Unión de pares de raquis 2°	Adaxial	1	-	+
		Abaxial	2	-	+
Raquis secundarios	Unión de pares de raquis 3°	Adaxial	1	-	+
		Abaxial	-	+ de a pares	+
Raquis terciarios	Unión de pares de raquis cuaternarios	Adaxial	1	-	+
		Abaxial	-	+ de a pares (se desprenden fácilmente)	+
Foliolulos	Unión de peciólulo con raquis	Adaxial	1	-	+
		Abaxial	-	+ de a pares (se desprenden fácilmente)	+
	Base de la lámina foliar del foliólulo terminal, unión con peciólulo	Adaxial	1	-	+
		Abaxial	-	+ de a pares (se desprenden fácilmente)	+

Abreviaturas=: - : ausencia; + : presencia. T. gland: tricomas glandulares, T.egland: tricomas eglandulares.

contenido de sustancias lipídicas (Fig. 4B). El reactivo de Nadi específico para terpenos resultó en una débil coloración violeta de células parenquimáticas próximas a los idioblastos cristalíferos (Fig. 4C). Celulosa y pectinas de paredes celulares y laminillas medias se identificaron mediante su tinción con rojo de rutenio (Fig. 4D) y azul de toluidina (Fig. 4E). Esta última coloración también reveló la presencia de mucílagos en células idioblásticas de la epidermis adaxial y en idioblastos del parénquima fundamental próximo a la vena media (Fig. 4E), en los cuales se detectó también presencia de compuestos fenólicos (Fig. 4F), taninos y/o saponinas y/o triterpenos (rojo) (Fig. 4I). Se detectaron proteínas en el mesofilo tanto de empalizada como esponjoso (Fig. 4G, H). Del mismo modo se reveló la presencia de alcaloides en células del mesofilo (Fig. 4J). No se detectó presencia de almidón (Tabla 2).

Anatomía e histoquímica de campos glandulares

Los campos glandulares están constituidos por 1 o 2 NEF estipitados (Fig. 5A-C); acompañados a ambos lados por tricomas glandulares (Fig. 5D-F).

Los NEF presentan un pie o estípite cilíndrico y cabezuela sub-elipsoidal (Fig. 5A-B). En vista superficial, la epidermis, tanto del estípite como de la cabezuela, posee estomas y tricomas eglandulares idénticos a los descriptos para la lámina foliolar. En

la región apical-central de la cabezuela del NEF, se observa una invaginación longitudinal adaxial que corresponde al área de secreción (Fig. 5C).

En transcorte, tanto el estípite como la cabezuela de los NEF son de contorno circular a subcircular, presentan cutícula, epidermis unistrata con células convexas y estomas. En posición subepidérmica, posee uno a dos estratos de células con paredes engrosadas de aspecto colenquimático, con idioblastos de contenido ámbar en material fresco sin tinción y coloreados de rojo intenso con safranina (Fig. 5G-I). En la base del nectario, a nivel del pedúnculo, sobre el lado adaxial, inmediatamente por debajo del estrato de células de paredes engrosadas se presentan dos a cuatro estratos de células clorenquimáticas semejantes a un mesofilo en empalizada de células cortas (Fig. 5G). A nivel de la cabezuela se observa una invaginación donde la epidermis está formada por células secretoras columnares, con citoplasma denso, finamente granuloso y núcleo conspicuo, característicamente secretoras. Por debajo de las células columnares se presentan seis estratos de parénquima glandular secretor, formado por células isodiamétricas, con paredes engrosadas, que se disponen sin dejar espacios intercelulares (Fig. 5I).

El sistema vascular está constituido por trazas que se desprenden de los extremos del haz del peciolo

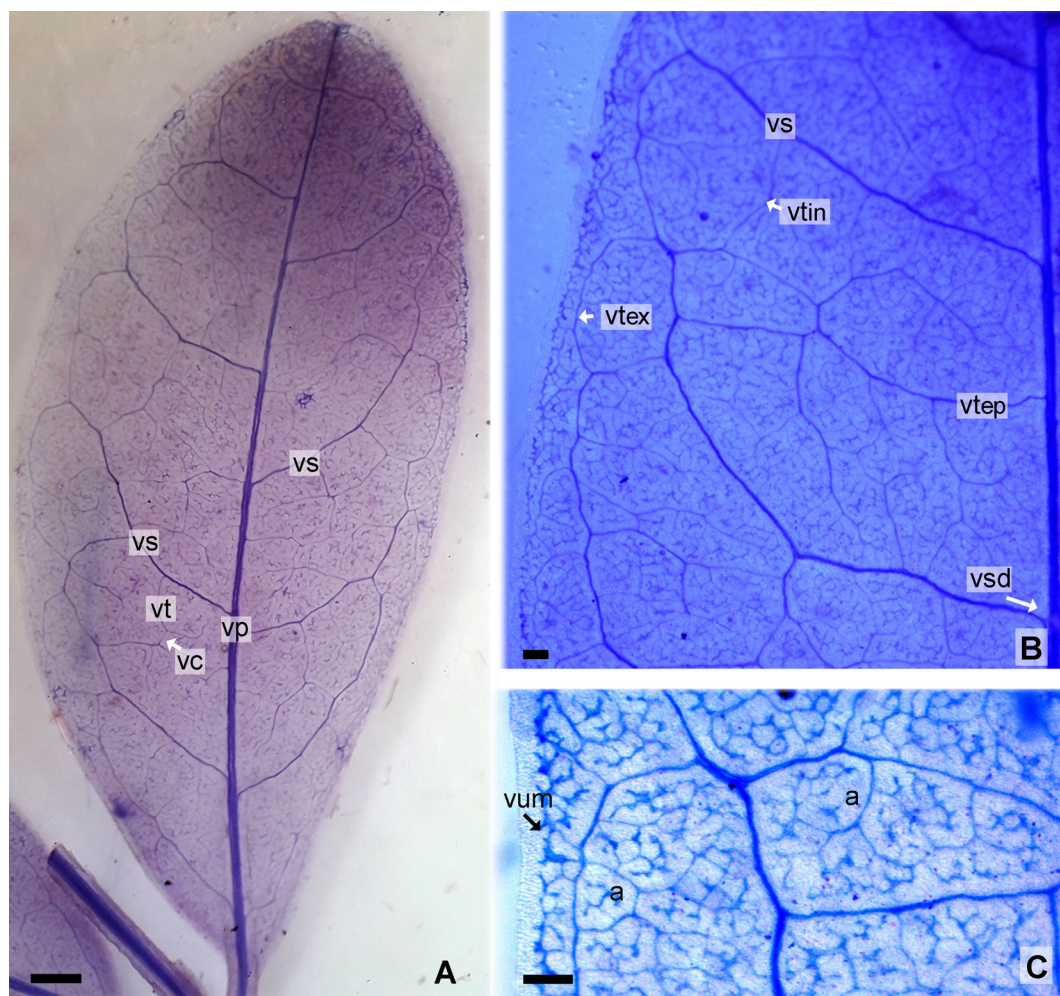


Fig. 2. *Moringa oleifera*. Arquitectura foliolar en láminas diafanizadas. **A:** Aspecto general de la lámina. **B-C:** Detalle de la venación. Abreviaturas= a: aréola; vc: vena cuaternarias; vp: vena primaria; vs: vena secundaria; vsd: vena secundaria decurrente; vt: vena terciaria; vte: vena terciaria epimedial; vtex: vena terciaria exterior; vtin: vena terciaria intercostal; vum: venación última marginal. Escalas= A: 1 mm; B-C: 200 μ m.

foliar e inervan al pie o estípite del NEF formando dos haces colaterales enfrentados (Fig. 5G) que se ramifican hasta desaparecer uno de los mismos en la región media del pie del NEF (Fig. 5H). Al entrar a la cabezuela, el haz vascular del estípite del NEF, se ramifica hacia el parénquima, llegando las células terminales del floema hasta un par de estratos por debajo de la epidermis secretora. Los elementos terminales del xilema son traqueoides, células isodiamétricas, que se presentan agrupadas o aisladas, con paredes escalariformes o reticuladas (Fig. 5I).

A lo largo de todo el nectario subepidérmicamente y menos frecuentemente a nivel del parénquima fundamental, se presentan idioblastos cristalíferos con drusas de oxalato de calcio e idioblastos de contenido ámbar (en material fresco sin tinción). En cuanto a la histoquímica, el contenido ámbar resultó positivo a la coloración específica para compuestos fenólicos (Fig. 5J), polisacáridos diferentes al almidón (Fig. 5K-L) y proteínas (Fig. 5M).

Los tricomas glandulares presentan cabeza y pie pluricelulares de hasta 600 μ m de long. y 300 μ m de diámetro a nivel de la cabezuela (Fig. 5N). Exhibieron

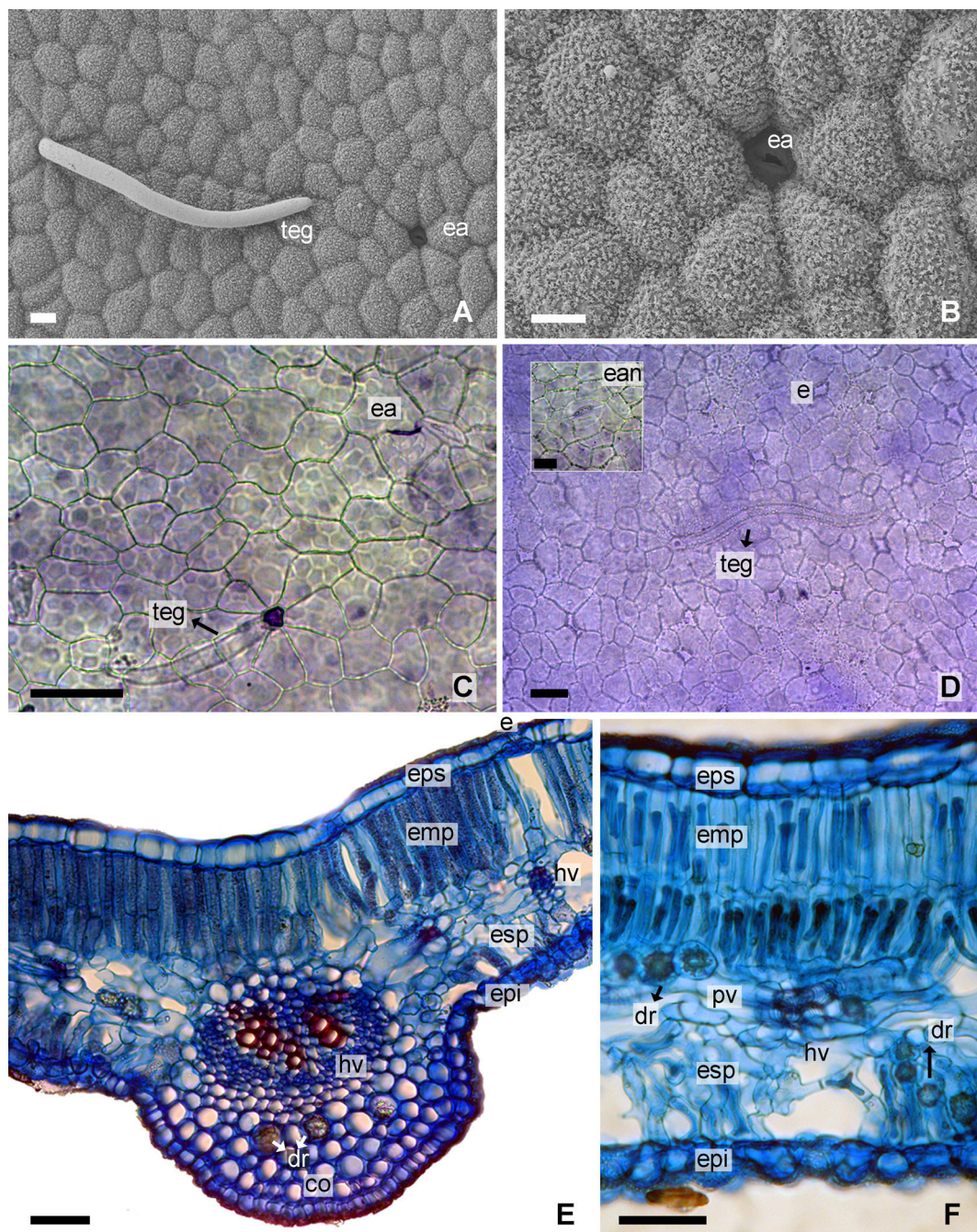


Fig. 3. *Moringa oleifera*. Anatomía foliar. **A-B:** Vista superficial (MEB). Ceras epicuticulares en pequeñas escamas. **A:** Epidermis adaxial con tricoma eglandular y estoma anomocítico. **B:** Estoma anomocítico. **C-F:** MO. **C:** Vista superficial de epidermis adaxial con tricoma eglandular y estoma actinocítico. **D:** Epidermis abaxial, en recuadro detalle de estoma anomocítico, escala 20 μ m. **E:** Transcorte de folíolo a nivel de la vena media. **F:** Transcorte de lámina. Abreviaturas= co: colénquima angular-laminar; dr: drusa; e: estoma; ea: estoma actinocítico; ean: estoma anomocítico; emp: mesofilo en empalizada; epi: epidermis abaxial; eps: epidermis adaxial; esp: mesofilo esponjoso; hv: haz vascular; pv: parénquima paravenal; teg: tricoma eglandular. Escalas= A-B: 10 μ m; C-F: 50 μ m.

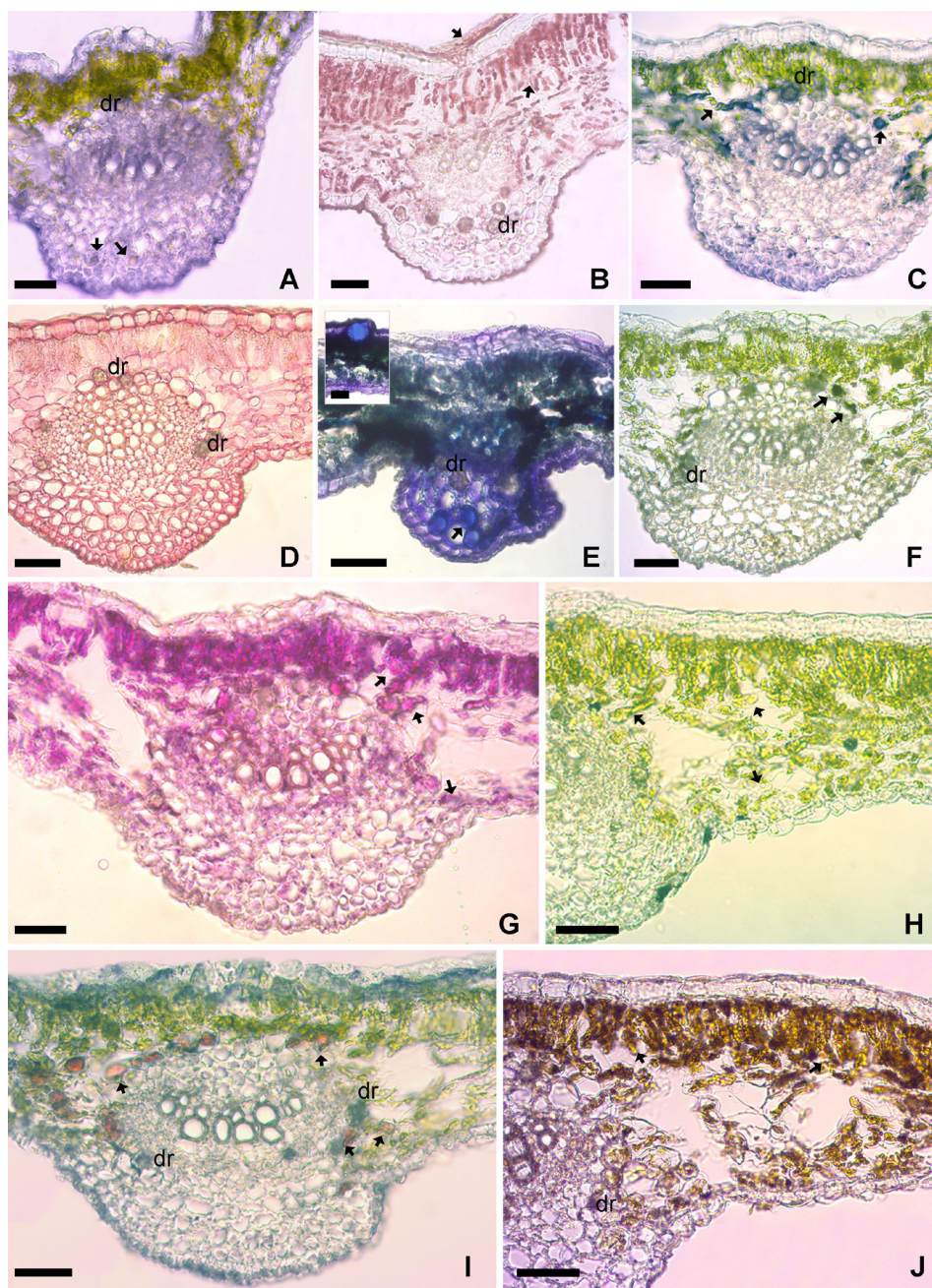


Fig. 4. *Moringa oleifera*. Histoquímica en transcorde foliolar a nivel de la vena media. **A:** Material fresco sin tinción donde se observa idioblasto de contenido ámbar (flecha). **B-J:** Reacciones positivas. **B:** Sudan IV: lípidos (rojo, flecha) a nivel de cutículas y mesofilo (empalizada y esponjoso). **C:** Reactivo de Nadi: terpenos (azul violáceo, flecha). **D:** Rojo de rutene: celulosa y pectinas de paredes celulares. **E:** Azul de toluidina: mucílagos en células idioblásticas (flecha). Detalle de transcorde en lámina, escala 20 μm . **F:** Cloruro férrico: compuestos fenólicos (pardo verdoso, flecha). **G-H.** Fucsina ácida y ácido pícrico: proteínas en mesofilo (parénquima en empalizada y esponjoso; flechas). **I.** Vainillin clorhídrico/sulfúrico y reactivo de Liberman-Bouchard: taninos, saponinas y/o triterpenos respectivamente (coloración rojiza, flecha). **J.** Reactivo de Dragendorff: alcaloides (color ladrillo, flecha). Abreviaturas= dr: drusa. Escalas= A-J: 50 μm .

Tabla 2. Test histoquímicos ensayados en *Moringa oleifera*.

Reactivo	Compuesto	Foliolo	Raquis	Peciolo	Tallo	Nectario	Tric. glandular	Conducto secretor
Rojo de rutenio	Pectinas	+	-	+	+	-	+	+
Azul de toluidina	Mucílagos	++	+	+	+	+	+	+
PAS	Carbohidratos	-	-	-	-	-	+	-
Lugol (IK)	Almidón	-	+	+	+	+	-	-
Luz polarizada	Almidón y oxalatos	+	+	+	+	+	-	-
Sudan IV	Lípidos	++	-	-	-	-	-	+
Fucsina ácida	Proteínas	++	+	+	+	+	-	++
Ácido pícrico	Proteínas	++	+	+	+	+	-	+
Cloruro férrico	Fenoles	+	+	+	++	+	-	-
Vainillin HCl	Taninos	+	-	-	+	-	-	-
Vainillin Sulfúrico	Saponinas	++	-	-	+	-	-	-
Reactivo de Nadi	Aceites esenciales y terpenos	+	-	-	-	-	-	-
Lieberman-Bouchard	Triterpenos (rojizo)	+	-	-	-	-	-	-
	Esteroides (azul verdoso)	-	-	-	-	-	-	-
Dragendorff	Alcaloides	+	-	-	+	-	-	+

Abreviaturas=: -; negativo; +; ligeramente positivo; ++: positivo.

coloración positiva para compuestos fenólicos, carbohidratos y proteínas principalmente en el estípite (Fig. 5O-R); y carbohidratos y polisacáridos diferentes al almidón en glóbulos ubicados en las células de la cabeza (Fig. 5P-Q).

Anatomía e histoquímica de peciólulo, raquis y peciolo

En vista superficial el peciólulo, raquis y peciolo presentan epidermis constituidas por células poliédricas rectangulares de paredes rectas, con su eje mayor paralelo al eje longitudinal del órgano, estomas anomocíticos (Fig. 6A); cutícula lisa y tricomas eglandulares idénticos a los descriptos para la lámina foliolar.

En sección transversal, peciólulo y peciolo presentan contorno circular (Fig. 6B, J), en tanto en los raquis (1°, 2°, 3° y 4°) es circular a sub-circular con una ligera prominencia adaxial (Fig. 6G-I). En el transcorte de estas secciones de la hoja, se observa epidermis unistrata de células cuadrangulares. Sub epidérmicamente el peciólulo presenta un estrato de colénquima laminar hacia la cara adaxial y uno a

cuatro estratos hacia la cara abaxial, en tanto raquis y peciolo presentan uno a tres estratos continuos de colénquima angular a laminar. En dichos estratos, se observan idioblastos con contenido ámbar en material fresco sin tinción, los mismos se colorean de rojo intenso con safranina (Fig. 6B, G-J) y presentaron reacción positiva para sustancias de naturaleza fenólicas (Fig. 6C), polisacáridos diferentes al almidón (Fig. 6D) y proteínas (Fig. 6E).

Hacia la cara adaxial del peciólulo y raquis inmediatamente por debajo del colénquima, se presentan dos a cuatro estratos de células clorenquimáticas semejantes a un mesofilo en empalizada de células cortas (Fig. 6G-I). En el peciolo el parénquima cortical presenta diez a quince estratos celulares, en los que se observan idioblastos cristalíferos con drusas y cristales poliédricos de oxalato de Ca (Fig. 6 L-M).

En el peciólulo el sistema vascular se encuentra conformado por un haz colateral de disposición central, a veces acompañado por uno o dos haces menores invertidos; se observa parénquima amilífero hacia el polo xilemático (Fig. 6B, F).

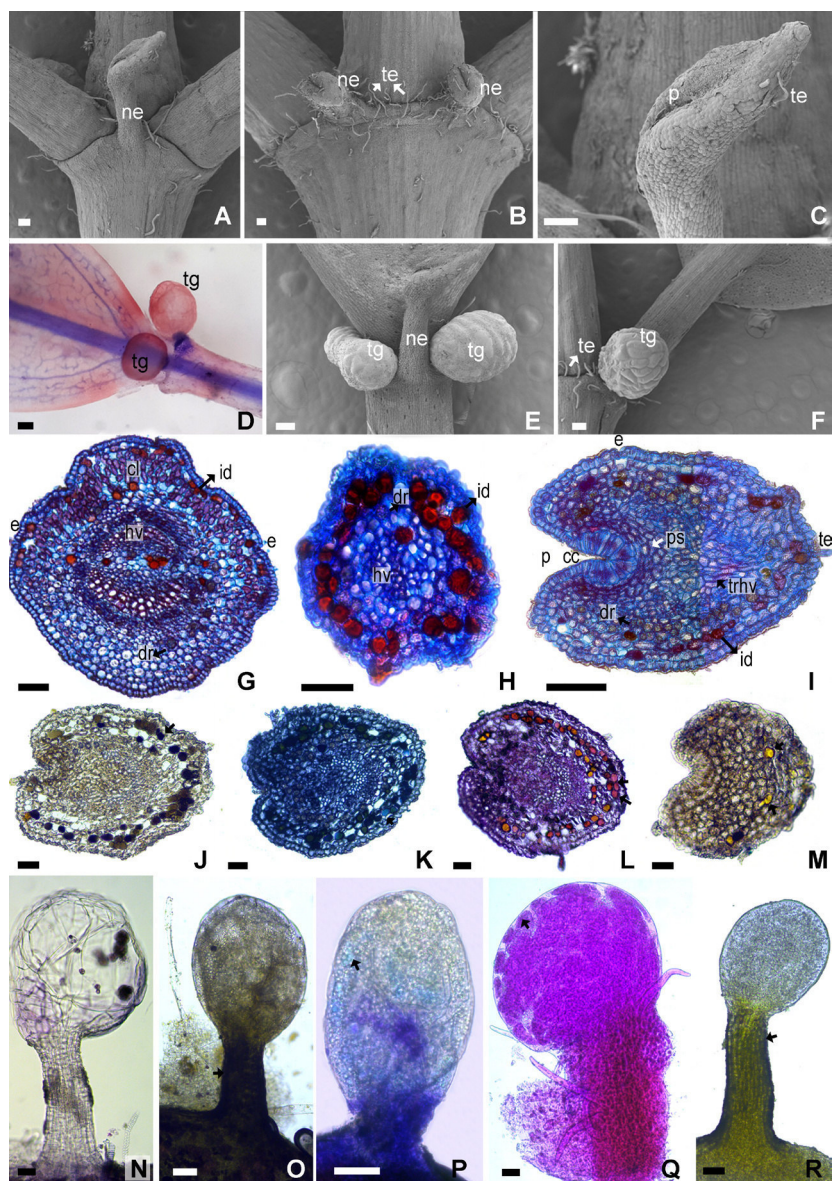


Fig. 5. *Moringa oleifera*. Campos glandulares. **A-C, E- F:** MEB. **D, G-R:** MO. **A:** Nectario extrafloral (NEF) en superficie adaxial en la unión de raquis 1° y 2°. **B:** NEF en superficie abaxial en la unión de raquis 1° y 2°. **C:** Detalle de cabezuela del NEF mostrando posición de surco. **D:** Tricomas glandulares en la base de la lámina foliolar. **E:** NEF acompañado de tricomas glandulares en la base de la lámina foliolar. **F:** Tricomas glandulares y eglandulares en la unión del peciólulo y el raquis 3°. **G-I:** Transcorte de NEF. **G:** A nivel de la base del pie o estípite. **H:** A nivel medio del pie o estípite. **I:** A nivel de la cabezuela. **J-M:** Histoquímica de NEF en transcorte a nivel de la cabezuela. **N-R:** Histoquímica de tricomas glandulares **N:** Tricoma glandular, aspecto de material diafanizado sin tinción. **J, O:** FeCl₃: compuestos fenólicos (flecha) en NEF y pie del tricoma glandular. **K, L y P, Q:** Azul de toluidina y PAS: carbohidratos y otros polisacáridos diferentes al almidón, en idioblastos en NEF y glóbulos presentes en células de la cabezuela y pie de tricoma glandular (flecha). **M, R:** Ácido pícrico: proteínas (flecha) en idioblastos de NEF y en células del pie de los tricomas glandulares respectivamente. Abreviaturas= cc: células columnares; cl: clorénquima; dr: drusa; e: estoma; hv: haz vascular; id: idioblasto; ne: nectario; p: epidermis secretora; ps: parénquima secretor; te: tricoma glandular; tg: tricoma glandular; trhv: traza de haz vascular. Escalas= A-I: 100 µm; J-R: 50 µm.

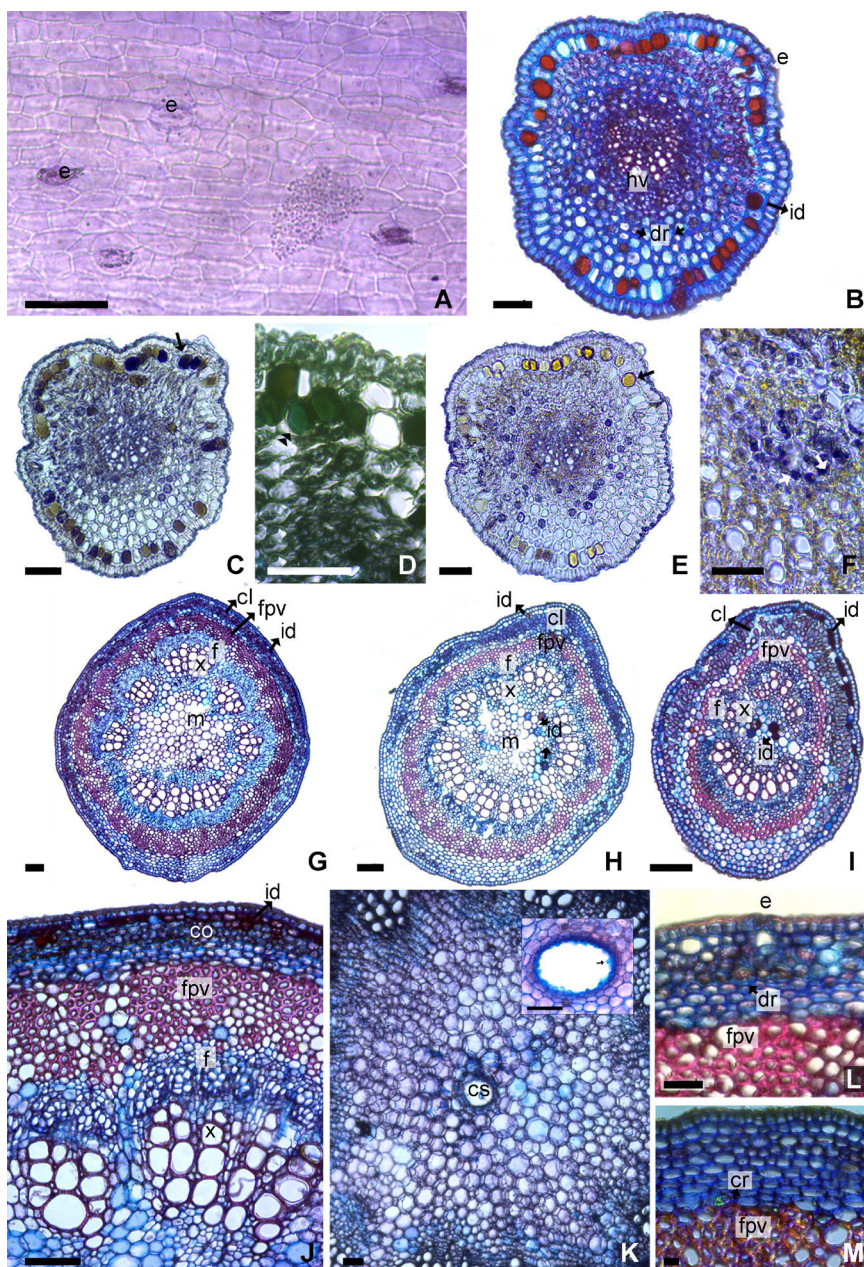


Fig. 6. *Moringa oleifera*. Anatomía e histoquímica de peciólulo, raquis primario, secundario, terciario y peciolo. **A:** Vista superficial de epidermis del peciólulo. **B:** Transcorte de peciólulo. **C-F:** Histoquímica de peciólulo. **C:** Cloruro férrico: idioblastos con compuestos fenólicos (flecha). **D:** Azul de toluidina: polisacáridos diferentes al almidón (doble cabeza de flecha) en idioblastos. **E:** Ácido pícrico: proteínas en idioblasto (flecha). **F:** Lugol: almidón en parénquima amilífero (flecha). **G-I:** Transcorte de raquis 1°, 2° y 3° respectivamente. **J:** Transcorte de peciolo. **K:** Médula del peciolo con conducto secretor. Detalle de conducto secretor con célula papilosa (flecha), escala 50 µm. **L-M:** Córtex del peciolo con cristales romboidales solitarios y drusas de oxalato de Ca observados bajo luz blanca y polarizada respectivamente. Abreviaturas= cl: clerenquima; co: colénquima; cr: cristales romboidales solitarios; cs: conducto secretor; dr: drusa; e: estoma; f: floema; fp: fibras perivasculares; hv: haz vascular; id: idioblasto; m: médula; x: xilema. Escalas= A-E: 50 µm; F: 20 µm; G-K: 100 µm; L-M: 20 µm.

Raquis (1°, 2°, 3°) y pecíolo, presentan haces de disposición radial circundados por un anillo perivascular de tejido esclerenquimático de cinco a siete estratos, y médula parenquimática con idioblastos idénticos a los descritos para el estrato subepidérmico (Fig. 6G-J). En el pecíolo, la médula parenquimática puede llevar en posición central uno o dos conductos con epitelio secretor uni a bistrato, cuyo estrato interno presenta células papilosas (Fig. 6K).

A nivel del pulvínulo, el anillo de esclerenquima desaparece y el parénquima cortical tiene 20 a 25 estratos celulares.

Anatomía e histoquímica caulinar

En vista superficial los tallos jóvenes presentan epidermis constituida por células poliédricas cuadrangulares de paredes anticlinales rectas, estomas anomocíticos (Fig. 7A) y tricomas

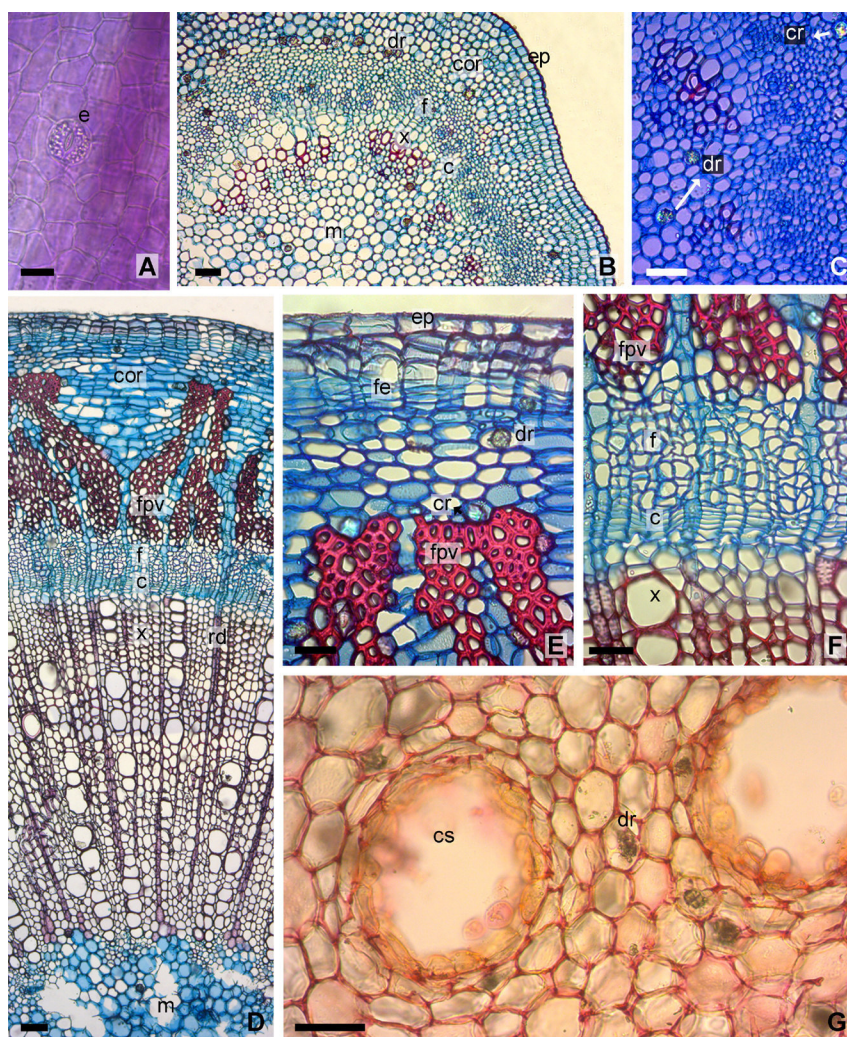


Fig. 7. *Moringa oleifera*. Anatomía caulinar. **A:** Vista superficial de epidermis de tallo con crecimiento primario. **B:** Transcorte de tallo en crecimiento primario con inicio de crecimiento secundario. **C:** Cristales en forma de drusas de oxalato de Ca, observados con luz polarizada. **D:** Transcorte de tallo, crecimiento secundario. **E:** Detalle de epidermis y diferenciación de felógeno. **F:** Detalle del sistema vascular donde se observa cambium continuo. **G:** Médula parenquimática con idioblastos con drusas y conductos secretores. Abreviaturas= c: cambium; cor: córtex; cr: cristales; cs: conducto secretor; dr: drusa; e: estoma; ep: epidermis; f: floema; fe: felógeno; fpv: fibras perivasculares; m: médula; rd: radio; x: xilema. Escalas= A: 20 μ m; B-C, E-G: 50 μ m; D: 100 μ m.

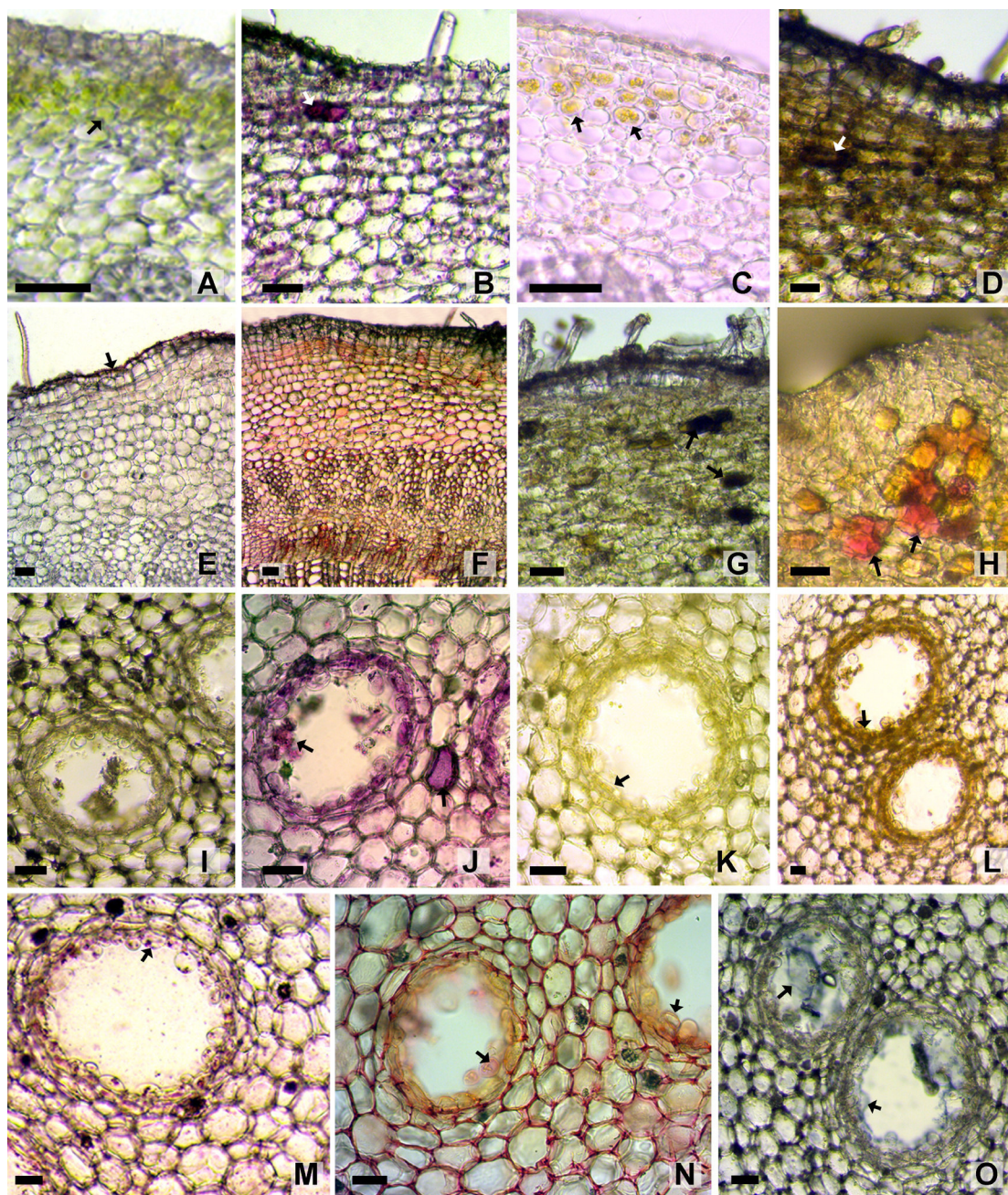


Fig. 8. *Moringa oleifera*. Histoquímica caulinar. **A-H:** Idioblastos y estratos corticales del tallo. **I-O:** Conductos secretores medulares. **A, I:** Material fresco sin tinción. Observar estratos de clorénquima (flecha) subepidérmico. **B, J:** Fucsina ácida: proteínas en idioblastos corticales (flecha blanca) y epitelio de conductos secretores (flecha negra). **C, K:** Ácido pícrico: proteínas (flechas). **D, L:** Reactivo de Drangendorff: alcaloides (flechas). **E, M:** Sudan IV: lípidos (flechas) en cutículas y como pequeñas gotas en las células del epitelio secretor. **F, N:** Rojo de rutenio: celulosa, pectinas y otros azúcares (flechas) en paredes celulares, laminilla media y tenuemente en epitelio secretor. **G:** FeCl_3 : compuestos fenólicos (flecha) en idioblastos corticales. **H:** Vainillin HCl: taninos (flechas) en idioblastos corticales. **O:** Azul de toluidina: mucílagos y otros azúcares diferentes al almidón (flechas) en conductos secretores de la médula. Escalas= A-O: 50 μm .

eglandulares idénticos a los descriptos para la lámina foliolar.

En corte transversal, los tallos de 2 mm diámetro presentan contorno sub-circular, crecimiento primario, epidermis unistrata de células poliédricas cuadrangulares, parénquima cortical de seis a nueve estratos siendo los dos primeros clorenquimáticos. El sistema vascular está conformado por una eustela en transición a sifonostela ectofloica con cambium interfascicular en desarrollo. La médula parenquimática es amplia, puede presentar uno o dos conductos secretores en posición central, idénticos a los observados en el pecíolo. Tanto en el córtex como en la médula se observan drusas, cristales solitarios de oxalato de Ca (Fig. 7B-C) y ocasionalmente idioblastos con contenido de color ámbar (en material fresco sin tinción).

Tallos de 5 mm de diámetro o más, en transcorte presentan crecimiento secundario incipiente. La epidermis unistrata persiste en porciones aisladas con cutícula gruesa (Fig. 7D). La peridermis en formación se origina a partir de uno a tres estratos de felógeno, desdiferenciado del parénquima subepidérmico (Fig. 7E). El córtex presenta 10-12 estratos de parénquima; en los dos estratos subperidérmicos se observan, ocasionalmente, idioblastos con contenido color ámbar y drusas. El sistema vascular, presenta estructura secundaria típica con xilema y floema en anillos concéntricos (Fig. 7D), se encuentra delimitado por un anillo de fibras perivasculares las que posteriormente formaran cuñas que alternan con el parénquima cortical (Fig. 7D-F). El floema secundario presenta radios uni a biseriados (Fig. 7F) que en ocasiones pueden contener drusas o cristales romboidales solitarios de oxalato de Ca. En el xilema los vasos se encuentran organizados en hileras con radios parenquimáticos uni a biseriados. La médula parenquimática es amplia con abundante almidón e idioblastos con drusas, puede presentar uno o dos conductos secretores originados de la estructura primaria (Fig. 7G).

En la Fig. 8 se pueden observar cortes del tallo sin tinción (Fig 8 A, I) y con diversas pruebas histoquímicas. Tanto los idioblastos de contenido ámbar, como los primeros estratos clorenquimáticos del córtex parenquimático, así como las células papilosas del epitelio de los conductos secretores presentaron resultados positivos para la presencia de proteínas (Fig. 8B-C, J-K) y alcaloides (Fig.

8D, L). La cutícula y pequeñas gotas del epitelio secretor de los canales localizados en la médula, presentaron coloración positiva para lípidos (Fig. 8E, M). Pectinas y otros azúcares fueron identificados mediante la coloración con rojo de rutenio en paredes celulares y tenuemente en las células papilosas del epitelio secretor (Fig. 8F, N). Los idioblastos del parénquima cortical exhibieron coloración positiva para compuestos fenólicos (Fig. 8G), taninos (Fig. 8H) y saponinas. El contenido del conducto secretor presentó una tenue coloración positiva para la presencia de mucilagos (Fig. 8O) (Tabla 2).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La descripción de la arquitectura, anatomía e histoquímica foliar y caulinar de *M. oleifera*, realizada en la presente contribución, profundiza los conocimientos hasta hoy parcializados para la especie.

Se describe por primera vez para el género la presencia de campos glandulares conformados por NEF, tricomas glandulares y eglandulares; y para *M. oleifera* la arquitectura foliolar, anatomía del pecíolo y NEF, e histoquímica de sus órganos vegetativos aéreos.

Se cita la presencia de tricomas eglandulares en ambas epidermis, en contraposición a lo observado por Kaiser (1973) quien describe hojas escasamente tomentosas en el haz y glabras en el envés.

Metcalf & Chalk (1950) para la familia Moringaceae, describiendo a *M. aptera* Gaertn.; *M. concannensis* Nimmo y *M. pterygosperma* Gaertn., citan presencia de células de mirosina, estomas anomocíticos, mesofilo dorsiventral con empalizada ininterrumpida a nivel los haces vasculares, tricomas eglandulares unicelulares de extremo romo, cristales de oxalato de calcio y conductos secretores en tallo. Estos mismos caracteres, fueron observados en el presente aporte para *M. oleifera*. Con los test histoquímicos aquí realizados no se pudo confirmar la presencia de células de mirosina.

Abubakar *et al.* (2011) y Salama (2014) citan para *M. oleifera* la presencia de aparatos estomáticos anomocíticos, a nivel de las células epidérmicas; en el presente trabajo se describen aparatos estomáticos anomocíticos y actinocíticos, hundidos con respecto a las células epidérmicas típicas.

Verdcourt (1985) y Abubakar *et al.* (2011) describen para *M. oleifera*, que las paredes anticlinales de las células epidérmicas pueden variar de rectas hasta profundamente sinuosas (estas últimas generalmente en la epidermis abaxial), del mismo modo describen variaciones en el tamaño y espesor de los folíolos y de las células oclusivas de los estomas. Abubakar *et al.* (2011) atribuyen estas diferencias a la plasticidad fenotípica de la especie según las condiciones ambientales del sitio de cultivo, puesto de manifiesto en la experiencia realizada por Muhl *et al.* (2011) en donde describen modificaciones en caracteres morfo-anatómicos foliares debidas al cultivo bajo diferentes regímenes de temperatura. En el presente trabajo todos los ejemplares estudiados de *M. oleifera* presentaron caracteres meso-xeromórficos, epidermis con células de paredes anticlinales levemente curvas, mesofilo dorsiventral, hojas anfiestomáticas con ausencia de tejido esclerenquimático y células oclusivas hundidas con respecto a las epidérmicas típicas.

Caracteres como mesofilo dorsiventral con parénquima en empalizada bistrato, haces colaterales y características caulinares observadas en el presente estudio, fueron coincidentes con los descriptos por Torres Castillo *et al.* (2013), Salama (2014) y Olson (2001a) para ejemplares de *M. oleifera* cultivados en México, Egipto y Estados Unidos.

Subrahmanyam & Shah (1988) y Sholapur & Patil (2013), describen para especímenes de India, la presencia de resinas o gomas ricas en compuestos fenólicos, formados a nivel de floema en tallos de *M. oleifera*. En el presente trabajo, se detectaron compuestos fenólicos en idioblastos del parénquima cortical caulinar.

En coincidencia con May Ling (2004), se observa presencia de NEF en el raquis y se completa la descripción indicando su ubicación en diferentes posiciones de la hoja (intersección de raquis 1° y 2°, intersección de raquis 2° y 3°, intersección de raquis 3° y 4° e intersección de peciólulos y raquis) y su asociación con tricomas glandulares y eglandulares para componer campos glandulares, mencionados por primera vez para el género.

Los NEF estudiados corresponden a la categoría de elevados (Zimmermann, 1932) y vascularizados (Elías, 1983). El citoplasma, denso y granuloso observado en las células del área de secreción, estaría vinculado con una alta actividad metabólica (producción de néctar).

Al describir la anatomía de los NEF de *M. oleifera*, se observa la presencia de engrosamientos en las paredes del parénquima glandular, ubicado por debajo de la epidermis secretora. Evert (2006); Pacini & Nepi (2007) denominaron a estas células con engrosamientos como «barrier cells», las cuales, constituirían una barrera al transporte apoplástico, favoreciendo el flujo simplástico de la secreción. Fahn & Shimony (2001), llamaron nectarostomas a aquellos estomas ubicados en la epidermis de los nectarios e involucrados en la exudación de néctar. Dado que no se observó una relación directa entre estomas y el área de secreción de los NEF de *M. oleifera*, se presume que los mismos no actuarían como nectarostomas, estudios posteriores relacionados a la secreción del néctar, podrían confirmarlo.

Mediante técnicas histoquímicas se detectó en hojas de *M. oleifera*, la presencia de proteínas, compuestos fenólicos, taninos y triterpenos previamente identificados por Anwar *et al.* (2007), Kasolo *et al.* (2010), Olson & Fahey (2011), Nweze & Nwafor (2014), Tumer *et al.* (2015) y Vergara-Jimenez *et al.* (2017). Saponinas y alcaloides citadas por Kasolo *et al.* (2010), Nweze & Nwafor (2014) y Vergara-Jimenez *et al.* (2017); fueron débilmente detectados en el presente trabajo. Se sugiere la realización de nuevos ensayos para corroborar su abundancia.

Los caracteres de valor diagnóstico para *M. oleifera* son: campos glandulares formados por tricomas y NEF; conductos secretores en la médula de tallo y peciolo, idioblastos secretores ricos en azúcares, proteínas, compuestos fenólicos y triterpenos e idioblastos cristalíferos.

Cabe destacar que si bien *M. oleifera* fue incluida en el Código Alimentario Argentino como hierba para infusión (Artículo 1.192, Código Alimentario Argentino, 2018), aún es necesario demostrar los efectos de su consumo sobre la salud humana (Leone *et al.*, 2016). Hasta la fecha todos los ensayos referidos a sus metabolitos activos fueron realizados en modelos animales o in vitro, a partir de plantas cultivadas en otros países, bajo diferentes condiciones ambientales, razón por la cual podrían exhibir diferencias cuantitativas o cualitativas en sus metabolitos bioactivos. Es importante también destacar que no existen ensayos clínicos rigurosos que prueben su eficacia para tratar la desnutrición (Thurber & Fahey, 2009).

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

Ingenieros Guillermo Juárez y Oscar Dantur por su desinteresada colaboración y facilitar la obtención del material de estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- ABUBAKAR, B., S. MUA'ZU, A. KHAN & A. ADAMU. 2011. Morpho-anatomical variation in some accessions of *Moringa oleifera* Lam. from Northern Nigeria. *Afr. J. Plant Sci.* 5: 742-748.
- AEKTHAMMARAT, D., P. PANNANGPETCH & P. TANGSUCHARIT. 2019. *Moringa oleifera* leaf extract lowers high blood pressure by alleviating vascular dysfunction and decreasing oxidative stress in L-NAME hypertensive rats. *Phytomedicine* 54: 9-16. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2018.10.023>
- ANWAR, F., S. LATIR, M. ASHRAF & A. GILAN. 2007. *Moringa oleifera* a food plant with multiple medicinal uses. *Phytother Res.* 21: 17-25. <https://doi.org/10.1002/ptr.2023>
- ASOCIACIÓN PLANTADORES DE MORINGA OLEIFERA. 2017. Disponible en: <<https://es-la.facebook.com/Asociacion-Plantadores-De-Moringa-Oleifera-En-Argentina-1549984148565957/>>. [Consulta: Marzo de 2019].
- BONAL RUIZ, R., R. RIVERA ODIO & E. BOLÍVAR CARRIÓN. 2012. *Moringa oleifera*: una opción saludable para el bienestar. *Medisan* 16: 1586-1599.
- CÁCERES, A., O. CABRERA, O. MORALES, P. MOLLINADO & P. MENDIA. 1991. Pharmacological properties of *Moringa oleifera*. 1: Preliminary screening for antimicrobial activity. *J Ethnopharmacol.* 33: 213-216. [https://doi.org/10.1016/0378-8741\(91\)90078-R](https://doi.org/10.1016/0378-8741(91)90078-R)
- CÁCERES, A., A. SARAVIA, L. ZABALA & E. LEON. 1992. Pharmacologic properties of *Moringa oleifera*. 2: screening for antispasmodic, anti-inflammatory and diuretic activity. *J Ethnopharmacol.* 36: 233-237. [https://doi.org/10.1016/0378-8741\(92\)90049-W](https://doi.org/10.1016/0378-8741(92)90049-W)
- CÓDIGO ALIMENTARIO ARGENTINO. 2018. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/anmat/codigoalimentario>. [Consulta: Marzo de 2019].
- D'AMBROGIO DE ARGÜESO, A. 1986. *Manual de Técnicas en Histología Vegetal*. Hemisferio Sur S. A., Buenos Aires.
- DILCHER, D. 1974. Approaches to the identification of angiosperm leaves. *Bot Rev.* 40: 1-157. <https://doi.org/10.1007/BF02860067>
- DIZEO DE STRITTMATER, C. 1973. Nueva técnica de diafanización. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 15: 126-129.
- ELÍAS, T. S. 1983. Extrafloral nectaries: Their structure and distribution. In BENTLEY, B. & T. ELÍAS (eds.) *Biology of Nectaries*, pp. 174-203, Columbia University Press, New York.
- ELLIS, B., D. DALY, L. HICKEY, K. JOHNSON, J. MITCHELL, P. WILF & S. WING. 2009. *Manual of Leaf architecture*. The New York Botanical Garden Press. New York.
- EVERT, R. F. 2006. *Esau's Plant Anatomy: meristems, cells, and tissues of the plant body: their structure, function, and development*. John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey. <https://doi.org/10.1002/0470047380>
- FAHN, A. & C. SHIMONY. 2001. Nectary structure and ultrastructure of unisexual flower of *Echallium elaterium* (L.) Rich. (Cucurbitaceae) and their presumptive pollinators. *Ann Bot.* 87: 27-33. <https://doi.org/10.1006/anbo.2000.1287>
- FAHEY, J. W. 2005. *Moringa oleifera*: a review of the medical evidence for its nutritional, therapeutic, and prophylactic properties. Part 1. Trees for Life Journal 1:5. Disponible en: <http://www.TFLJournal.org/article.php/20051201124931586> (Consulta: 14.X.2017).
- FUGLIE, L. J. 2001. *The miracle tree: The multiple attributes of Moringa*. Technical Center for Agricultural and Rural Cooperation, New York.
- GONZALEZ-TRUJANO, M. E., C. L. MARTINEZ-GONZALEZ, M. FLORES-CARRILLO, S.I. LUNANOPHAL, G. CONTRERAS-MURILLO & V. M MAGDALENO-MADRIGAL. 2018. Behavioral and electroencephalographic evaluation of the anticonvulsive activity of *Moringa oleifera* leaf non polar extracts and one metabolite in PTZ-induced seizures. *Phytomedicine* 39: 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2017.12.009>
- HAINES H. 1922. *Botany of Bihar and Orissa. Parte III. Calyciflorae*. Adlard & Son & West Newman, Londres.







- HICKEY, L. 1974. Clasificación de la arquitectura de las hojas de Dicotiledóneas. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 16: 1-26.
- HICKEY, L. 1979. A revised classification of the architecture of dicotyledonous leaves. In: METCALFE, C. & L. CHALK (eds.), *Anatomy of the Dicotyledons*. Volúmen I. Second Edition, pp. 17-33 Clarendon Press, Oxford.
- KARNOVSKY, M. 1965. A formaldehyde glutaraldehyde fixative of high osmolality for use in electron microscopy. *J Cell Biol.* 27:137-138.
- KASOLO, J., G. BIMENYA, L. OJOK, J. OCHIENG & J. OGWAL-OKENG. 2010. Phytochemicals and uses of *Moringa oleifera* leaves in Ugandan rural communities. *J. Med. Plants Res.* 4: 753-757.
- LEONE, A., A. SPADA, A. BATTEZZATI, A. SCHIRALDI, J. ARISTIL & S. BERTOLI. 2016. *Moringa oleifera* seeds and oil: characteristics and uses for human health. *Int. J. Mol. Sci.* 17, 2141. <https://doi.org/10.3390/ijms17122141>
- LUQUE, R., H. SOUSA & J. 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 8 GX. *Acta Bot. Bras.* 10: 199-212. <https://doi.org/10.1590/S0102-33061996000200001>
- MAKKAR, H. & K. BECKER. 1997. Nutrients and anti-quality factors in different morphological parts of the *Moringa oleifera* tree. *J Agric Sci.* 128: 311-322. <https://doi.org/10.1017/S0021859697004292>
- MARTÍNEZ, M. 1959. *Plantas útiles de la flora mexicana*. Botas, México D. F.
- MAY LING, S. 2004. The occurrence of extrafloral nectaries in Hong Kong plants. *Bot. Bull. Acad. Sinica* 45: 237-245.
- MERCK, E. 1980. *Reactivos de coloración para cromatografía en capa fina y en papel*. Darmstadt, Alemania.
- METCALFE, C. & L. CHALK. 1950. *Anatomy of the Dicotyledons*. Clarendon Press, Oxford.
- MUHL, Q., E. DU TOIT & P. ROBBERTSE. 2011. *Moringa oleifera* (Horseradish Tree) leaf adaptation to temperature regimes. *Int J Agric Biol.* 13: 1021-1024.
- NWEZE, N. & F. NWAFOR. 2014. Phytochemical, proximate and mineral composition of leaf extracts of *Moringa oleifera* Lam. from Nsukka, South-Eastern Nigeria. *J Pharm Biol Sci.* 9: 99-103. <https://doi.org/10.9790/3008-091699103>
- OLSON, M. E. 2001a. Stem and root anatomy of *Moringa* (Moringaceae). *Haseltonia* 8: 56-96.
- OLSON, M. E. 2001b. Introduction to the *Moringa* Family. In: FUGLIE, L. J. (ed.), *The miracle tree: The multiple attributes of Moringa*, pp. 11-28. Technical Centre for Agricultural and Rural Cooperation, Wageningen/ Church World Service, New York.
- OLSON, M. E. 2002. Combining data from DNA sequences and morphology for a phylogeny of *Moringaceae*. *Syst. Bot.* 27: 55-73.
- OLSON, M. E. & S. RAZAFIMANDIMBISON. 2000. *Moringa hildebrandtii*: A tree extinct in the wild but preserved by indigenous horticultural practices in Madagascar. *Adansonia sér.* 3 22: 217-221.
- OLSON, M. E. & J. FAHEY. 2011. *Moringa oleifera*: un árbol multiusos para las zonas tropicales secas. *Rev Mex Biodivers.* 82: 1071-1082.
- PACINI, E. & M. NEPI. 2007. Nectar production and presentation. In: NICOLSON, S. W., NEPI, M., & PACINI, E. (eds.), *Nectaries and nectar*, pp. 167-214. Dordrecht: Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5937-7_4
- PINHEIRO FERREIRA, P. M.P., D. F. FARIAS, J. T. ABREU OLIVEIRA & A. F. URANO CARVALHO. 2008. *Moringa oleifera*: bioactive compounds and nutritional potential. *Revista de Nutrição Campinas* 21: 431-437. <https://doi.org/10.1590/S1415-52732008000400007>
- QAISER M. 1973. Moringaceae. In: NASIR E. & S. ALI (eds), *Flora of West Pakistán*, pp1-4, Fakhri printing press, Karachi.
- REYES, N., E. SPÖRNDLY & I. LEDIN. 2006. Effect of feeding different levels of foliage of *Moringa oleifera* to creole dairy cows on intake, digestibility, milk production and composition. *Livestock Science* 101: 24-31. <https://doi.org/10.1016/j.livprodsci.2005.09.010>
- RONSE DECRAENE, L., J. DE LAET & E. SMETS. 1998. Floral development and anatomy of *Moringa oleifera* (Moringaceae): what is the evidence for a Capparalean or Sapindalean Affinity?. *Ann. Bot.* 82: 273-284. <https://doi.org/10.1006/anbo.1998.0677>
- SALAMA, M. 2014. Morpho-anatomical variations of leaves and seeds among three *Moringa* species. *Life Sci. J.* 11: 827-832.
- SHOLAPUR, H. P. & B. M. PATIL. 2013. Pharmacognostic and phytochemical investigations on the bark of *Moringa oleifera* Lam. *Indian J Nat Prod Resour.* 4: 96-101.
- SUBRAHMANYAM, S. V. & J. J. SHAH. 1988. The metabolic status of traumatic gum ducts in *Moringa*

- oleifera* Lam. *Iawa Bulletin* 9: 187-195.
<https://doi.org/10.1163/22941932-90001067>
- THURBER, M.D. & J. W. FAHEY. 2009. Adoption of *Moringa oleifera* to combat under-nutrition viewed through the lens of the “Difusion of Innovations” theory. *Ecol Food Nutr.* 48: 212-225.
<https://doi.org/10.1080/03670240902794598>
- TORRES CASTILLO, J., S. SINAGAWA GARCÍA, G. MARTÍNEZ ÁVILA, A. LÓPEZ FLORES, E. SÁNCHEZ GONZÁLEZ, V. AGUIRRE ARZOLA, R. TORRES ACOSTA, E. OLIVARES SÁENZ, E. OSORIO HERNÁNDEZ & A. GUTIÉRREZ DÍEZ. 2013. *Moringa oleifera*: phytochemical detection, antioxidants, enzymes and antifungal properties. *Phyton* 82: 193-202.
- TUMER, T. B., P. ROJAS-SILVA, A. POULEV, I. RASKIN & C. WATERMAN. 2015. Direct and indirect antioxidant activity of polyphenol- and isothiocyanate-enriched fractions from *Moringa oleifera*. *J Agric Food Chem.* 63: 1505-1513.
<https://doi.org/10.1021/jf505014n>
- VERDCOURT, B. 1985. A synopsis of Moringaceae. *Kew Bulletin* 40: 1-23. <https://doi.org/10.2307/4108470>
- VERGARA-JIMENEZ, M., M. M. ALMATRAFI & M. L. FERNÁNDEZ. 2017. Bioactive Components in *Moringa oleifera* leaves protect against chronic disease. *Antioxidants* 6: 91.
<https://doi.org/10.3390/antiox6040091>
- ZARLAVSKY, G. 2014. *Histología vegetal: Técnicas simples y complejas*. Sociedad Argentina de Botánica, Buenos Aires.
- ZIMMERMANN, J. 1932. Über die Extrafloral Nektarien der Angiospermen. *Beih. Bot. Centralbl.* 49: 99-196.



MORFOANATOMÍA FOLIAR Y CAULINAR DE *HETEROPHYLLAEA PUSTULATA* (RUBIACEAE)

LEAF AND STEM MORPHO-ANATOMY OF *HETEROPHYLLAEA PUSTULATA* (RUBIACEAE)

Silvana C. Gallardo¹ , María M. Alemán¹ , Zulma J. Avilés¹ ,
Luis A. Colque Caro^{2,3} , Juan F. Micheloud^{2,3}  y Olga G. Martínez^{1,4*} 

1. Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta, Av. Bolivia 5150, (4400) Salta, Argentina.

2. Grupo de Trabajo de Patología, Epidemiología e Investigación Diagnóstica. Área de Sanidad Animal-IIACS, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Argentina.

3. Facultad de Ciencias Agrarias y Veterinarias, Universidad Católica de Salta, Argentina.

4. Instituto de Bio y Geociencias del NOA (IBIGEO-CONICET), FCN-UNSA, Salta, Argentina.


*martinezog@gmail.com

Citar este artículo

GALLARDO, S. C., M. M. ALEMÁN, Z. J. AVILÉS, L. A. COLQUE CARO, J. F. MICHELOUD & O. G. MARTÍNEZ. 2019. Morfoanatomía foliar y caulinar de *Heterophyllaea pustulata* (Rubiaceae). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 54: 345-352.

DOI: <http://dx.doi.org/10.31055/1851.2372.v54.n3.25358>



Recibido: 24 Abril 2019
Aceptado: 16 Agosto 2019
Publicado: 30 Septiembre 2019
Editora: Ana María Gonzalez 

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

SUMMARY

Background and aims: *Heterophyllaea pustulata* (Rubiaceae) grows in northwestern Argentina. It has livestock importance because it produces photosensitization in the cattle that consume it. That is why it is proposed to study the foliar and caulinar morpho-anatomy of the species in order to determine structural characters that facilitate the identification of the plant.

M&M: Leaves and stems of young adult plants and seedlings obtained through *in vitro* cultures were taken and studied by conventional histological techniques. Images obtained with optical and scanning electron microscopy are presented.

Results: The results indicate that the studied species have morphological and anatomical characters similar to other species of Rubiaceae, although it presents others that were not previously described, such as the structure of the epidermis with striated cuticle and the anatomy of the stem.

Conclusions: It is found that the diagnostic characters that facilitate the identification of the plant are: microdenticulated margin of the lamina, epidermis with striated cuticle in leaves and young stems, simple eglandular trichomes, mesophyll with raphides and druses, in addition to the lysigenous cavities in all the organs of the plant.

KEY WORDS

Anatomy, lysigenous cavities, druses, toxic plants, raphides.

RESUMEN

Introducción y Objetivos: *Heterophyllaea pustulata* (Rubiaceae) crece en el noroeste argentino. Tiene importancia ganadera debido a que produce fotosensibilización en el ganado que la consume. Es por ello que se plantea estudiar la morfoanatomía foliar y caulinar de la especie con el objeto de determinar caracteres estructurales que faciliten la identificación de la planta.

M&M: Se estudiaron hojas y tallos de plantas adultas jóvenes y plántulas obtenidas a través de cultivos *in vitro*, mediante técnicas histológicas convencionales. Se presentan imágenes obtenidas con microscopio óptico y electrónico de barrido.

Resultados: Los resultados indican que la especie estudiada comparte caracteres morfológicos y anatómicos con otras especies de Rubiaceae, aunque presenta otras que no fueron descritas anteriormente, tales como la epidermis con cutícula estriada y la anatomía del tallo.

Conclusiones: Los caracteres diagnósticos que facilitan la identificación de la especie son: margen microdenticulado de la lámina, epidermis con cutícula estriada en hojas y tallos jóvenes, tricomas simples eglandulares, mesófilo con rafidios y drusas, además de las cavidades lisígenas en todos los órganos de la planta.

PALABRAS CLAVE

Anatomía, cavidades lisígenas, drusas, plantas tóxicas, rafidios.

INTRODUCCIÓN

El género *Heterophyllaea* Hook. f. (Rubiaceae), de origen sudamericano, cuenta con dos especies andinas *H. lycioides* (Rusby) Sandwith y *H. pustulata* Hook f., ambas conocidas como “cegadera” (Jørgensen *et al.*,

2014). *H. pustulata*, única especie que habita en pastizales de altura del noroeste de Argentina, entre los 1500 y 3000 m s.m. (Bacigalupo, 1993, 1996; Bacigalupo *et al.*, 2008). Es un arbusto de 2-3 m de long., con hojas enteras y flores blancas con tubo rojizo-purpúreo, se identifica por sus “glándulas” globosas (Bacigalupo, 1993), oscuras a purpúreas, distribuidas en todo el cuerpo de la planta, a las que Tourn (1981) define como cavidades lisígenas, describe su estructura e indica que se encuentran en todos los órganos de la planta incluido los óvulos.

Esta especie es conocida por su toxicidad en ganado bovino, equino, ovino y caprino, su ingesta ocasiona dermatitis y queratoconjuntivitis por fotosensibilización (Micheloud *et al.*, 2017). Núñez-Montoya *et al.*, (2008) demostraron que las antroquinonas y soranjidiol presentes en las partes aéreas de las plantas son responsables de la fototoxicidad. La confirmación del diagnóstico en animales es el resultado de hallazgos clínicos, análisis bioquímicos e histológicos, junto con la localización e identificación de esta especie en las zonas de pastoreo (Micheloud *et al.*, 2017).

En algunas especies tóxicas la identificación de fragmentos de la planta en el contenido gastrointestinal permite confirmar el consumo de la misma contribuyendo al diagnóstico (Zeinsteger *et al.*, 2009). En estos casos la estructura y organización de la epidermis debido a la resistencia que el tejido ofrece a la acción química y mecánica de la digestión es de crucial importancia para identificar los fragmentos (Cid *et al.* 2003, 2011; Giannitti *et al.*, 2012). *H. pustulata* es una planta tóxica de gran impacto productivo en algunas regiones de Argentina, por lo que el presente trabajo tiene por objetivo describir la morfoanatomía foliar y caulinar de plantas adultas jóvenes y plántulas con la finalidad de establecer caracteres morfológicos que faciliten su identificación en análisis microhistológico.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material analizado proviene de plántulas obtenidas mediante cultivos *in vitro* y plantas adultas colectadas en ambientes naturales de Jujuy, Salta y Tucumán, también se consideraron las colecciones depositadas en el herbario MCNS (Thiers, en permanente actualización).

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Jujuy: Dpto. Capital, Tiraxi, 13-IX-1979, Vignale & Breliá 306. Dpto. Ledesma, Qda. del Arroyo del medio, 700-1000 msnm, 5-VII-1999, Tolaba *et al.* 1794. Dpto. Tumbaya, Volcán, 1950 m, 11-XII-2001, Mello & Silva 1898. Prov. Salta: Dpto. Capital, San Lorenzo, cerro al Norte de la Quebrada, 1400-1700 msnm, 5-XI-1983, Novara & Neumann 3812. Dpto. Chicoana, Qda. de Tilián, 1380 msnm, 30-I-1987, Ortín 63. Dpto. Guachipas, Paraje Las Juntas, V-2015, Micheloud s.n. (MCNS 13006). Dpto. La Caldera, Rio Potrero, Paraje el Zig-zag, 1800-1900 msnm, 15-X-1984, Novara 4321. Dpto. Metán, Sa. de Metán, Finca Cachari, cerca de campamento León, 1800 msnm, 16-II-2007, Tolaba 4507. Dpto. Pampa Grande, 1800 msnm, 6-V-1942, Huntziker 489. Dpto. Rosario de Lerma, Corralito, 1540 msnm, 14-XII-2013, Martínez & Prado 3539. Prov. Tucumán: Dpto. Burreyacú, Burreyacú, 770 msnm, 30-III-2017, Micheloud s.n. (MCNS 13472).

Los órganos considerados para el estudio fueron hojas de plántulas de 10 a 20 días desde la germinación de las semillas, hojas de plantas adultas mayores de 3 cm de longitud y tallos jóvenes de plantas adultas.

Para la obtención de plántulas, las semillas fueron lavadas en agitación continua durante 30 minutos en una solución de agua corriente con detergente comercial, luego se desinfectaron con NaClO al 10% durante 4 minutos en agitación continua, y se sembraron en frascos con medio de cultivo de Murashige & Skoog (1962) (MS) al 100% de su concentración salina y de vitaminas, al que se adicionó 6,0 g/l de agar bacteriológico Britania®, 15 g/l de sacarosa, 1g/l de carbón activado Biopack® y 0,1 g/l de myo-inositol Merck®, con pH 7. Los cultivos se llevaron a cámara de cría a una temperatura de $25 \pm 2^\circ \text{C}$, 40% de humedad y fotoperiodo de 12h luz durante 30 días.

El material disecado se recuperó hidratándolo en cajas de Petri con agua y detergente no iónico en estufa a 50°C durante 48 y 72 hs. El material fresco y recuperado fue fijado en FAA (1:1:8 v/v/v formaldehído: ácido acético glacial: alcohol etílico 80%) para estudios con microscopía óptica (MO), y para estudios con microscopía electrónica de barrido (MEB) las muestras se fijaron en solución de 2,5 % glutaraldehído, 2% buffer fosfato durante

72 hs. y deshidratadas en serie graduada de alcohol. Después de la fijación y deshidratación, las muestras se secaron en punto crítico con dióxido de carbono (Denton Vacuum DCP-1). Las secciones secas se fijaron en trozos de aluminio con cinta adhesiva de grafito de doble cara, recubiertas con oro (20-24 nm) en Denton Vacuum Desk IV.

Los cortes histológicos se realizaron a mano alzada. La tinción diferencial de tejidos se logró con Safranina (1%) y Astra Blue (0,5%) (Luque *et al.*, 1996), y la ornamentación de la cutícula con Sudan IV (D'Ambrogio, 1986). La diafanización de hojas se realizó según la técnica de Dizeo de Strittmater (1973).

Se obtuvieron mediciones, considerando 15 a 20 muestras, con el software Leica LAS EZ V3.0. Los datos fueron expresados en promedio cuando la diferencia resultó menor, y para diferencias significativas se indican el menor y mayor valor. Las observaciones y obtención de imágenes se lograron con ML Leica DM500 con cámara incorporada y MEB JEOL Model JSM 6480 LV (Japan), del Laboratorio de Microscopía Electrónica de Barrido y Microanálisis (LASEM) de la Universidad Nacional de Salta.

RESULTADOS

Hojas en plantas adultas y plántulas

Las hojas (Fig. 1A-D), en las plantas adultas y plántulas, son subsésiles, con un par de estípulas triangulares persistentes. Las láminas son simples, lanceoladas, en plantas adultas de 3-6(-10) x 0,5-1,5(-2) cm, de base decurrente, ápice cortamente acuminado y margen levemente revoluto, crenado, con microdentículos translúcidos en las escotaduras (Fig. 1E, F); en las plántulas, las láminas son ovadas de ápice agudo con microdentículos en todo el margen (Fig. 1G).

Las cavidades lisígenas son circulares, de 100-500 μm de diámetro. En hojas adultas se encuentran hasta 250 unidades de color púrpura; en hojas de plántulas menores a un centímetro de longitud, hasta 30 unidades de color violáceo (Fig. 1C-D, G). Estas estructuras se evidencian desde los primeros días después de la germinación de las semillas.

La lámina, en vista superficial de plantas adultas y plántulas, tiene células epidérmicas con paredes

anticlinales levemente sinuosas en cara adaxial (Fig. 1H) y marcadamente sinuosas en cara abaxial (Fig. 1I). La epidermis adaxial y abaxial, presenta cutícula estriada con estrías generalmente paralelas (Fig. 1J). Los tricomas son eglandulares, simples, unicelulares, de 30-50 μm de long. Las hojas son hipostomáticas, con estomas paracíticos (Fig. 1I, J).

En corte transversal, la lámina tiene epidermis uniestratificada con células isodiamétricas y anisodiamétricas, por debajo el mesófilo es heterogéneo, formado por parénquima en empalizada uniestratificado en cara adaxial y parénquima esponjoso 4-7-estratificado con células irregulares en cara abaxial (Fig. 2A, B). En el mesófilo son frecuentes cristales en forma de rafidios y drusas (Figs. 1G; 2C, D). Los haces vasculares son colaterales, rodeados por una vaina de células parenquimáticas incoloras y colénquima subepidérmico (Fig. 2E, F). Las cavidades lisígenas, tienen una pared con 2-4-estratos de células aplanadas, cubiertas por células grandes de 100 a 600 μm dirigidas hacia la cavidad (Fig. 2G, H).

Tallo joven en plantas adultas y plántulas

En vista superficial del tallo, se observa epidermis con células anisodiamétricas de paredes anticlinales rectas, excepto en las áreas que corresponden a las cavidades lisígenas, donde las células son isodiamétricas (Fig. 3A, B). Los tricomas de los ejes son similares a los registrados en las hojas (Fig. 3C, D).

El tallo en corte transversal (Fig. 3C-G), presenta epidermis uniestratificada con células isodiamétricas, colénquima subepidérmico angular 1-3-estratificado y parénquima cortical clorofiliano 5-6-estratificado; el cambium 2-3-estratificado y un único haz vascular tipo sifonostela ectofloica con médula hueca (Fig. 3F, G).

Las cavidades lisígenas se encuentran en el parénquima cortical, con estructura semejantes a los descritos para las hojas (Fig. 3C, E).

El tallo de las plántulas es translúcido, con estructura semejante a la descrita, aunque tienen mayor densidad de tricomas en superficie y el haz vascular presenta médula parenquimática. Las cavidades lisígenas se evidencian como manchas violáceas semejantes a los observados en las hojas.

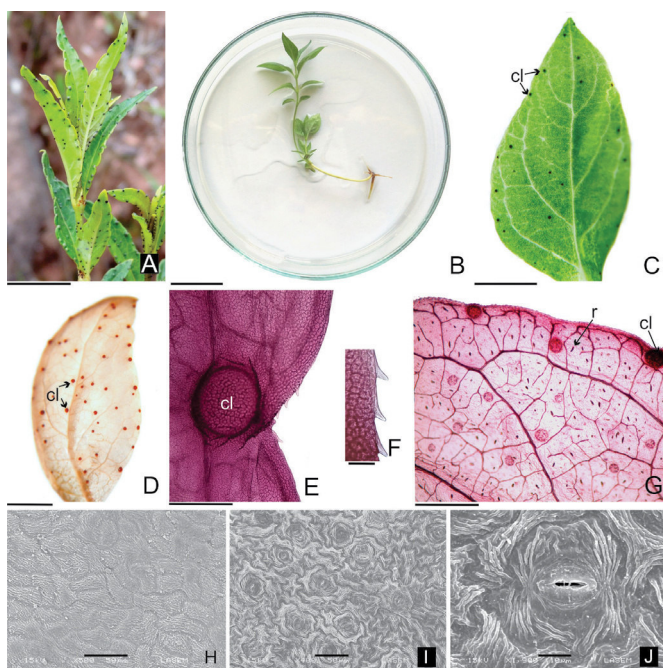


Fig. 1. Hoja de *Heterophyllaea pustulata*. **A:** Planta adulta. **B:** Plántula proveniente de cultivo *in vitro*. **C:** Lámina de plántula. **D:** Lámina diafanizada. **E:** Margen de hoja adulta con microdentículos (MO). **F:** Detalle de microdentículos (MO). **G:** Lámina de plántula, diafanizada (MO). **H:** Epidermis adaxial (MEB). **I:** Epidermis abaxial (MEB). **J:** Detalle de cutícula estriada en epidermis abaxial (MEB). Abreviaturas= cl: cavidades lisígenas; r: rafidios. Escalas= A, B: 3 cm; C: 25 mm; D: 0,5 cm; E: 200 µm; F: 30 µm; G: 1 mm.

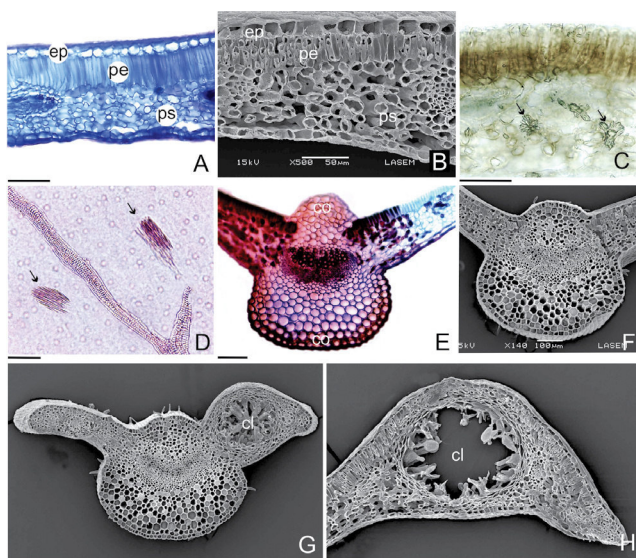


Fig. 2. Detalles del mesófilo de *Heterophyllaea pustulata*. **A:** Sección de lámina (MO). **B:** Sección de lámina (MEB). **C:** Drusas señaladas con flechas (MO). **D:** Diafanizado mostrando rafidios, señalados con flechas (MO). **E:** Haz vascular (MO). **F:** Haz vascular (MEB). **G:** Cavidad lisígena en mesófilo (MEB). **H:** Detalle de cavidad lisígena (MEB). Abreviaturas= ep: epidermis; cl: cavidad lisígena; co: colénquima; pe: parénquima en empalizada; ps: parénquima esponjoso. Escalas= A: 60 µm; C: 50 µm; D: 5 µm; E, H: 100 µm; G: 200 µm.

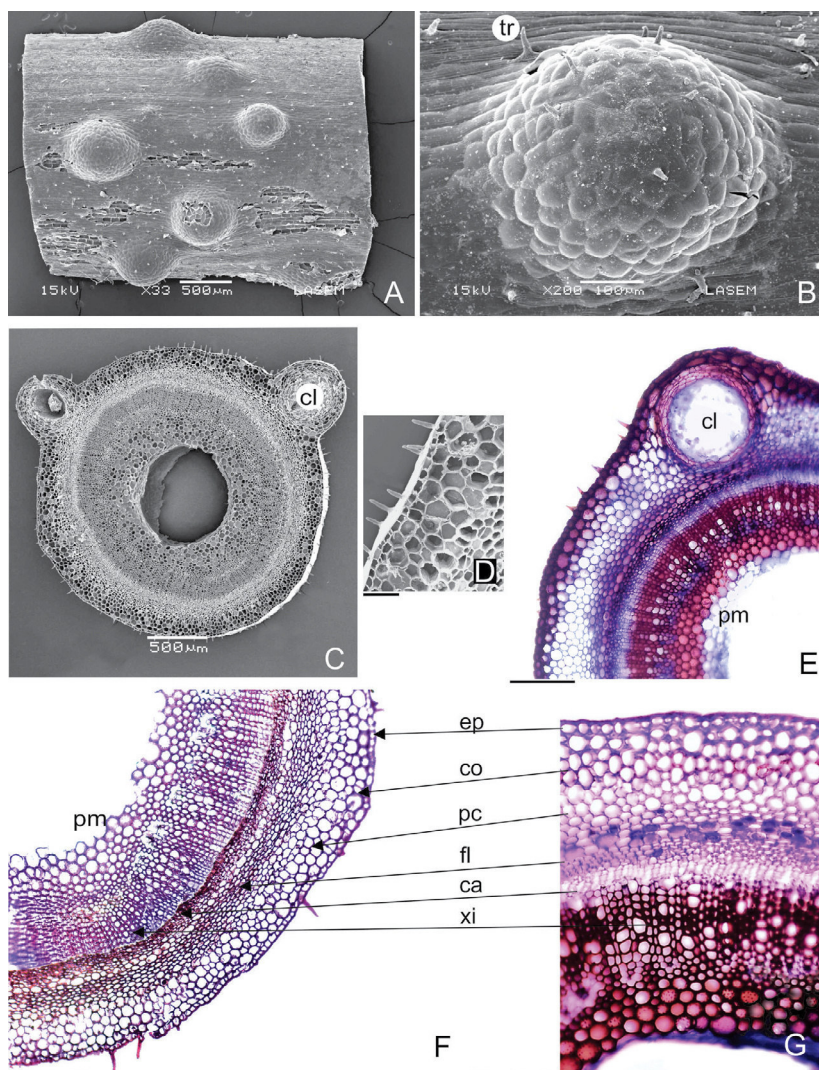


Fig. 3. Tallo de *Heterophyllaea pustulata*. **A:** Sector de tallo en vista superficial (MEB). **B:** Detalle de la epidermis sobre cavidad lisígena con tricomas (MEB). **C:** Sección de tallo (MEB). **D:** Detalle de tricomas (MEB). **E:** Transcorte de tallo (MO). **F:** Sección de tallo joven mostrando los tejidos (MO). **G:** Detalle de un sector del tallo (MO). Abreviaturas= ca: cambium; cl: cavidad lisígena; co: colénquima; ep: epidermis; fl: floema; pc: parénquima clorofiliano; pm: parénquima medular; tr: tricoma; xi: xilema. Escalas= D: 30 μm ; E, F, G: 200 μm .

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Las características observadas en la anatomía de las hojas de *Heterophyllaea pustulata* referidos a epidermis uniestratificada con cutícula estriada, presencia de tricomas simples glandulares, mesófilo dorsiventral con haces

vasculares colaterales en forma de arco y hoja hipostomática con estomas paracíticos, son consistentes con los reportados para otras especies de Rubiaceae (Metcalf & Chalk, 1950; Mantovani *et al.*, 1995; Vieira & Gomes, 1995; Assis & Giuliette, 1999; Quinteiro *et al.*, 2006; Arruda *et al.* 2010; Alexandrino *et al.*, 2011;

Moraes *et al.*, 2011; Zini *et al.*, 2016; Campbell *et al.*, 2018).

La variabilidad en la arquitectura de la cutícula en Rubiaceae constituye un carácter de valor diagnóstico utilizado para diferenciar géneros (Kocsis *et al.* 2004; Quinteiro *et al.*, 2006; Alexandrino *et al.*, 2011; Moraes *et al.*, 2011), o especies (Moraes *et al.*, 2009). En este trabajo, se describe por primera vez la ornamentación estriada de la epidermis de *H. pustulata*, se desconoce el valor diagnóstico a nivel específico por cuanto aún no se realizaron estudios anatómicos en la otra especie de *Heterophyllaeae*, *H. lycioides*, futuros trabajos deberían dilucidar este aspecto. Siendo la epidermis potencialmente importante para identificar las especies vegetales (Rosati, 1991) es fundamental conocer la organización de la cutícula y considerando su alta resistencia al proceso de masticación y digestión podría ser de utilidad en un análisis microhistológico.

La presencia de tricomas ha sido reportada para varias especies de Rubiaceae (Alexandrino *et al.*, 2011), los mismos protegen a las hojas de la excesiva radiación, actúan a modo de barrera mecánica contra las temperaturas extremas, alta intensidad lumínica y pérdida excesiva de agua (Werker, 2000; Bieras & Sajo, 2009). Estas características corresponden al tipo de hábitat de la especie estudiada, dado que habita frecuentemente en lugares expuestos, principalmente de pastizales de altura.

La presencia constante de cristales es determinante para definir grupos taxonómicos (Webb, 1999), así se informa que son frecuentes en Rubiaceae, a veces presentan uno o más tipos según la especie o género (Arruda *et al.*, 2010; Alexandrino *et al.*, 2011; Moraes *et al.*, 2011; Rodríguez Teixeira *et al.*, 2016; Zini *et al.*, 2016). En *Heterophyllaea pustulata* se observan dos tipos de cristales. Existen diversas funciones de estas estructuras, entre ellas Mantovani *et al.* (1995) consideran que podrían promover la defensa contra los herbívoros, Volk *et al.* (2002) que intervienen como nutrientes o reservas minerales de la planta, Pereira *et al.* (2003) que pueden actuar a modo de lentes, convergiendo los rayos luminosos hacia el interior del mesófilo.

En la estructura del tallo se destacan la epidermis con cutícula ornamentada con estrias y tricomas unicelulares, estos caracteres

morfológicos no habrían sido descritos por Tourn (1981); los restantes tejidos subepidérmicos presentan un patrón de distribución característico de las dicotiledóneas (Fahn, 1990) y son frecuentes en otras especies de Rubiaceae.

Las cavidades lisígenas constituyen un carácter propio del género *Heterophyllaea* (Bacigalupo, 1993), aunque la composición química de su contenido es aún desconocida y por lo tanto no se puede asociar con los principios activos responsables de la fototoxicidad que producen las dos especies de éste género (Núñez-Montoya *et al.*, 2006; Dimmer *et al.*, 2017).

Los resultados indican que *Heterophyllaea pustulata* presenta una gran cantidad de caracteres anatómicos compartidos con otras especies de Rubiaceae, sin embargo el margen microdenticulado de las hojas, epidermis con cutícula estriada en hojas y tallos jóvenes, tricomas simples eglandulares, mesófilo con rafidios y drusas y cavidades lisígenas en todos los órganos de la planta, podrían facilitar la identificación de esta especie en estudios anatómicos y microhistológicos.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

JFM y OGM planificaron el estudio, LAC y JFM realizaron trabajo de campo y seleccionaron las muestras. ZJA logró la obtención de plántulas mediante cultivos *in vitro*. SCG, OGM y MMA lograron las muestras histológicas, sus imágenes e interpretaciones. Todos los autores participaron en la redacción del manuscrito.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue financiado por el Consejo de Investigaciones de la Universidad Católica de Salta (Res. 1494/16, responsable JFM), proyectos Territoriales y Nacionales de INTA, y Consejo de Investigación de la Universidad Nacional de Salta (responsable OGM). Los autores agradecen el servicio técnico de la Ing. Silvia Blanco, del Laboratorio de Microscopía Electrónica de Barrido y Microanálisis de la Universidad Nacional de Salta, y a la Lic. Dalma Jaimez por su colaboración en el tratamiento de algunas muestras.

BIBLIOGRAFÍA

- ALEXANDRINO, C. R., T. M. S. MORAES & M. DA CUNHA. 2011. Micromorfología e anatomía foliar de espécies de Rubiaceae do Parque Nacional de Itatiaia-RJ. *Floresta e Ambiente* 18: 275-288. <https://doi.org/10.4322/floram.2011.048>
- ARRUDA, R. DO CARMO DE OLIVEIRA, D. M. SAITER GOMES, A. CARVALHO DE AZEVEDO, M. L. MAGALHÃES & M. GOMES. 2010. Anatomia e micromorfología foliar de seis espécies de *Posoqueria Aublet* (Rubiaceae). *Rodriguésia* 61: 505-518. <http://dx.doi.org/10.1590/2175-7860201061311>.
- ASSIS, M. C. & A. M. GIULIETTE. 1999. Diferenciação morfológica e anatômica em populações de “ípecacuanha” *Psychotria ipecacuanha* (Brot.) Stokes (Rubiaceae). *Rev. Brasil. Bot.* 22: 205-216.
- BACIGALUPO, N. M. 1993. Rubiaceae. En: CABRERA, A. L. (ed.), *Flora de la Provincia de Jujuy. Colecc. Ci. Inst. Nac. Tecnol. Agropecu.* 13: 375-437.
- BACIGALUPO, N. M. 1996. Rubiaceae Juss. En L. NOVARA (ed.), *Flora del valle de Lerma. Aport. Bot. Salta, Ser. Fl.* 4: 1-52.
- BACIGALUPO, N. M., E. L. CABRAL & C. M. TAYLOR. 2008. Rubiaceae. En: ZULOAGA, F. O. & O. MORRONE (eds.), *Catálogo de Plantas Vasculares de la República Argentina II. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 107: 2871-2920.
- BIERAS, A. C. & M. G. SAJO. 2009. Leaf structure of the cerrado (Brazilian savanna) woody plants. *Trees* 23: 451-471. <https://doi.org/10.1007/s00468-008-0295-7>
- CAMPBELL, G., M. SCHRAMM MIELKE, G. RODRIGUES RABELO, M. DA CUNHA. 2018. Key anatomical attributes for occurrence of *Psychotria schlechtendaliana* (Müll. Arg.) Müll. Arg. (Rubiaceae) in different successional stages of a tropical moist forest. *Flora* 246-247: 33-41. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2018.07.004>
- CID, M. S., T. A. LÓPEZ, C. YAGUEDDÚ & M. A. BRIZUELA. 2003. Acute toxic plant estimation in grazing sheep ingesta and feces. *J. Range Manage.* 56: 353-357. <https://doi.org/10.2307/4004038>
- CID, M. S., C. INDURAIN, E. ODRIOZOLA, M. A. BRIZUELA & M. LAUGE. 2011. Diagnose da ingestão de *Asclepias mellodora* St. Hil. por ovinos a través da análise micro-histológica de seu conteúdo digestivo. *Pesq. Vet. Bras.* 31: 111-116. <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2011000200003>
- D'AMBROGIO DE ARGÜESO, A. 1986. *Manual de técnicas en histología vegetal*. Ed. Hemisferio Sur, Buenos Aires.
- DIMMER, J. A., S. C. NÚÑEZ MONTOYA, C. S. MENDOZA & J. L. CABRERA. 2017. Photosensitizing anthraquinones from *Heterophyllaea lycioides* (Rubiaceae). *Phytochemistry* 137: 94-100. <http://dx.doi.org/10.1016/j.phytochem.2017.02.003>
- DIZEO DE STRITTMATER, C. G. 1973. Nueva técnica de diafanización. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 15: 126-129.
- FAHNA. 1990. *Plant Anatomy*. Pergamon Press, Oxford.
- GIANNITTI, F., C. A. MARGINEDA, M. S. CID, S. S. DIAB, N. WEBER, A. RODRÍGUEZ, C. M. CAMPERO & E. R. ODRIOZOLA. 2012. Mortality of a captive axis deer (*Axis axis*) and a llama (*Lama glama*) due to ingestion of *Wedelia glauca*. *J. Vet. Diagn. Invest.* 20: 1-5. <https://doi.org/10.1177/1040638712458784>
- JØRGENSEN, P. M., M. H. NEE & S. G. BECK (eds.). 2014. *Catálogo de Plantas Vasculares de Bolivia. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 127.
- KOCSIS, M., J. DARÓK & A. BORHIDI. 2004. Comparative leaf anatomy and morphology of some neotropical *Rondeletia* (Rubiaceae) species. *Plant Syst. Ecol.* 248: 205-218. <https://doi.org/10.1007/s00606-002-0144-0>
- LUQUE, R., H. C. de 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 alcião 8GS ou 8GX. *Acta Bot. Brasil.* 10:199-212. <https://doi.org/10.1590/S0102-33061996000200001>
- MANTOVANI, A., M. GOMES, D. M. S. GOMES & R. C. VIEIRA. 1995. Anatomia foliar de *Rudgea decipiens* Mull. Arg. e *R. macrophylla* Benth. (Rubiaceae). *Acta Bot. Brasil.* 9: 247-261. <https://doi.org/10.1590/S0102-33061995000200005>
- METCALFE, C. R. & L. CHALK. 1950. *Anatomy of the Dicotyledons*. I: 1-724. Clarendon Press. Oxford.
- MICHELOUD, J. F., L. A. COLQUE-CARO, L. R. COMINI, J. L. CABRERA, S. NÚÑEZ-MONTOYA, O. G. MARTÍNEZ & E. J. GIMENO. 2017. Spontaneous photosensitization by *Heterophyllaea pustulata* Hook. f. (Rubiaceae), in sheep from Northwestern Argentina. *Trop. Anim. Health Prod.* 49: 1553-1556. <https://doi.org/10.1007/s11250-017-1354-0>
- MORAES, T. M. DA SILVA, C. F. BARROS, S. J. DA SILVA NETO, V. M. GOMES & M. DA CUNHA.

2009. Leaf blade anatomy and ultrastructure of six *Simira* species (Rubiaceae) from the Atlantic Rain Forest, Brazil. *BioCell* 33: 155-165.
- MORAES, T. M. S., G. R. RABELO, C. R. ALEXANDRINO, S. J. da SILVA NETO & M. DA CUNHA. 2011. Comparative leaf anatomy and micromorphology of *Psychotria* species (Rubiaceae) from the Atlantic Rainforest. *Acta Bot. Brasil.* 25: 178-190.
<https://doi.org/10.1590/S0102-33062011000100021>
- MURASHIGE, T. & F. SKOOG. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. *Physiol. Plant.* 15: 473-497.
<https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x>
- NÚÑEZ-MONTOYA, S. C., A. M. AGNESE, J. L. CABRERA. 2006. Anthraquinone derivatives from *Heterophyllaea pustulata*. *J. Nat. Prod.* 69: 801-803.
<https://doi.org/10.1021/np050181o>
- NÚÑEZ-MONTOYA, S. C., L. R. COMINI, B. RUMIEVITTAR, I. M. FERNANDEZ, V. A. RIVAROLA & J. L. CABRERA. 2008. Phototoxic effects of *Heterophyllaea pustulata* (Rubiaceae). *Toxicon* 51: 1409-1415.
<https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2008.03.011>
- PEREIRA, Z. V., R. M. S. A. MEIRA & A. A. AZEVEDO. 2003. Morfoanatomia foliar de *Palicourea longepedunculata* Gardiner (Rubiaceae). *Rev. Árvore* 27: 759-767.
<https://doi.org/10.1590/S0100-67622003000600002>
- QUINTEIRO, M. M. C., D. CABRAL TEIXEIRA, M. G. MORAES & J. G. SILVA. 2006. Anatomia foliar de *Psychotria viridis* Ruiz & Pav. (Rubiaceae). *Rev. Univ. Rural, Sér. Ciênc. da Vida* 26: 30-41.
- RODRIGUES TEIXEIRA, T., M. SOUZA PÁDUA, F. CASTRO, A. HORTÊNCIA. 2016. Leaf anatomy of *Cordia sessilis* (Vell.) Kuntze (Rubiaceae). *Acta sci., Biol. sci.* 38: 355-364. <https://doi.org/10.4025/actasciobiolsci.v38i3.29902>
- ROSATI, V. R. 1991. Caracteres epidérmicos foliares de valor diagnóstico en la identificación de plantas leñosas del Chaco occidental. *AgriScientia* 8: 41-53.
- THIERS, B. 2018. Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. Disponible en: <http://sweetgum.nybg.org/ih> (acceso: junio 2018)
- TOURN, G. M. 1981. Ontogenia y morfología de las cavidades lisígenas de *Heterophyllaea pustulata* (Rubiaceae). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 20: 91-98.
- VIEIRA, R. C. & D. M. S. GOMES. 1995. Superficie da lâmina foliar de *Psychotria nuda* (Cham. & Schldtl.) Wawra, *P. leiocarpa* Cham. & Schldtl., *P. stenocalyx* Müll. Arg e *P. tenuinervis* Müll Arg. (Rubiaceae). *Acta Bot. Brasil.* 92: 263-270.
<https://doi.org/10.1590/S0102-33061995000200006>
- VOLK, G. M., V. J. LYNCH-HOLM, T. A. KOSTMAN, L. J. GOSS & V. R. FRANCESCHI. 2002. The role of druse and raphide calcium oxalate crystals in tissue calcium regulation in *Pistia stratiotes* leaves. *Plant Biology* 4: 34-45. <https://doi.org/10.1055/s-2002-2043>
- WEBB, M.A. 1999. Cell-mediated crystallization of calcium oxalate in plants. *Plant Cell.* 11: 751-761.
<https://doi.org/10.1105/tpc.11.4.751>
- WERKER, E. 2000. Trichome diversity and development. In: HALLAHAN D. L & J.C. GRAY (eds.), *Plant Trichomes*. Advances in Botanical Research Incorporating Advances in Plant Pathology Vol. 31. Pp 1-35. San Diego, Academic Press.
[https://doi.org/10.1016/S0065-2296\(00\)31005-9](https://doi.org/10.1016/S0065-2296(00)31005-9)
- ZEINSTEGER, P. A., A. PALACIOS, P. LEADEN & A. GURNI. 2009. Características micrográficas y digestión ruminal *in vitro* de una planta tóxica (*Nerium oleander* L., "laurel del campo") versus otra inocua (*Eucalyptus camaldulensis* Dehn, "eucalipto"). *Rev. vet.* 20: 3-9.
- ZINI, A. DA S., S. MARTINS, M. L. TODERKE & L. GODINHO TEMPONI. 2016. Anatomia foliar de Rubiaceae ocorrentes em fragmento florestal urbano de Mata Atlântica, PR, Brasil. *Hoehnea* 43: 173-182.
<https://doi.org/10.1590/2236-8906-59/2015>



AN EASY TECHNIQUE FOR SILICOPHYTOLITH VISUALIZATION IN PLANTS THROUGH TISSUE CLEARING AND IMMERSION OIL MOUNTING

UNA TÉCNICA SENCILLA PARA LA VISUALIZACIÓN DE SILICOFITOLITOS EN PLANTAS MEDIANTE CLARIFICACIÓN Y MONTAJE EN ACEITE DE INMERSIÓN

Mariana Fernández Honaine^{1,2,3,*} , María Laura Benvenuto^{1,2,3}  y Margarita L. Osterrieth^{1,2} 

1. Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario (IGCyC), FCEyN, Universidad Nacional de Mar del Plata-CIC. CC 722. 7600 Mar Del Plata. Argentina.
2. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMyC), FCEyN, Universidad Nacional de Mar del Plata-CONICET. CC 1260. 7600 Mar Del Plata. Argentina.
3. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).


*fhonaine@mdp.edu.ar

Citar este artículo

FERNÁNDEZ HONAINÉ, M., M. L. BENVENUTO & M. L. OSTERRIETH. 2019. An easy technique for silicophytolith visualization in plants through tissue clearing and immersion oil mounting. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 54: 353-365.

DOI: <http://dx.doi.org/10.31055/1851.2372.v54.n3.25359>



Recibido: 29 Mayo 2019
Aceptado: 5 Julio 2019
Publicado: 30 Septiembre 2019
Editora: Ana María González 

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

SUMMARY

Background and aims: Different methodologies were proposed for the detection of silica deposits in plant tissues. These methodologies include dry and wet ashing (which destroy the surrounding tissue), phenol staining (toxic), safranin–crystal violet lactone and fast green–methyl red staining (not specific for silica), fluorescence microscopy, electronic microscopy, EDAX and Raman analyses (which involve expensive equipment). Here we presented an easy and cheap method based on tissue clearing and immersion oil mounting.

M&M: We tested the methodology in longitudinal and cross sections of culms, leaves and roots of ten species that effectively accumulate silica. We applied different clearing techniques according to the type of plant material, we mounted in immersion oil and observed under light microscope. We compared the results with the ones obtained by traditional silicophytolith techniques.

Results: Silica deposits were observed in all species and organs analyzed, and the observations were coincident with the results obtained by other techniques. It was also possible to identify calcium crystals, allowing the description of the most common biomineralizations produced by plants.

Conclusions: The technique here proposed can be used for exploratory as well as for specific studies about the content and distribution of silicophytoliths in almost any tissue, organ and plant species. It can be applied in any laboratory, because it does not require expensive or hardly available equipment.

KEY WORDS

Anatomy, dicotyledons, *Equisetum*, immersion oil, monocotyledons, silicophytoliths, tissue clearing.

RESUMEN

Introducción y objetivos: Diversas metodologías han sido propuestas para la identificación de depósitos de sílice en los tejidos vegetales. Estas metodologías incluyen calcinaciones y digestiones químicas (destruyen el tejido que los contiene); tinción con fenol (tóxico); tinciones con safranina-cristal violeta y fast green-rojo metilo (no específicas para sílice); microscopía de fluorescencia, electrónica, EDAX y espectroscopía Raman (equipamiento costoso). En este trabajo se presenta un método económico y sencillo basado en la clarificación de los tejidos y su montaje en aceite de inmersión.

M&M: Testeamos el método en cortes longitudinales y transversales de hojas, tallos y raíces de diez especies que acumulan sílice. Aplicamos diferentes técnicas de clarificación de acuerdo al tipo de material, montamos en aceite de inmersión y observamos al microscopio óptico. Los resultados se compararon con los obtenidos por las técnicas tradicionales de silicofitólitos.

Resultados: Se observaron depósitos de sílice en todas las especies y órganos analizados, y éstos coinciden con los resultados obtenidos por las técnicas tradicionales. Asimismo, mediante esta técnica, fue posible identificar cristales de calcio, permitiendo la descripción de los dos tipos más comunes de biomineralizaciones en plantas.

Conclusiones: La técnica propuesta puede ser usada para estudios exploratorios, como así específicos, sobre el contenido y distribución de silicofitólitos en casi cualquier tipo de tejido, órganos y especie. Puede ser aplicado en cualquier laboratorio, debido a que no requiere de equipamiento costoso.

PALABRAS CLAVE

Aceite de inmersión, anatomía, clarificación, dicotiledóneas, *Equisetum*, monocotiledóneas, silicofitólitos.

INTRODUCTION

Diverse plant families accumulate amorphous silica ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) in intra or intercellular spaces of tissues, and these deposits, known as silicophytoliths or opal phytoliths, constitute up to 10% of the plant dry weight (Epstein, 1994; Hodson *et al.*, 2005; Exley, 2015). Silicon is taken up by roots from the soil solution in the form of monosilicic acid and is transported through xylem as mono- and disilicic acid (Ma *et al.*, 2002; Casey *et al.*, 2003). The uptake and movement of silicic acid is mediated by proteinaceous transporters and also by passive diffusion, depending on the species involved (Mitani & Ma, 2005; Ma *et al.* 2011; Exley, 2015). Regardless of the uptake system, silicic acid is translocated to the shoot via the xylem, where it is further concentrated, polymerized and deposited as amorphous silica (Ma & Takahashi, 2002; Exley, 2015).

Silicophytoliths have a botanical, anatomical and taxonomical relevance, since some of the morphologies produced are characteristic of specific taxa (Twiss, 1992; Prychid *et al.*, 2003; Piperno, 2006). Once the organ that contains the silicophytoliths is decomposed, these amorphous silica particles are incorporated to soils and sediments, where they can be preserved for thousands of years. Due to their taxonomical relevance and their good preservation in soils and sediments, they are widely used as indicators of past plant communities in paleontological and archaeological studies (e.g. Prasad *et al.*, 2005; Mercader *et al.*, 2010; Osterrieth *et al.*, 2016; Ball *et al.*, 2016). Moreover, silicophytoliths have an increasing interest on ecological and physiological researches, due to the roles reported for these deposits, such as anti-herbivore protection, abiotic stress and heavy metal amelioration, and light reflection (Richmond & Sussman, 2003; Ma, 2004; Cooke & Leishman, 2011).

The first step towards the comprehension of the silicification process in plants requires appropriate methodologies in order to characterize and identify the silica deposits in the tissues. Diverse authors have proposed different methodologies, and these include techniques that destroy or not the tissue containing the silicophytoliths (e.g. Johansen, 1940; Campos & Labouriau, 1969; Law & Exley, 2011). Dry ashing and wet ashing/acid extraction

techniques remove or eliminate the organic matter through the burning of the plant material in a muffle furnace (dry ashing) or through the action of specific acids (wet ashing) (Campos & Labouriau, 1969; Parr *et al.*, 2001; Piperno, 2006; Jenkins, 2009). These techniques allow the isolation of silicophytoliths and their tridimensional observation, but do not permit the identification of the exact location of these deposits in tissues. Phenol, safranin–crystal violet lactone and fast green–methyl red staining techniques were used for the localization of silica deposits in tissues, however they are toxic or they have low specificity for silica (Johansen, 1940; Dayanandan *et al.*, 1983; Blecher *et al.*, 2012; Fernández Honaine & Osterrieth, 2012). Finally, the application of fluorescence microscopy, electronic microscopy and EDAX, low-voltage–high-contrast detection (vCD) and Raman analyses was shown to be successful for the identification of silicified cells, but they involve expensive equipment (Law & Exley, 2011; Blecher *et al.*, 2012; Soukup *et al.*, 2014; Dabney III *et al.*, 2016).

In the present study, an easy and low-cost technique for the detection of silicophytoliths in plant tissues is proposed, based on the methodology already used for phytolith analysis in soils and sediments. Silicophytoliths extracted from samples of soils and sediments are directly mounted in immersion oil or Canada Balsam, and then observed under optic microscope (e.g. Piperno, 2006; Osterrieth *et al.*, 2016). These mounting media have higher refractive indexes (1.54) than opal (1.42), and this fact allows a distinctly greater relief and a rose color of the silicophytoliths (Parry & Smithson, 1957; Piperno, 2006). If a plant tissue fragment is well cleared and then it is mounted in immersion oil, it should be possible to distinguish the cells that have a silica deposit, both by the relief and by the rose color. This idea was also partially proposed by Parry & Smithson (1957, 1958), who found in botanical preparations that opal (silicophytoliths) became very conspicuous if the tissue surrounding them was colorless and sufficiently transparent. They applied different clearing techniques but only in leaves of grasses, and mounted them in cedarwood oil, Canada Balsam or Gurr's neutral mounting media. They observed some silicified tissues, but they concluded that the best visualization of opals was get only

under polarizing or phase contrast microscopes (Parry & Smithson, 1958).

The present work aims to analyze the effectiveness of immersion oil mounting for the visualization of silicophytoliths *in situ* and under light microscope, in plant tissues previously cleared. For this purpose, leaves, stems and/or roots of ten species that effectively accumulate amorphous silica were selected for the study, and several types of histological and clearing techniques were applied. In order to analyze the effectiveness of the technique, the results were verified with those obtained by traditional methods used for silica detection, such as dry ashing (Campos & Labouriau, 1969), phenol staining and/or EDAX analyses.

MATERIAL AND METHODS

Plant material

Leaves, stems and/or roots of ten species were sampled from natural areas of SE Buenos Aires province (Argentina) and from the Herbarium of Geoeología de Ambientes Sedimentarios laboratory, National University of Mar del Plata, Argentina (IGCyC, FCEyN, UNMdP-CIC) (Table 1). *Bothriochloa laguroides* seedlings were obtained from a laboratory assay, where seeds were germinated in river sand substrate with a solution of 1.8 mM Si and growth for 9 days in an environment-controlled chamber at a 16-h light/8-h dark regime, at 25 °C and 70% relative humidity (Fernández Honaine *et al.*, 2016). All the species selected produce silicophytoliths, which were already described by dry ashing techniques, phenol staining, scanning electron microscopy and EDAX (Zucol, 1999; Fernández Honaine *et al.*, 2009; 2016; 2017; 2018; Law & Exley, 2011; Fernández Honaine & Osterrieth, 2012; Benvenuto *et al.*, 2015; Benvenuto, 2017; De Rito *et al.*, 2018). The typical silicophytoliths produced by each species are detailed in Table 1.

Sectioning and clearing techniques applied

Free-hand cross and longitudinal sections were obtained from leaves and/or stems samples by standard methods (D'Ambrogio de Argüeso, 1986). For superficial viewing of the leaves, small pieces of the organs were selected and washed, previous to

the application of the clearing technique. For root observation, the peripheral cortical tissues were mechanically removed with a razor blade, and so the stele covered by endodermal walls, where silica deposits occur, became exposed. Depending on the type and consistency of the material, samples were subjected to some of the following clearing techniques (Table 1):

- Clearing with sodium hypochlorite: samples were placed in small Petri dishes with sodium hypochlorite 50% until they turned transparent. Then, they were washed with distilled water until the sodium hypochlorite was removed.
- Dizeo de Strittmater clearing (D'Ambrogio de Argüeso, 1986): samples were placed in beakers with alcohol 96° and boiled in water bath for 5-10 minutes, depending on the consistency of the material. Then, the alcohol solution was replaced by a alcohol 96°:sodium hydroxide 5% (1:1) solution and boiled in water bath for another 5-10 minutes. The samples were washed with tap water and then, distilled water. Then, sodium hypochlorite 50% was added to the samples until they turned transparent. Finally, they were washed with abundant distilled water and stored in plastic bottles with chloral hydrate until they were mounted.
- Clearing with acetic acid and hydrogen peroxide (Motomura *et al.*, 2000): Samples were cleared with acetic acid and hydrogen peroxide (1:1) for 48 h at 60°C. After that, samples were washed with distilled water and stored in alcohol 70% until they were mounted.
- Foster technique (D'Ambrogio de Argüeso, 1986): herbarium material was boiled in water for some minutes. Then, it was placed in Petri dishes with sodium hydroxide 5% at 50°C for approximately 24 hs., until the material was clear. The sodium hydroxide solution was changed twice. After that, the material was placed in a beaker with distilled water for 24 hs., and then in chloral hydrate for at least one day.

Mounting media and observation under optic microscope

Cleared samples were mounted in slides and 1-2 drops of immersion oil were applied. Then, the samples were observed under Zeiss Axiostar Plus microscope at 400x magnification. Photographs were taken with a digital camera (Canon Powershot

Table 1. Species and organs selected for the study and the clearing technique applied.

Species (Family)	Site collection	Organ and sectioning	Clearing technique applied	Typical phytolith morphologies (references)
<i>Celtis ehrenbergiana</i> (Cannabaceae)	Herbarium from Geocología de ambientes sedimentarios (IGCyC, FCEyN, UNMdP-CIC)	Leaf, superficial view	Dizeo de Strittmater clearing	Cystoliths, epidermal cells (Iriarte & Paz, 2009; Fernández Honaine <i>et al.</i> , 2018)
<i>Celtis occidentalis</i> (Cannabaceae)	Herbarium from Geocología de ambientes sedimentarios (IGCyC, FCEyN, UNMdP-CIC)	Leaf, superficial view	Dizeo de Strittmater clearing	Cystoliths, epidermal cells (Fernández Honaine <i>et al.</i> , 2018; De Rito <i>et al.</i> , 2018)
<i>Ligustrum lucidum</i> (Oleaceae)	Herbarium from Geocología de ambientes sedimentarios (IGCyC, FCEyN, UNMdP-CIC)	Leaf, superficial view	Dizeo de Strittmater clearing	Tabular epidermal phytoliths (De Rito <i>et al.</i> , 2018)
<i>Phoenix canariensis</i> (Arecaceae)	Fresh material, Mar del Plata city, Buenos Aires, Argentina	Leaf, free-hand cross-section	Sodium hypochlorite	Globular phytoliths (Tomlinson, 1961; Benvenuto <i>et al.</i> , 2015)
		Leaf, superficial view	Acetic acid and hydrogen peroxide	
<i>Trachycarpus fortunei</i> (Arecaceae)	Fresh material, Mar del Plata city, Buenos Aires, Argentina	Leaf, free-hand cross-section	Sodium hypochlorite	Globular phytoliths (Tomlinson, 1961; Benvenuto <i>et al.</i> , 2015)
<i>Schoenoplectus californicus</i> (Cyperaceae)	Fresh material, Mar Chiquita wetland, Buenos Aires, Argentina	Stem, free-hand cross-section	Sodium hypochlorite	Conical phytoliths, blocky phytoliths (Ollendorf, 1992; Fernández Honaine <i>et al.</i> , 2009)
<i>Bothriochloa laguroides</i> (Poaceae)	Herbarium from Geocología de ambientes sedimentarios (IGCyC, FCEyN, UNMdP-CIC)	Leaf, superficial view	Foster technique	Bilobates, bulliform phytoliths, elongate phytoliths (Fernández Honaine & Osterrieth, 2012)
		Root, longitudinal view	Sodium hypochlorite	Silica corpuscles in endodermis (Fernández Honaine <i>et al.</i> , 2016)
<i>Bothriochloa laguroides</i> seedling (Poaceae)	Fresh material	Entire plant, superficial view	Sodium hypochlorite	Bilobates (Fernández Honaine <i>et al.</i> , 2016)
<i>Cortaderia selloana</i> (Poaceae)	Fresh material, Mar Chiquita wetland, Buenos Aires, Argentina	Leaf, superficial view	Acetic acid and hydrogen peroxide	Short silica cells, elongate phytoliths (Zucol, 1999; Fernández Honaine <i>et al.</i> , 2017)
<i>Triticum aestivum</i> (Poaceae)	Herbarium from Geocología de ambientes sedimentarios (IGCyC, FCEyN, UNMdP-CIC)	Leaf, superficial view	Acetic acid and hydrogen peroxide	Short silica cells, elongate phytoliths, stomata (Benvenuto, 2017)
<i>Equisetum</i> sp. (Equisetaceae)	Fresh material, Mar del Plata city, Buenos Aires, Argentina	Stem, free-hand cross-section and longitudinal section	Sodium hypochlorite	Stomata, epidermal cells (Law & Exley, 2011)

G10, Canon Inc., Tokyo, Japan). The observations were made in the same day and some days after the preparation of the slides, with the purpose to evaluate if the viewing of the sample was improved by time.

Some samples were dehydrated in an ethanol series up to 96%, before the mounting on immersion oil, in order to evaluate if this methodological step was relevant for a better visualization of the material.

Comparison with other silicophytolith detection and/or extraction techniques

With the purpose of analyzing the validity of the proposed technique, we compared the silica deposits observed in this study with the those described by the traditional methods for silicophytolith extraction or detection. These methods were: dry ashing method (Campos & Labouriau, 1969), tissue clarification and phenol staining (Johansen, 1940; Fernández Honaine & Osterrieth, 2012) and SEM and EDAX analyses (JEOL JSM-6460 LV; Tokyo, Japan) at Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina. In this last case, samples were first fixed for 12 h with 3% glutaraldehyde, pH 7.2–7.4 phosphate buffered solution, followed by dehydration through an alcohol series (50, 70, 80, 90, 95 and 100%). Finally, samples were dried in HMDS (hexamethyldisilazane), mounted on aluminium discs and coated with gold. The composition of the silicophytoliths was analyzed using X-ray energy dispersive spectroscopy (EDS). The system used was an EDAX Genesis XM4-Sys 60, equipped with multichannel analyser EDAX mod EDAM IV, Sapphire Si (Li) detector and super ultra-thin window of Be, and EDAX Genesis version 5.11 software (Tokyo, Japan).

RESULTS AND DISCUSSION

Depending on the type and consistency of the plant material, different clearing techniques were applied. In the three dicotyledon species studied here, the Dizeo de Stritmatter technique was the most adequate for this type of leaves; while in monocotyledons, acetic acid and hydrogen peroxide and Foster techniques were used for transparent the leaves (D'Ambrogio de Argüeso, 1986; Motomura *et al.*, 2000). Free-hand cross sectioned samples were all cleared with sodium

hypochlorite 50%. Some sections were dehydrated in an alcohol series, but the results did not differ from those obtained from sections not dehydrated. The time of exposition in the immersion oil, i.e. the time between the sample is mounted until it is observed under microscope, seems to be a factor that improves the visualization of silica deposits. For instance, in the cross sections of palm leaves, the better results were obtained after three days.

In all the species and organs analyzed, the mounting in immersion oil of the cleared samples allowed the identification of the typical silicified cells produced in each species, according to previous studies (Table 1). Calcination technique showed that cystoliths and epidermal silica deposits are the dominant silicophytoliths produced in *Celtis* spp. leaves (Fig. 1 A, B) (Wallis, 2003; Iriarte & Paz, 2009; Fernández Honaine *et al.*, 2018; De Rito *et al.*, 2018). These silica deposits were easily identified in cleared tissues mounted in immersion oil. Also, calcium crystals, a very common biomineralization in this genus, were distinguished through this technique (Fig. 1C-E). Leaves of *Ligustrum lucidum* accumulate silica in epidermal cells, as it was observed through calcination techniques (Fig. 1F) (De Rito *et al.*, 2018). These deposits were also identified with the technique proposed in this study (Fig. 1G).

Silicification process in monocotyledons, such as Poaceae, Cyperaceae and Arecaceae, is a common phenomenon. Short silica cells, bulliform cells, stomata and long cells are usually silicified in leaves of diverse species of grasses (Twiss *et al.*, 1992; Piperno, 2006). Figure 2 shows the silica deposits in short cells of leaves of *Cortaderia selloana* (Fig. 2A-B) and *Bothriochloa laguroides* (Fig. 2C-D), obtained through mapping analyses by SEM and EDAX procedures; and short silicified cells from leaves of *Triticum aestivum* obtained after a calcination technique (Fig. 2E) (Zucol, 1999; Fernández Honaine *et al.*, 2016; 2017; Benvenuto, 2017). Also, silicified bulliforms, stomata, short cells and bicellular hairs of leaves of *Bothriochloa laguroides* were detected through phenol staining technique (Fig. 2F) (Fernández Honaine & Osterrieth, 2012). All these silica deposits in the epidermis of leaves of grasses, previously detected by diverse methods (such as dry ashing, phenol staining and SEM/EDAX analyses), were clearly identified by the technique proposed in this study. Figure 2 showed the silica deposits (view in color) in epidermal cells of leaves of *Cortaderia*

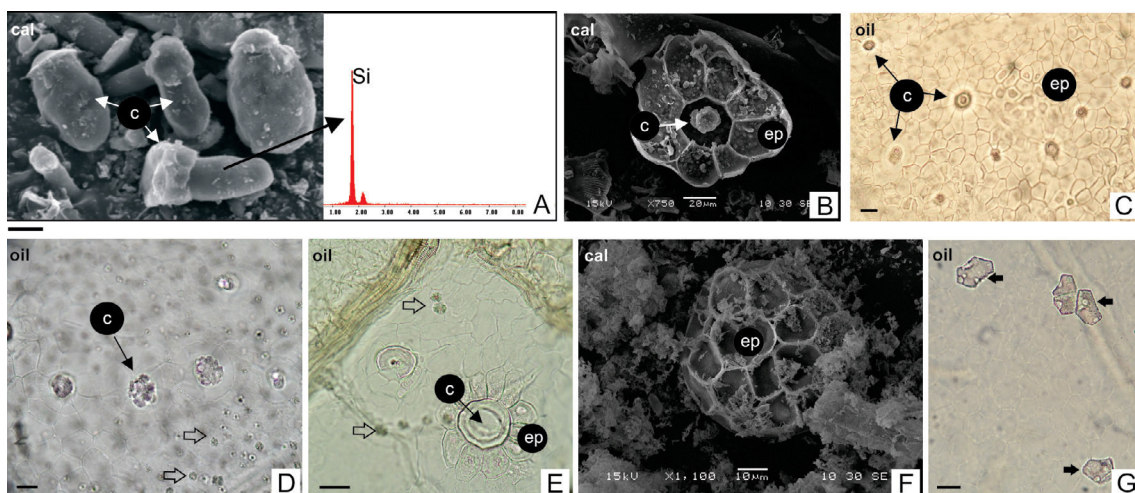


Fig. 1. Silicophytoliths in dicotyledons obtained through the calcination technique and their location in the tissue by the method proposed in this study. **A.** Photograph at SEM of silicified cystoliths obtained by the calcination technique in *Celtis ehrenbergiana*, and EDAX analyses of them. **B.** Above-view photograph at SEM of silicified epidermal cells and cystolith obtained by a calcination technique in *Celtis ehrenbergiana*. **C.** Silicified cystoliths and epidermal cells in cleared leaves of *C. ehrenbergiana* mounted on immersion oil. **D.** Silicified cystoliths and druses (calcium crystals) in cleared leaves of *C. ehrenbergiana* mounted on immersion oil. **E.** Calcium crystals (druses) and silicified cystoliths and epidermal cells in cleared leaves of *C. occidentalis* mounted on immersion oil. **F.** Photograph at SEM of silicified epidermal cells obtained by a calcination technique in leaves of *Ligustrum lucidum*. **G.** Silicified and not silicified epidermal cells in cleared leaves of *L. lucidum* mounted on immersion oil. Black arrow: silica deposits. Empty arrow: calcium crystals. Abbreviations= cal: calcination technique, oil: immersion oil technique (this study), c: cystoliths, ep: silicified epidermal cells. Scale bars= A: 10 μ m, C, D: 20 μ m, G: 25 μ m.

selloana (Fig. 2G), *Bothriochloa laguroides* (Fig. 2H-I) and *Triticum aestivum* (Fig. 2J-K).

Conical silica deposits in epidermal cells associated to sclerenchyma tissue, and silica deposits in parenchyma cells are commonly present in leaves and stems of sedges (Fig. 2L-M) (Duval-Jouve, 1873; Ollendorf, 1992; Piperno, 2006, Fernández Honaine *et al.*, 2009). Cleared free-hand cross sections of stems of *Schoenoplectus californicus* mounted in immersion oil allowed the detection of these silica deposits, both in epidermal as in parenchyma cells (Fig. 2N-O).

Palm leaves accumulate high quantities of amorphous silica in their tissues, and the most abundant and typical phytolith morphologies are globular echinate deposits produced in parenchyma tissue (Fig. 3A-B) (Tomlinson, 1961; Kealhofer & Piperno, 1998; Iriarte & Paz, 2009; Benvenuto *et al.*, 2015). Cross and longitudinal sections of leaves of *Trachycarpus fortunei* and *Phoenix canariensis*, previous cleared and mounted in immersion oil, showed the location of these globular phytoliths in mesophyll and around vascular bundles (Fig. 3C-E).

Equisetum comprises a genus that accumulates high quantities of amorphous silica in the tissues (Hodson *et al.*, 2005; Law & Exley, 2011). Previous work based on fluorescence microscopy showed that silica is deposited around stomata complexes and in other epidermal cells (Law & Exley, 2011). Calcination techniques applied to stems to *Equisetum* sp showed some of the typical morphologies produced in this taxon (Fig. 3F-G) (Fernández Honaine *et al.*, data not published). Cross and longitudinal sections of stems of *Equisetum* sp subjected to a clearing technique and mounted in immersion oil showed the location of the silica deposits in the tissues (Fig. 3H-J).

Roots also accumulate silicophytoliths, and grasses represent one of the main producers of root silica (Lux *et al.*, 2002, 2003). The roots of *Bothriochloa laguroides*, like other Andropogoneae grasses such as *Sorghum* sp., produce silica corpuscles associated to the internal wall of endodermis (Lux *et al.*, 2002, 2003; Fernández Honaine *et al.*, 2016). These silica corpuscles were observed by different methodologies like electronic microscopy and EDAX,

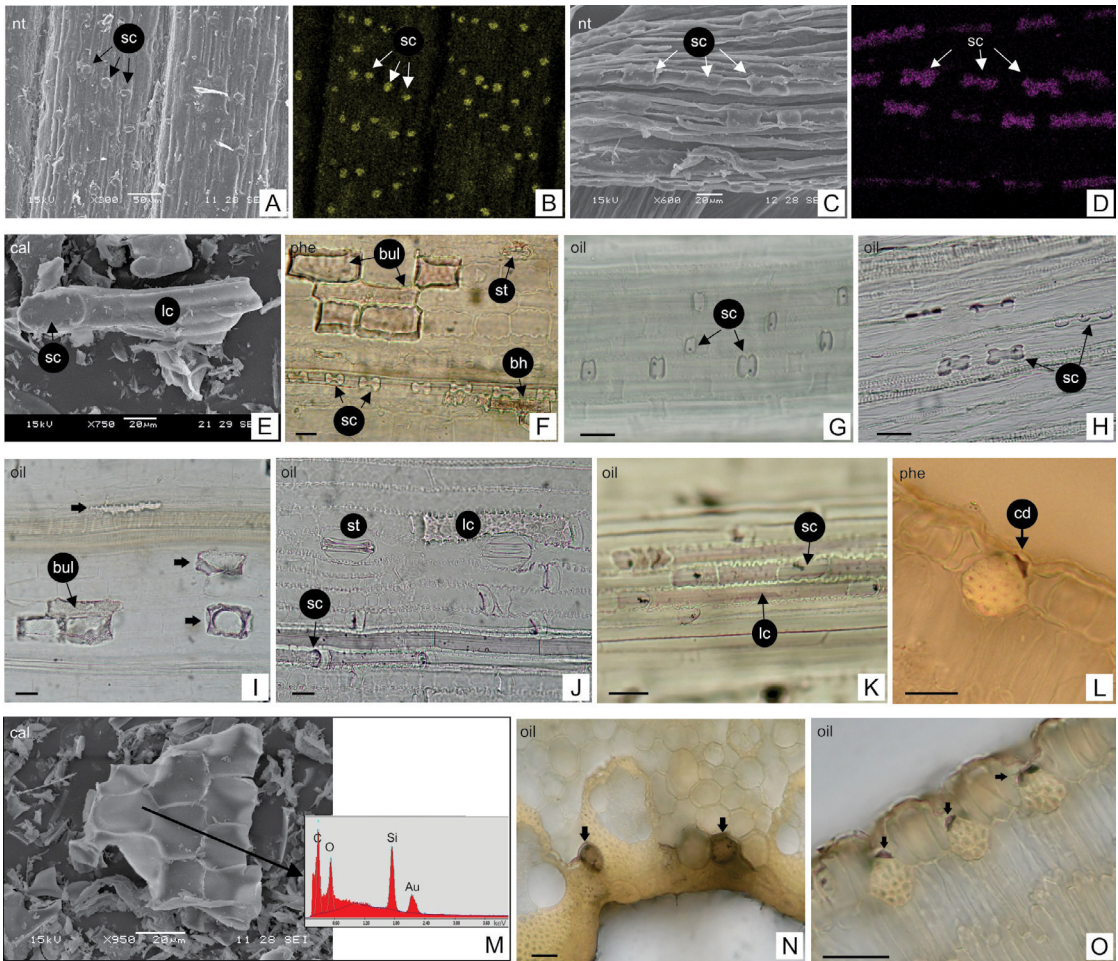


Fig. 2. Silicophytoliths in grasses and sedges. **A.** Photograph at SEM of adaxial epidermis of leaves of *Cortaderia selloana* showing location of short cells. **B.** Mapping of Si of the photograph in A, showing the silica deposit in short cells. **C.** Photograph at SEM of adaxial epidermis of leaves of *Bothriochloa laguroides* showing the location of short cells (bilobates). **D.** Mapping of Si of the photograph in C, showing the silica deposit in short cells (bilobates). **E.** Photograph at SEM of short and long silicified cells obtained by calcination technique in leaves of *Triticum aestivum*. **F.** Silicified cells (bulliform, stomata, short cells and bicellular hairs) in epidermis of leaves of *Bothriochloa laguroides* stained with phenol. **G.** Silicified short cells of epidermis of cleared leaves of *Cortaderia selloana* mounted on immersion oil. **H.** Silicified short cells of epidermis of cleared leaves of seedlings of *Bothriochloa laguroides* mounted on immersion oil. **I.** Silicified bulliform and epidermal long cells of cleared leaves of *Bothriochloa laguroides* mounted on immersion oil. **J.** Silicified epidermal long and short cells and stomata of cleared leaves of *Triticum aestivum* mounted on immersion oil. **K.** Silicified epidermal short and long cells of cleared leaves of *Triticum aestivum* mounted on immersion oil. **L.** Cross section of stem of *Schoenoplectus californicus* stained with phenol, showing the conical silica deposits in epidermis. **M.** Photograph at SEM of blocky silicophytoliths of stem of *Schoenoplectus californicus* obtained by a calcination technique, and the EDAX analyses associated. **N.** Cross section of stem of *Schoenoplectus californicus*, cleared and mounted on immersion oil, showing the silica deposits in parenchymatic cells. **O.** Cross section of stem of *Schoenoplectus californicus*, cleared and mounted on immersion oil, showing the conical silica deposits in epidermis. Black arrow: silica deposits. Abbreviations= nt: leaves without treatment, observed under SEM, phe: phenol staining, cal: calcination technique, oil: immersion oil technique (this study), sc: silicified short cells, lc: silicified long cells, bul: silicified bulliform cells, bh: silicified bicellular hairs, st: silicified stomata, cd: conical silica deposit. Scale bars= F, G, H, I, J, K, N, O: 25 μ m, L: 20 μ m.

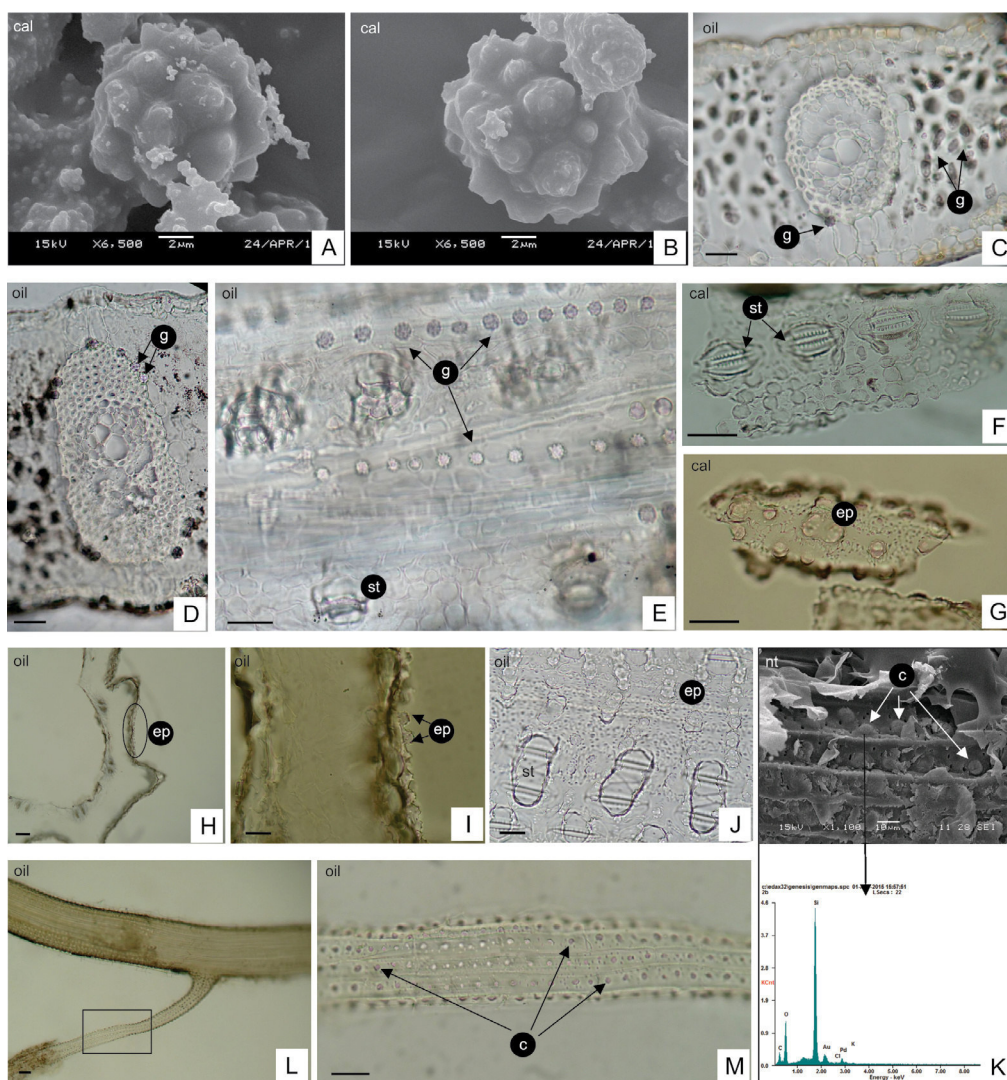


Fig. 3. Silicophytoliths in palms, *Equisetum* sp. and grass roots. **A, B.** Photographs at SEM of globular silicophytoliths obtained after calcination technique in leaves of *Trachycarpus fortunei* (**A**) and *Phoenix canariensis* (**B**). **C.** Cross section of cleared leaf of *Trachycarpus fortunei* mounted on immersion oil showing globular silica deposits around vascular bundle and in mesophyll. **D.** Cross section of cleared leaf of *Phoenix canariensis* mounted on immersion oil showing globular silica deposits around vascular bundle. **E.** Superficial view of cleared leaf of *Phoenix canariensis* mounted on immersion oil, showing the distribution of globular deposits and silicified stomata complexes. **F.** Silicified epidermis obtained through calcination technique in stems of *Equisetum* sp. **G.** Silicified stomata and epidermis obtained through calcination technique in stems of *Equisetum* sp. **H.** Cross section of cleared stem of *Equisetum* sp. mounted on immersion oil, showing the location of silicified cells in epidermis (circles). **I.** Detailed of the area circle in H, showing the silica deposition in epidermal cells. **J.** Superficial view of cleared stems of *Equisetum* sp. mounted on immersion oil, showing the silicified cells in epidermis and stomata complexes. **K.** Photograph at SEM of a longitudinal section of a root without cortex of *Bothriochloa laguroides* showing the silica corpuscles in the endodermis, and EDAX analyses of them. **L.** Panoramic view of principal and lateral root of *Bothriochloa laguroides* without cortex, cleared and mounted on immersion oil. **M.** Detailed of L, showing the corpuscles in endodermis. Abbreviations = nt: leaves without treatment, observed under SEM, cal: calcination technique, oil: immersion oil technique (this study), g: globular silica deposit, st: silicified stomata complexes, ep: silicified epidermal cells, c: silica corpuscles. Scale bars= C-G, I, J, M: 25 μ m, H, L: 50 μ m.

Table 2. Comparison of different techniques used for silicophytolith extraction or detection and the technique here proposed.

Techniques	Calcination technique (dry ashing)	Staining (phenol, green-methyl red or safranin-crystal violet lactone)	SEM-EDAX analyses	Fluorescence microscopy	Tissue clearing and immersion oil mounting
References	Campos & Labouriau (1969)	Johansen (1940), Dayanandan <i>et al.</i> (1983), Fernández Honaine & Osterrieth (2012)		Law & Exley (2011)	This study
Advantages	Simple preparation of the sample Medium to low cost of supplies Tridimensional description of silicophytolith morphologies	Simple preparation of the sample Medium to low cost of supplies Identification of silica and calcium deposits in tissue of origin	Identification of silica and calcium phytoliths in tissue of origin High specificity for silica Time consumed (from sample preparation to technique applications): 1-2 days approx.	Identification of silica phytoliths in tissue of origin High specificity for silica	Simple preparation of the sample Low cost of supplies Non-toxic reactives Identification of silica and calcium phytoliths in tissue of origin Specificity for amorphous silica
Disadvantages	Use of toxic reactives (acids) Destruction of surrounding tissue No <i>in situ</i> detection Time consumed (from sample preparation to technique applications): 3-5 days approx.	Use of toxic reactives(phenol) Low specificity for silica (green-methyl red or safranin-crystal violet lactone) Time consumed (from sample preparation to technique applications): 3-5 days approx.	Complex preparation of the sample Use of expensive supplies and equipment	Use of specific markers Use of expensive supplies and equipment Time consumed (from sample preparation to technique applications): several days (see reference)	Time consumed (from sample preparation to technique applications): 2-5 days

fluorescence and phenol staining (Fig. 3K) (Lux *et al.*, 2003; Soukup *et al.*, 2014, Fernández Honaine *et al.*, 2016). In the present study, it is shown that the clearing of root fragments without cortex and its mounting in immersion oil, allow the identification of the mentioned silica corpuscles in *Bothriochloa laguroides* (Fig. 3L).

As it was detailed in the introduction, different methods have been applied for silicophytolith extraction or detection in plant tissues (Piperno, 2006). Dry or wet ashing techniques do not allow the observation of the silicophytoliths *in situ*, since they destroy the surrounding tissue; however, they are usually applied when the aim of the study is to describe the silicophytolith morphologies in a tridimensional view (Piperno, 2006). Staining techniques (phenol, green–methyl red or safranin–crystal violet lactone) have been used for detecting amorphous silica deposits in tissues, but they have two important disadvantages: they involve toxic substances and they have low specificity for silica (Blecher *et al.*, 2012; Soukup *et al.*, 2014). Finally, SEM-EDAX analyses and fluorescence microscopy imply the use of expensive and not always available equipment and supplies, although they have the advantage of a high specificity for silica (Blecher *et al.*, 2012). The technique here proposed has some advantages over these traditional methodologies used for silicophytolith detection: it allows *in situ* visualization of silicophytoliths, it involves low cost and non-toxic supplies and equipment, and can be used in almost any laboratory (Table 2). Lastly, the present technique allows the simultaneously visualization of the two most common biomineralizations produced in plant tissues: amorphous silica deposits and calcium crystals. This advantage is only shared with SEM-EDAX analyses; however, in this last case, the sample area to be evaluated may be lower.

CONCLUSIONS

Considering the initial idea proposed by Parry and Smithson (1958) and the techniques used in soil phytolith studies, we presented a simply and rapid method for the visualization and identification of silica deposits in plant tissues, based on clearing and immersion oil mounting. Once the material is cleared and mounted in immersion oil, silica deposits became more visible and conspicuous, due to the different

refractive indexes of opal and mounting media (immersion oil, in this case). Our results showed that this technique is appropriate for silicophytolith observation in diverse tissues, organs and species, and in different anatomical sections. It was demonstrated that the observations can be made by the standard light microscope, and not necessary by polarized or fluorescence microscopes. The comparison with other techniques demonstrates that the results are in coincidence with the those obtained previously, with the advantage that the proposed technique is easier and does not imply expensive equipment or toxic components. It can be used for exploratory studies as well as for specific studies of distribution of silicophytoliths and/or as a complement to other silicophytolith extraction techniques (such as dry or wet ashing). Finally, it is important to remark that this technique also enables the identification of calcium crystals, allowing the simultaneously description of two of the most common type of biomineralizations in plants (calcium and silica biomineralizations) (Franceschi and Nakata, 2005; Piperno, 2006).

AUTHOR'S CONTRIBUTION

MFH designed the work. MFH and MLB carried on the methodology and prepared the figures. MFH, MLB and MO wrote the manuscript.

ACKNOWLEDGMENTS

This work was supported by the ANPCyT (PICT 2495/17).

BIBLIOGRAPHY

- BALL, T., K. CHANDLER-EZELL, R. DICKAU, N. DUNCAN, T.C. HART, J. IRIARTE, C. LENTFER, A. LOGAN, H. LU, M. MADELLA, D.M. PEARSALL, D.R. PIPERNO, A.M. ROSEN, L. VRYDAGHS, A. WEISSKOP & J. ZHANG. 2016. Phytoliths as a tool for investigations of agricultural origins and dispersals around the world. *J. Archaeol. Sci.* 68: 32-45.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jas.2015.08.010>
- BENVENUTO M.L. 2017. Silicofitolitos en especies dominantes de pastizales, cultivos y suelos asociados

M. Fernández Honaine *et al.* - A simple technique for plant silica detection

- en el sudeste bonaerense. PhD Thesis. Universidad Nacional de Mar del Plata, Mar del Plata, Argentina.
- BENVENUTO, M.L., M. FERNANDEZ HONAINA, M. OSTERRIETH & E. MOREL. 2015. Globular phytoliths differentiation in Areaceae and other monocotyledons: morphological description for palaeobotanical application. *Turk. J. Bot.* 39: 341-353.
<http://dx.doi.org/10.3906/bot-1312-72>
- BLECHER, I.C., R. SEIDEL, R. THOMANN & T. SPECK. 2012. Comparison of different methods for the detection of silica inclusions in plant tissues. *Int. J. Plant Sci.* 173: 229-238.
<https://doi.org/10.1086/663969>
- CAMPOS, A.C. & L.G. LABOURIAU. 1969. Corpos silicosos da gramíneas dos Cerrados II. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 4: 143-151.
- CASEY, W.H., S.D. KINRADE, C.T.G. KNIGHT, D.W.RAINS & E. EPSTEIN. 2003. Aqueous silicate complexes in wheat, *Triticum aestivum* L. *Plant Cell Environ.* 27: 51-54.
<https://doi.org/10.1046/j.0016-8025.2003.01124.x>
- COOKE, J. & M.R. LEISHMAN. 2011. Is plant ecology more siliceous than we realise? *Trends Plant Sci.* 16: 61-68. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2010.10.003>
- D'AMBROGIO DE ARGÜESO, A. 1986. *Manual de técnicas en histología vegetal*. Buenos Aires, Argentina: Editorial Hemisferio Sur SA.
- DABNEY III, C., J. OSTERGAARD, E. WATKINS & C. CHEN. 2016. A novel method to characterize silica bodies in grasses. *Plant Methods* 12: 3.
<https://doi.org/10.1186/s13007-016-0108-8>
- DAYANANDAN, P., P.B. KAUFMAN & C.I. FRANKLIN. 1983. Detection of silica in plants. *Amer. J. Bot.* 70: 1079-1084.
- DE RITO, M., M. FERNÁNDEZ HONAINA, M. OSTERRIETH & E. MOREL. 2018. Silicophytoliths from a Pampean native tree community (*Celtis ehrenbergiana* community) and their representation in the soil assemblage. *Rev. Paleobot. Palynol.* 257: 19-34. <https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2018.06.002>
- DUVAL –JOUVE, M.J. 1873. Sur une forme de cellules épidermiques qui paraissent propres aux Cypéracées. *Bull. Soc. Bot. Fr.* 20: 91-95.
- EPSTEIN, E. 1994. The anomaly of silicon in plant biology. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 91: 11-17.
- EXLEY, C. 2015. A possible mechanism of biological silicification in plants. *Frontiers Plant Sci.* 6: 853.
<https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00853>
- FERNÁNDEZ HONAINA, M. & M. OSTERRIETH. 2012. Silicification of the adaxial epidermis of leaves of a panicoid grass in relation to leaf position and section and environmental conditions. *Plant Biol.* 14: 596–604.
<https://doi.org/10.1111/j.1438-8677.2011.00530.x>
- FERNÁNDEZ HONAINA, M., M. DE RITO & M. OSTERRIETH. 2018. Análisis de los silicofitolitos presentes en especies de las familias Cannabaceae, Moraceae y Urticaceae del SE bonaerense y estudio comparativo de los cystolitos. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 53: 227-237.
- FERNANDEZ HONAINA, M., A.F. ZUCOL & M. OSTERRIETH. 2009. Phytolith analysis of Cyperaceae from the Pampean Region, Argentina. *Aust. J. Bot.* 57: 512-523.
<https://doi.org/10.1071/BT09041>
- FERNÁNDEZ HONAINA, M., M.L. BENVENUTO, N.L. BORRELLI & M. OSTERRIETH. 2016. Early silicification of leaves and roots of seedlings of a panicoid grass grown under different conditions: anatomical relation and structural role. *Plant Biol.* 18: 1025-1030.
<https://dx.doi.org/10.1111/plb.12488>
- FERNÁNDEZ HONAINA, M., N. L. BORRELLI, M. OSTERRIETH & L.L. DEL RÍO. 2017. Leaf and culm silicification of Pampas grass (*Cortaderia selloana*) developed on different soils from Pampean region, Argentina. *Aust. J. Bot.* 65: 1-10.
<http://dx.doi.org/10.1071/BT16154>
- FRANCESCHI, V. & P. NAKATA. 2005. Calcium oxalate in plants: formation and function. *Ann. Rev. Plant Biol.* 56: 41-71.
<https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.56.032604.144106>
- HODSON, M.J., P.J. WHITE, A. MEAD & M.R. BROADLEY. 2005. Phylogenetic variation in the silicon composition of plants. *Ann. Bot.* 96: 1027-1046.
<https://doi.org/10.1093/aob/mci255>
- IRIARTE, J. & E. PAZ. 2009. Phytolith analysis of selected native plants and modern soils from southeastern Uruguay and its implications for paleoenvironmental and archeological reconstruction. *Quater. Int.* 193: 99-123.
<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2007.10.008>
- JENKINS, E. 2009. Phytolith taphonomy: a comparison of dry ashing and acid extraction on the breakdown of conjoined phytoliths formed in *Triticum durum*. *J. Archaeol. Sci.* 36: 2402-2407.
<https://doi.org/10.1016/j.jas.2009.06.028>

- JOHANSEN, D.A. 1940. *Plant microtechnique*. New York, USA: Mc Graw-Hill.
- KEALHOFFER, L. & D.R. PIPERNO. 1998. *Opal phytoliths in Southeast Asian flora*. Smithsonian Contributions to Botany 88, Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
- LAW, C. & C. EXLEY. 2011. New insight into silica deposition in horsetail (*Equisetum arvense*). *BMC Plant Biology* 11: 112. <https://doi.org/10.1186/1471-2229-11-112>
- LUX, A., M. LUXOVA, J. ABE, E. TANIMOTO, T. HATTORI & S. INANAGA. 2003. The dynamics of silicon deposition in the sorghum root endodermis. *New Phytologist* 158: 437-441. <https://doi.org/10.1046/j.1469-8137.2003.00764.x>
- LUX, A., M. LUXOVA M, T. HATTORI, S. INANAGA & Y. SUGIMOTO. 2002. Silicification in sorghum (*Sorghum bicolor*) cultivars with different drought tolerance. *Physiol. Plant.*115: 87–92.
- MA, J.F. 2004. Role of silicon in enhancing the resistance of plants to biotic and abiotic stresses. *Soil Sci.Plant Nutr.* 50: 11-18. <http://dx.doi.org/10.1080/00380768.2004.10408447>
- MA, J.F. & E. TAKAHASHI. 2002. *Soil, fertilizer, and plant silicon research in Japan*. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands.
- MA, J.F., N. YAMAJI & N. MITANI-UENO. 2011. Transport of silicon from roots to panicles in plants. *Proc. Japan. Acad. Series B* 87: 377-385. <https://doi.org/10.2183/pjab.87.377>
- MA, J.F., K. TAMAI, M. ICHII, G. F. WU. 2002. A rice mutant defective in silicon uptake. *Plant Physiol.*130: 2111-2117. www.plantphysiol.org/cgi/doi/10.1104/pp.010348
- MERCADER, J., F. ASTUDILLO, M. BARKWORTH, T. BENNETT, C. ESSELMONT, R. KINYANJUI, D. L. GROSSMAN, S. SIMPSON & D. WALDE. 2010. Poaceae phytoliths from the Niassa Rift, Mozambique. *J. Archaeol. Sci.* 37: 1953-1967. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2010.03.001>
- MITANI, N. & J. F. MA. 2005. Uptake system of silicon in different plant species. *J. Exp. Bot.* 56: 1255–1261. <https://doi.org/10.1093/jxb/eri121>
- MOTOMURA, H., T. FUJII & M. SUZUKI. 2000. Distribution of silicified cells in the leaf blades of *Pleioblastus chino* (Franchet et Savatier) Makino (Bambusoideae). *Ann. Bot.* 85: 751-757. <https://doi.org/10.1006/anbo.2000.1124>
- OLLENDORF, A.L. 1992. Toward a classification scheme of sedge (Cyperaceae) phytoliths. In: RAPP, G. & S. C. MULHOLLAND (eds.), *Phytolith Systematics*, pp. 91-111, Plenum Press, New York, USA.
- OSTERRIETH, M., M. F. ALVAREZ, M. FERNÁNDEZ HONAINÉ & G. ERRA. 2016. Silicophytolith studies in South America and Argentina: scope and limitations for paleoenvironmental reconstruction of the marine isotope stage 3 (MIS3). In: GASPARINI, G.M., J. RABASSA, C. DESCHAMPS & E. TONNI (eds.), *Marine Isotope Stage 3 in Southern South America, 60 Ka B.P.-30 Ka B.P.* pp. 321-352, Springer, Switzerland.
- PARR, J.F., C. J. LENTFER & W. E. BOYD. 2001. A comparative analysis of wet and dry ashing techniques for the extraction of phytoliths from plant material. *J. Archaeol. Sci.* 28: 875–886. <http://dx.doi.org/10.1006/jasc.2000.0623>
- PARRY, D.W. & F. SMITHSON. 1957. Detection of opaline silica in grass leaves. *Nature* 179: 975.
- PARRY, D.W. & F. SMITHSON. 1958. Techniques for studying opaline silica in grass leaves. *Ann. Bot.* 23: 543-551.
- PIPERNO, D. 2006. *Phytoliths. A comprehensive guide for archaeologist and paleoecologist*. Altamira Press, Oxford, UK.
- PRASAD, V., C. E. STRÖMBERG, H. ALIMOHAMMADIAN & A. SAHNI. 2005. Dinosaur coprolites and the early evolution of grasses and grazers. *Science* 310: 1177-1180. <http://dx.doi.org/10.1126/science.1118806>
- PRYCHID, C.J., P.J. RUDALL & M. GREGORY. 2003. Systematics and biology of silica bodies in monocotyledons. *Bot. Rev.* 69: 377-440.
- RICHMOND, K.E. & M. SUSSMAN. 2003. Got silicon? The non-essential beneficial plant nutrient. *Curr. Opin. Plant Biol.* 6: 268–272. [https://doi.org/10.1016/S1369-5266\(03\)00041-4](https://doi.org/10.1016/S1369-5266(03)00041-4)
- SOUKUP, M., M. MARTINKA, M. CIGÁŇ, F. RAVASZOVÁ & A. LUX. 2014. New method for visualization of silica phytoliths in *Sorghum bicolor* roots by fluorescence microscopy revealed silicate concentration-dependent phytolith formation. *Planta* 240: 1365-1372. <https://doi.org/10.1007/s00425-014-2179-y>
- TOMLINSON, P.B. 1961. *Anatomy of the Monocotyledons II: Palmae*. Oxford University Press, London, UK.
- TWISS, P.C. 1992. Predicted world distribution of C3 and C4 grass phytoliths. In: RAPP, G. & S. C. MULHOLLAND (eds.), *Phytolith systematics*, pp. 113-128. Plenum Press, New York.

M. Fernández Honaine *et al.* - A simple technique for plant silica detection

WALLIS, L. A. 2003. An overview of leaf phytolith production patterns in selected northwest Australian flora. *Rev. Palaeobot. Palynol.* 125: 201-248.
[http://dx.doi.org/10.1016/S0034-6667\(03\)00003-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0034-6667(03)00003-4)

ZUCOL, A.F. 1999. Fitolitos de las Poaceae argentinas: IV. Asociación fitolítica de *Cortaderia selloana* (Danthonieae: Arundinoideae), de la provincia de Entre Ríos. *Natura Neotropicalis* 30: 2-33.



CARACTERIZACIÓN PALINOLÓGICA DE LA MIEL DE UN SECTOR DE LA REGIÓN CHAQUEÑA DE LA PROVINCIA DE TUCUMÁN (ARGENTINA)

PALYNOLOGICAL CHARACTERIZATION OF HONEY FROM A SECTOR OF THE CHACO REGION OF THE PROVINCE OF TUCUMAN (ARGENTINA)

Nora J. F. Reyes^{1*}, Patricia N. Asesor², Verónica N. Albarracín³, María E. García¹ y María L. Espeche¹

1. Laboratorio de Palinología, Fundación M. Lillo. Miguel Lillo 251, (T4000JFE) San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina.
2. Laboratorio de Taxonomía Fanerogámica, Fundación M. Lillo. Miguel Lillo 251, (T4000JFE) San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina.
3. Cátedra de Granja. Facultad de Agronomía y Zootecnia, Universidad Nacional de Tucumán, F. Ameghino s/n, Bº Mercantil, (T4105) El Manantial, Tucumán, Argentina.

*njreyes@lillo.org.ar

Citar este artículo

REYES, N. J. F., P. N. ASESOR, V. N. ALBARRACÍN, M. E. GARCÍA & M. L. ESPECHE. 2019. Caracterización palinológica de la miel de un sector de la región chaqueña de la provincia de Tucumán (Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 54: 367-379.

DOI: <http://dx.doi.org/10.31055/1851.2372.v54.n3.25360>



Recibido: 6 Marzo 2019
Aceptado: 22 Agosto 2019
Publicado: 30 Septiembre 2019
Editor: Gonzalo Márquez

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

SUMMARY

Background and aims: Argentina is among the leading producers and exporters of honey worldwide. Export mainly in bulk. To improve competitiveness, it launched a traceability system and quality regulations, based on the knowledge of the composition and availability of resources that allow differentiating honey by their geographical and botanical origin, data provided by the melisopalynological studies. The Chaco ecoregion and its apicultural capacity are the subject of many of these studies. In Tucumán, the Graneros Department located in this ecoregion, is promoted as a provider of beekeeping resources although the history of botanical and geographical characterization of honey is scarce. The objective of this work is the palynological characterization of honey, present in the Department Graneros of the Province of Tucumán.

M&M: Honey samples from 3 inter-annual beekeeping campaigns were qualitatively analyzed. The present pollen morphotypes and frequency classes were determined. Data were compared by correspondence analysis.

Results: A total of 54 morphological types were identified, 14 at a specific level, 25 generic and 15 family. Of these 11 were classified as very frequent, 10 frequent, 9 infrequent and the remaining rare. 76% of the samples are monofloral, of which 46% are from *Atamisquea emarginata*, 31% from *Sarcomphalus mistol* and 23% from *Prosopis* sp.

Conclusions: The interannual analysis of the honey from the Graneros Department (Tucumán), it helps to expand knowledge about the nectariferous resources of a sector of the Chaco Seco.

KEY WORDS

Honey, melisopalynology, region chaqueña, Tucumán

RESUMEN

Introducción y objetivos: Argentina se encuentra entre los principales productores y exportadores de miel a nivel mundial. Exporta principalmente a granel. Para mejorar la competitividad puso en marcha un sistema de trazabilidad y normativa de calidad, basado en el conocimiento de la composición y disponibilidad de recursos que permitan diferenciar las mieles por su origen geográfico y botánico, datos aportados por los estudios melisopalynológicos. La ecorregión del Chaco y su capacidad apícola son objeto de muchos de estos estudios. En Tucumán, el Departamento Graneros ubicado en dicha ecorregión, se potencia como proveedor de recursos apícolas a pesar de que son escasos los antecedentes de caracterización botánica y geográfica de miel. El objetivo de este trabajo es la caracterización palinológica de las mieles presentes en el Departamento Graneros de la Provincia de Tucumán.

M&M: Se analizaron cualitativamente muestras de miel de 3 campañas apícolas interanuales. Se determinaron los morfotipos polínicos presentes y las clases de frecuencia. Los datos fueron comparados mediante un análisis de correspondencia.

Resultados: Se identificaron un total de 54 tipos morfológicos, 14 a nivel específico, 25 genérico y 15 familia. De ellos 11 fueron clasificados como muy frecuentes, 10 frecuentes, 9 poco frecuentes y los restantes raros. El 76 % de las muestras son monoflorales, de ellas 46% son de *Atamisquea emarginata*, 31% de *Sarcomphalus mistol* y 23% de *Prosopis* sp.

Conclusiones: El análisis interanual de las mieles del Departamento Graneros (Tucumán), contribuye a ampliar el conocimiento sobre los recursos nectaríferos de un sector del Chaco Seco.

PALABRAS CLAVE

Miel, melisopalynología, región chaqueña, Tucumán

INTRODUCCIÓN

La producción y exportación de mieles en la República Argentina ha aumentado notablemente en los últimos 20 años. En la actualidad se encuentra entre los siete principales productores de miel, aportando alrededor del 4 % de la producción mundial. Es el principal exportador latinoamericano a nivel mundial y junto a China son los países que poseen la mayor especialización y competitividad en el mercado mundial de la miel (Magaña-Magaña *et al.*, 2017).

Sin embargo, a pesar de que la tendencia actual de los mercados se orienta hacia productos diferenciados por su calidad (origen botánico, origen geográfico, denominación de origen, etc.), las exportaciones argentinas se basan todavía mayoritariamente en la venta de un producto a granel. Para mejorar la competitividad de estos productos y generar un incremento en su cotización, se ha puesto en marcha un nuevo sistema de trazabilidad y norma de calidad (Ferrán *et al.*, 2002; Ministerio de Agroindustria de la Nación, 2018). Este sistema incluye entre otras medidas el registro de los eventos vinculados al origen de la miel, como su origen geográfico y botánico. En este sentido, los estudios melisopalinológicos son los que aportan los datos de composición y disponibilidad de los recursos nectaríferos y polínicos de una región y en consecuencia permiten caracterizar las mieles (Montenegro *et al.*, 2003; Forcone & Andrada, 2006; Sánchez & Vignale, 2009). Esta información imprime valor agregado a los productos melíferos (Salgado *et al.*, 2014) haciendo posible desarrollar una denominación de origen, tal como sucede con otros productos alimenticios (Tellería, 2001). Sin embargo, es necesario que estos estudios se extiendan por varios años consecutivos para lograr una tipificación apropiada (Accorti *et al.*, 1986) ya que existen factores, entre ellos los meteorológicos (temperatura y lluvia) y antrópicos (cultivo, forestación, desmonte, etc.), que inciden tanto en el comportamiento de las abejas como en la oferta florística modificando o condicionando los espectros polínicos (Jean-Prost, 1989; Philippe, 1990; Jato *et al.*, 1994).

Los estudios realizados hasta el momento sobre mieles argentinas permitieron caracterizar las mieles de las diferentes ecorregiones (Burkart *et al.*, 1999), como las del Espinal (Lusardi *et al.*,

2005; Caccavari & Fagúndez, 2010; Costa *et al.*, 2013, 2016; Fagúndez *et al.*, 2016), de la Pampa (Tellería, 1992, 1995, 1996; Forcone & Tellería, 1998, 2000; Forcone *et al.*, 2003, 2005; Naab & Tamame, 2007) y de la Selva de Yungas y Puna (Quiroga *et al.*, 2008; Sánchez & Vignale, 2009; Sánchez & Lupo, 2009, 2011, 2016; Burgos & Sánchez, 2014; Burgos *et al.*, 2015; Flores *et al.*, 2015; Méndez *et al.*, 2016). La gran extensión de la ecorregión del Chaco (Salgado *et al.*, 2014) y su potencial apícola fueron objeto de diversos estudios melisopalinológicos en diferentes provincias (Nuñez Camelino, 2000; Basilio & Noetinger, 2002; Montenegro & Chifa, 2004; Cabrera, 2006; Cabrera *et al.*, 2013; Salgado *et al.*, 2014; Aquino *et al.*, 2015; Carrizo *et al.*, 2015; Salgado, 2016). Sin embargo en Tucumán son escasos los antecedentes de caracterización botánica y geográfica de miel en todos sus ambientes (Pailhe & Popolizio, 1971; Popolizio & Pailhé, 1973; Albarracín *et al.*, 2014) a pesar de que posee áreas aptas para el desarrollo de la apicultura y un clima que posibilita el desarrollo de una abundante flora autóctona que propicia la producción de mieles con rasgos distintivos, como es el caso de “la miel de monte” (Albarracín *et al.*, 2014).

El departamento Graneros, ubicado al sur de la provincia de Tucumán, en la ecorregión Chaco Seco, constituye un área, donde la actividad apícola se potencia como proveedora de recursos económicos. El objetivo de este estudio fue la caracterización palinológica de las mieles de dicho departamento como aporte al conocimiento de la flora melífera que contribuye a la producción apícola de la zona.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizaron 34 muestras de miel de *Apis mellifera* L. producidas por colmenas ubicadas en cuatro localidades (Lamadrid, Viltrán, Taco Ralo y Páez) del departamento Graneros, ubicado al sureste de la provincia de Tucumán (Fig. 1).

Este departamento, se sitúa en las regiones agroecológicas Llanura deprimida y Llanura chaco pampeana (Zuccardi & Fadda, 1985). Su vegetación natural consiste en bosques mesofíticos o xerófilos caducifolios, pertenecientes a la ecorregión Chaco Seco. En ella el clima es semiárido cálido (Zuccardi &

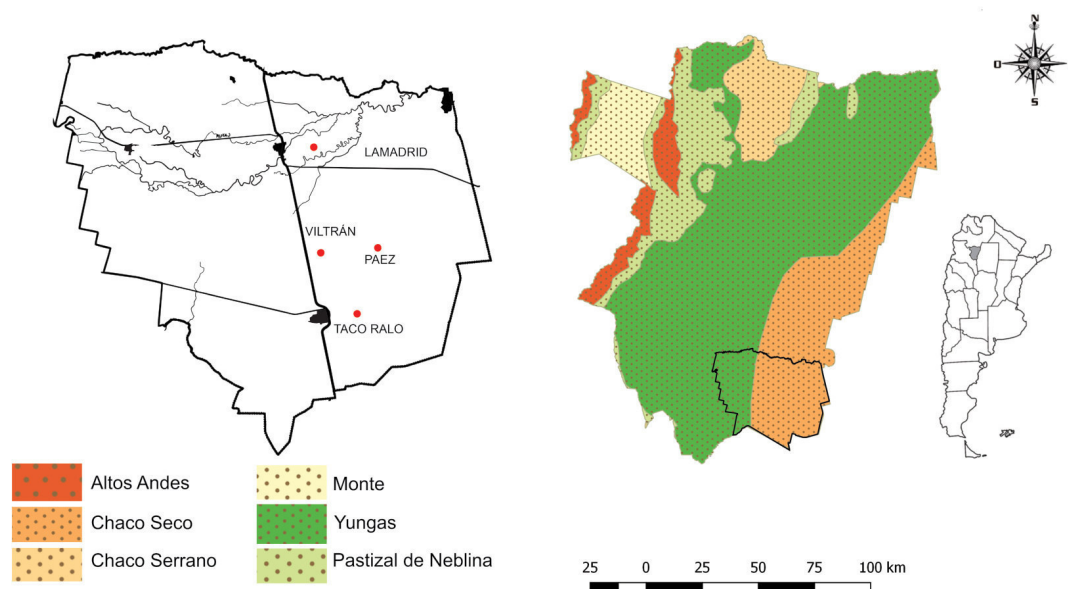


Fig. 1. Distribución geográfica de las colmenas muestreadas y ecorregiones de la provincia de Tucumán. Fuente: Dirección de Tecnologías de la información, Secretaría de Gestión Pública y Planeamientos, Gobierno de Tucumán, 2017. Infraestructura de Datos Espaciales, Provincia de Tucumán, departamento SIG. Secretaría de Planeamiento, 2010.

Fadda, 1985), con precipitaciones anuales entre 500 a 650 mm. La mayoría de los suelos son de naturaleza salino-sódica lo que define una limitación edáfica, salinidad y alcalinidad sódica (Torrella & Adámoli, 2006). Según el informe técnico de la Comisión de emergencia para el tratamiento de la problemática de inundaciones en el sur de la provincia de Tucumán, este de Catamarca y Río Hondo (DRH, 2017), en el departamento Graneros, los desmontes se estiman en 95.000 ha en las últimas 3 décadas. Lo que, junto con cambios en el uso del suelo como los malos manejos del ganado, la extracción forestal o la agricultura han tenido como consecuencia un aumento en el riesgo de inundaciones.

El sitio de muestreo corresponde a una zona baja, con planicies cultivadas, restos de bosques chaqueños y zonas anegadizas y salitrosas (González *et al.*, 2009). La vegetación está formada por pequeños bosques casi puros de algarrobos, con especies acompañantes como *Aspidosperma quebracho-blanco* Schltldl., *Parkinsonia praecox* (Ruiz & Pav. ex Hook.) Hawkins, *Sarcomphalus mistol* (Griseb.) Hauenschildy, *Vachellia aroma* (Gillies ex Hook. & Arn.) Seigler & Ebinger y *Senegalia praecox*

(Griseb.) Seigler & Ebinger. En el sotobosque se diferencian especies de arbustos y gramíneas entre los que se destacan *Atamisquea emarginata* Miers ex Hook. & Arn., *Opuntia* Mill. y otros cactus.

Las muestras de mieles fueron aportadas por apicultores del Programa Cambio Rural, del Ministerio de Agroindustria de la Nación, con apoyo técnico del INTA. La oferta de floración, en la ecorregión del Chaco, a diferencia de otras regiones argentinas, se produce en dos momentos del año fines de invierno-comienzos de primavera y durante el verano (Salgado *et al.*, 2014). Motivo por el cual algunos de los productores apícolas de las cuatro localidades realizaron estas dos cosechas anuales, resultando en tres campañas correspondientes a los períodos 2012-2013 (campaña I), 2013-2014 (campaña II) y 2014-2015 (campaña III). Las cuatro localidades donde se ubicaron las colmenas no contaron con dos cosechas en todos los casos, por lo que se unificaron los datos en cada campaña (Tabla 1). En la campaña III no se consideraron muestras de los primeros meses de 2015 (enero-marzo), debido a que las colmenas se vieron afectadas por inundación de los sectores donde estaban

Tabla 1. Datos de cosechas por campaña. Abreviaturas= I: campaña 2012-2013; II: campaña 2013-2014; III: campaña 2014-2015.

N° de Muestra	Campaña	Fecha Cosecha	Apicultor	Localidad
1	I	set-12	Juan Aparicio	Paez
2	I	Oct-12	Juan Aparicio	Paez
3	I	Oct-12	Miguel Scaglioni	Paez
4	I	Oct-12	Martín Ruiz	Viltrán
5	I	Nov-12	Bruno José	Taco Ralo
6	I	Nov-12	Scaglioni-Corvalán	Taco Ralo
7	I	Nov-12	Miguel Scaglioni	Taco Ralo
8	I	Nov-12	Jorge Rivalta	Taco Ralo
9	I	Nov-12	Scaglioni-Corvalán	Taco Ralo
10	I	Nov-12	Jorge Rivalta	Taco Ralo
11	I	Nov-12	Jorge Rivalta	Taco Ralo
12	I	Jan-13	Juan Aparicio	Paez
13	I	Jan-13	Gino Cantela	Lamadrid
14	I	Jan-13	Juan Aparicio	Paez
15	I	Jan-13	Juan Aparicio	Paez
16	I	Jan-13	Juan Aparicio	Paez
17	I	Feb-13	Juan Aparicio	Paez
18	II	Oct-13	Juan Aparicio	Taco Ralo
19	II	Oct-13	Martín Ruiz	Viltrán
20	II	Nov-13	Martín Ruiz	Viltrán
21	II	Nov-13	Juan Aparicio	Taco Ralo
22	II	Nov-13	Juan Aparicio	Taco Ralo
23	II	Dec-13	Juan Aparicio	Taco Ralo
24	II	Dec-13	Juan Aparicio	Taco Ralo
25	II	Feb-14	Gino Cantela	Lamadrid
26	III	Aug-14	Juan Aparicio	Taco Ralo
27	III	set-2014	Miguel Scaglioni	Taco Ralo
28	III	set-2014	Miguel Scaglioni	Taco Ralo
29	III	Nov-14	Juan Aparicio	Taco Ralo
30	III	Nov-14	Juan Aparicio	Taco Ralo
31	III	Nov-14	Juan Aparicio	Taco Ralo
32	III	Nov-14	Juan Aparicio	Taco Ralo
33	III	Dec-14	Juan Aparicio	Taco Ralo
34	III	Dec-14	Juan Aparicio	Taco Ralo

emplazadas (Portal Apícola, 2015); por lo que se asumen como representativas de esta campaña, las muestras recolectadas durante los últimos meses de 2014 (noviembre-diciembre).

La economía familiar de los productores apícolas que aportaron las muestras estudiadas actualmente está representada por una ganadería de cría de ganado mayor y menor. Se localizan algunos cultivos de maíz y zapallos. En los últimos años, en suelos no salinos, se ha extendido el cultivo de soja y sorgo. Los excedentes de las producciones de autoconsumo se comercializan en ferias locales. Entre estas actividades se encuentra la producción apícola. El número de cajones por productor es aproximadamente de 70 colmenas con un manejo muy artesanal de sus apiarios, llegando, por la marginalidad de la zona a hacer un manejo casi libre de pesticidas para el control de enfermedades apícolas.

Análisis de mieles

Para el procesamiento de las muestras de miel se siguieron las normas del análisis cualitativo de Louveaux *et al.* (1978).

La determinación de los morfotipos polínicos se efectuó mediante comparación con colecciones de referencia. Una de estas colecciones se elaboró a partir de granos de polen proveniente de la vegetación ubicada en un área de 50 m de radio alrededor de los apiarios, recolectados durante la primera temporada apícola analizada. Además, se consultó la PAL-TUC (García *et al.*, 2017) y se utilizó bibliografía especializada (Markgraf & D'Antoni, 1978; Sáenz de Rivas, 1978; Pire *et al.*, 1998, 2001, 2006; Hesse *et al.*, 2009; García *et al.*, 2012). Los tipos polínicos se determinaron a nivel de especie, género y familia. El tipo morfológico políada corresponde a las especies *Senegalia gilliesii* (Steud.) Seigler & Ebinger y *S. praecox* (Griseb.) Seigler & Ebinger. Dentro del morfotipo Asteracea se incluyen *Baccharis* sp., *Eupatorium* sp., *Parthenium* sp., *Ambrosia* sp. y *Solidago* sp.

Las observaciones y los registros fotográficos se efectuaron con Microscopio óptico Zeiss Axio LAB. A1 con cámara incorporada AxioCam ERc5s.

Para determinar clases de frecuencia de los morfotipos polínicos se siguió Louveaux *et al.* (1978) y Fagúndez & Caccavari (2003). Se describieron como: polen dominante (D) más de 45 %, polen secundario (S) entre 15 y 45 %, polen de menor

importancia (M) entre 3 y 15 %, polen en traza o raro (T) menos del 3 % y polen esporádico o presente (+) <1 %. Los autores utilizan los términos esporádicos, raros, frecuentes y muy frecuentes para expresar la frecuencia de los granos de polen de plantas anemófilas y otras plantas con menos néctar.

Para clasificar la miel según su origen botánico se siguieron las categorías establecidas por la Resolución SAGPyA N° 1051/94 y su modificatoria 274/95. Se consideran mieles monoflorales o uniflorales aquellas en cuya composición se encuentre, como mínimo, un cuarenta y cinco por ciento (45 %) de polen de la misma familia, género o especie floral y mieles multiflorales a las que presentan en su composición polen de varias especies vegetales, sin que ninguna de ellas pueda considerarse predominante.

Análisis estadístico

Con la finalidad de observar la relación entre los tipos polínicos que componen las mieles y los periodos de producción se aplicó un Análisis de Correspondencia, para ello se utilizó el software "Infostat versión 2011" (Di Rienzo *et al.*, 2012). En este análisis, se tuvieron en cuenta los principales morfotipos polínicos presentes en las muestras de mieles, considerando como tales, a los presentes en tres o más cosechas. Este análisis es una técnica de ordenación que permite representar en un diagrama bi o tridimensional la asociación entre las variables analizadas en nuestro caso correspondiente a las estaciones de cada campaña, donde la proximidad entre los puntos representados (morfotipos polínicos) está relacionada con el nivel de asociación. Dentro de este análisis, los valores de porcentaje de inercia corresponden a la información contenida en cada dimensión, es decir, representan la importancia de cada una de ellas, cuanto mayor es su valor mejor representa las similitudes y diferencias entre las variables. El porcentaje acumulado y los valores Chi-cuadrado muestran a su vez la existencia de una relación significativa entre las variables.

RESULTADOS

El análisis polínico fue llevado a cabo sobre muestras de miel de tres campañas interanuales entre los años 2012-2015. En la campaña 2012-2013 (I) se reconocieron 41 tipos polínicos, 33 en la campaña 2013-2014 (II) y 32 en la de 2014-2015

(III). En total, considerando las tres campañas, se identificaron 54 tipos morfológicos, 14 de los cuales se determinaron a nivel de especie, 25 a nivel de género y 15 a nivel de familia (Tabla 2). Las clases de frecuencia de los tipos polínicos (dominantes, secundarios, de menor importancia y traza) se representan en la Fig. 2. No se incluyen en la gráfica los taxones representados por debajo del 1 %. *Atamisquea emarginata*, *Prosopis* sp. y *Sarcomphalus mistol* aparecen en las cuatro clases de frecuencia, mayormente como polen dominante.

El 76 % de las muestras son monoflorales. De ellas el 46 % son de *A. emarginata*, 31 % de *S. mistol* y 23 % de *Prosopis* sp. Estos tipos polínicos también aparecen en las mieles multiflorales como tipos polínicos secundarios en porcentajes que varían del 15 al 40 %. Otros tipos polínicos secundarios que componen las mieles multiflorales son: *P. praecox*, *Heliotropium* sp., Asteraceae, Myrtaceae, *Schinus* sp., *Cereus* sp., *Celtis* sp. y *Solanum argentinum* Bitter & Lillo en orden decreciente (Fig.2). Cabe aclarar que *Celtis* sp. no se incluye en el gráfico debido a que

Tabla 2. Composición de mieles monoflorales y multiflorales. Abreviaturas= I: campaña 2012-2013; II: campaña III: 2013-2014; C: campaña 3: 2014-2015.

Campaña	Tipo de Miel	Cantidad	Tipos Polínicos
I	Monofloral	3	<i>Prosopis</i> sp.
I	Monofloral	6	<i>Sarcomphalus mistol</i>
I	Monofloral	6	<i>Atamisquea emarginata</i>
I	Multifloral	1	<i>Atamisquea emarginata</i> <i>Sarcomphalus mistol</i> <i>Prosopis</i> sp. <i>Celtis</i> sp.
I	Multifloral	1	<i>Sarcomphalus mistol</i> <i>Schinus</i> sp. <i>Prosopis</i> sp.
II	Monofloral	4	<i>Atamisquea emarginata</i>
II	Monofloral	3	<i>Prosopis</i> sp.
II	Multifloral	1	<i>Prosopis</i> sp. Asteraceae
III	Monofloral	2	<i>Prosopis</i> sp.
III	Monofloral	2	<i>Atamisquea emarginata</i>
III	Multifloral	1	<i>Atamisquea emarginata</i> <i>Prosopis</i> sp. <i>Parkinsonia praecox</i>
III	Multifloral	1	<i>Atamisquea emarginata</i> <i>Cereus</i> sp. <i>Heliotropium</i> sp.
III	Multifloral	1	<i>Atamisquea emarginata</i> <i>Cereus</i> sp. <i>Heliotropium</i> sp.
III	Multifloral	1	<i>Prosopis</i> sp. <i>Parkinsonia praecox</i>
III	Multifloral	1	<i>Schinus</i> sp. Myrtaceae Asteraceae morfotipo 1

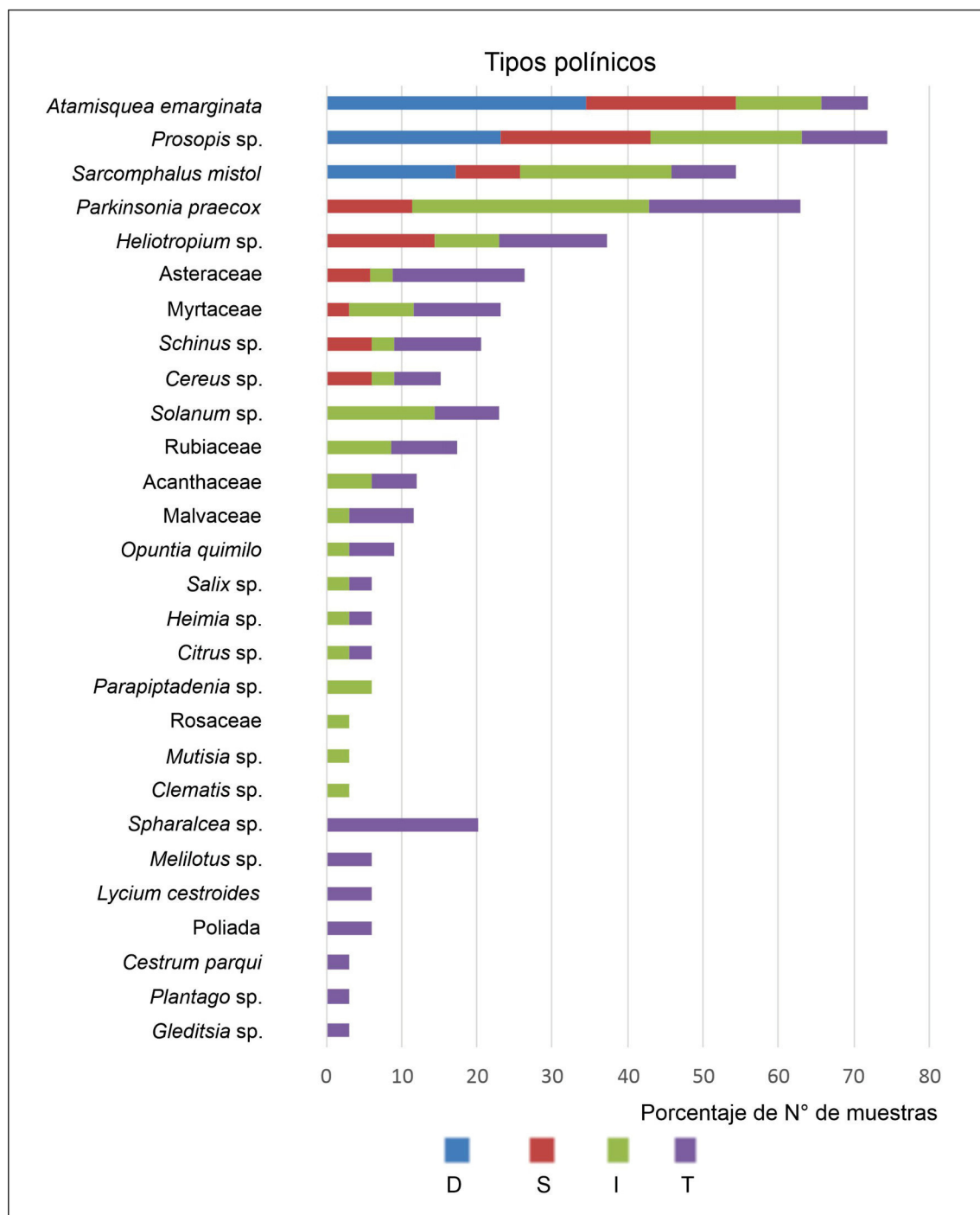


Fig. 2. Clases de Frecuencia. D: polen dominante (>45 %); S: polen secundario (16 %-45 %); I: polen de menor importancia 3 %-15%); T: polen traza (1 %-3 %). No se incluyen en la gráfica los taxones representados por debajo del 1 %.

pertenece a la categoría de especies anemófilas. En las muestras analizadas *Celtis* sp. ha sido identificado en el 48,6 % como polen esporádico, en el 23 % como raro y en el 3 % como frecuente. Lo mismo ocurre con *Solanum argentinum*, que no ostenta nectarios, pero se observó en 8,6 % de las muestras como esporádico y en un 3 % como polen frecuente.

Los tipos polínicos encontrados por debajo del 1% son: *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan, *Allophylus edulis* (A. St.-Hil., A. Juss. & Cambess.) Hieron. ex Niederl., Chenopodiaceae, *Solanum elaeagnifolium* Cav., Cactaceae, *Ambrosia* sp., *V. aroma*, Urticaceae, *Gomphrena* sp., Poaceae, *Mimosa* sp., Lamiaceae, *Aspidosperma quebracho-blanco* Schltld., Pinaceae, *Morus* sp., *Juglans australis* Griseb., Verbenaceae, Cyperaceae y Meliaceae. La presencia de *Ambrosia* sp., Chenopodiaceae, Urticaceae, Poaceae, Pinaceae, *Morus* sp. y Cyperaceae, principalmente anemófilas, debe caracterizarse como esporádica, y se explica de la misma forma que la presencia de *Celtis* sp. y *Solanum argentinum*.

El Análisis de Correspondencia, permitió ordenar y visualizar las asociaciones entre las cosechas de cada campaña y los principales tipos polínicos, observándose en el diagrama cartesiano que la campaña II con sus dos cosechas y la primavera de la campaña III son más próximas, es decir que poseen perfiles parecidos en cuanto a la composición de tipos polínicos. Dos de los tipos polínicos más abundantes como son *Atamisquea emarginata* y *Prosopis* sp. se relacionan con estas cosechas. La primavera y el verano de la campaña I se alejan del grupo anterior relacionándose más cercanamente con otros tipos polínicos como *S. mistol* que se destaca como tipo polínico abundante y por conformar mieles monoflorales. Por último, el verano de la campaña III evidencia en el gráfico su particularidad al no contar con muestras de los meses de pleno verano. El primer eje, del diagrama explicó el 49,48 % de la variación y el segundo el 33,06 % (Fig. 3). La Tabla 3, muestra los resultados de los valores de porcentaje de inercia, porcentaje acumulado y Chi-cuadrado.

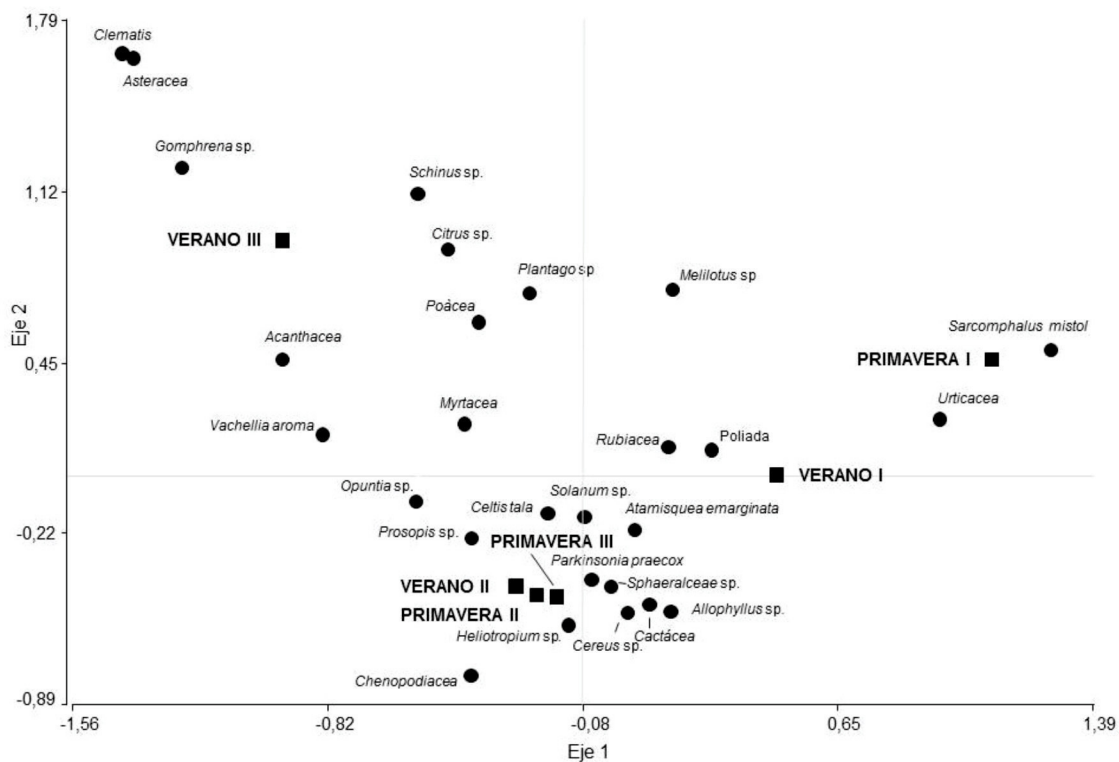


Fig. 3. Diagrama de correspondencia para los principales morfotipos polínicos y su relación con las campañas.

Tabla 3. Resultados de los valores de porcentaje de inercia, porcentaje acumulado y Chi-cuadrado.

	Autovalor	Inercias	Chi-Cuadrado	(%)	% Acumulado
1	0.64	0.41	237.16	49.48	49.48
2	0.52	0.27	158.49	33.06	82.54

DISCUSIÓN

Las mieles del departamento Graneros analizadas presentan un predominio de mieles monoflorales sobre las multiflorales. Los tipos polínicos dominantes son *A. emarginata*, *Prosopis* sp. y *S. mistol*, especies típicas de la ecorregión chaqueña según Morello *et al.* (2012) y calificadas como plantas melíferas de primer orden para dicho ambiente por Arenas (2003). A su vez, los mismos tipos polínicos también aparecen en la conformación de mieles multiflorales como secundarios. *Prosopis* sp. y *S. mistol* cuentan con antecedentes en la producción de mieles monoflorales (Cabrera, 2006; Salgado, 2006), mientras que *A. emarginata* lo hace en la conformación de mieles mixtas (Salgado *et al.*, 2014). Si bien *Prosopis* y *Acacia* han sido mencionadas como especies distintivas en la composición de mieles chaqueñas, estas también lo son en mieles de otras regiones como la Pampeana (Naab & Tamame, 2007) y el Monte (Forcone & Tellería, 2000).

La flora nativa, especialmente las especies arbóreas son los principales recursos para el desarrollo de las colmenas de la ecorregión chaqueña (Cabrera, 2006; Carrizo *et al.*, 2015) lo mismo ocurre en el departamento Graneros, al observarse la composición de los tipos polínicos más abundantes. La presencia de tipos polínicos de especies anemófilas podría deberse a contaminación del néctar dentro de las colmenas por polen que las abejas llevan en sus corbículas (Soderstron & Calderon 1971; Basilio & Romero 1996; Salgado & Pire 1999).

Las familias con mayor representatividad, por diversidad de especies o por porcentaje de aparición son Fabaceae y Asteraceae. La importancia apícola de estas familias está documentada para la ecorregión del Chaco por Andrada & Tellería. (2002), Forcone *et al.*, (2003), Cabrera & Salgado (2006), Salgado (2006); Caccavari & Fagúndez,

(2010), Salgado *et al.* (2014) y Aquino *et al.* (2015). Este hecho se atribuye a su morfología floral y a la oferta de néctar adecuadas al trabajo de pecoreo de las obreras Salgado *et al.* (2014).

La ecorregión del Chaco fue declarada como Prioridad I (Máxima Prioridad) para los planes de conservación del Banco Mundial y el World Wildlife Foundation (WWF) debido a la notoria degradación que sufrió a lo largo de los años (Dinerstein *et al.*, 1995). El incremento en el desarrollo de trabajos melisopalínológicos de esta región, permite conocer datos sobre los productos melíferos que se generan localmente, brindando una razón más desarrollar políticas de conservación del bosque nativo.

El análisis de las mieles del departamento Graneros (Tucumán), situado en la ecorregión Chaco Seco, contribuye a ampliar el conocimiento sobre los recursos nectaríferos del noroeste del país. Se destacan condiciones muy favorables para la actividad apícola, que se potencia como proveedora de recursos económicos en un área sujeta a recurrentes inundaciones que condicionan el desarrollo de otras actividades agropecuarias.

CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos y la contribución de otros trabajos para la ecorregión del Chaco podemos enunciar las siguientes características para las mieles del departamento Graneros:

- Los tipos polínicos dominantes son *Atamisquea emarginata*, *Prosopis* sp. y *Sarcomphalus mistol*.
- Existe un alto porcentaje de mieles monoflorales (76%) de las especies antes mencionadas.
- Se refleja alta frecuencia de aparición de polen de especies arbóreas o arbustivas autóctonas.
- Se observó escasa frecuencia de polen de origen exótico.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORES

Todos los autores de este trabajo han contribuido por igual a su desarrollo.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Fundación Miguel Lillo por brindar financiamiento y permanente apoyo al proyecto. Al Lic. Hugo Ayarde por sus correcciones y aportes.

BIBLIOGRAFÍA

- ACCORTI, M., L. PERSANO ODDO, M. PIAZZA & A. SABATINI. 1986. Schede di caratterizzazione delle principali qualità di miele italiano. *Apicoltura* 2: 1-35.
- ALBARRACÍN, V. N., M. E. GARCÍA & N. J. F. REYES. 2014. Caracterización y tipificación de mieles de monte del departamento de Graneros provincia de Tucumán. Rep. Argentina, resultados preliminares. *Rev. Agr. Agron. Noroeste Argent.* 34: 100-103.
- ANDRADA, A. C. & M. C. TELLERÍA. 2002. Botanical origin of honey from south of Calde'n district (Argentina). *Grana* 41: 58-62.
<http://dx.doi.org/10.1080/00173130260045512>
- AQUINO, D., N. PELLIZSER, D. MIRANDA & C. SALGADO. 2015. Contenido polínico de mieles de *Apis mellifera* L. producidas en Misiones, Argentina. *Revista Forestal Yyratea* 22: 8-12.
- ARENAS, P. 2003. *Etnografía y alimentación entre los toba-ñachilamoleek y Wichi-Ihuku'tas del Chaco Central (Argentina)*. Ira ed. Pastor Arenas, Bs. As.
- BASILIO, A. & E. ROMERO. 1996. Contenido polínico de las mieles de la región del Delta del Paraná (Argentina). *Darwiniana* 34: 113-120.
<https://www.jstor.org/stable/23223187>
- BASILIO, A. M. & M. NOETINGER. 2002. Análisis polínicos de mieles de la región Chaqueña: Comparación del origen floral entre zonas: Domo central y Esteros, Cañadas y Selvas de Rivera. *Rev. Investig. Agropecu.* 31: 127-134.
- BURGOS, M. & A. SÁNCHEZ. 2014. Preferencias alimenticias en las mieles inmaduras de *Apis mellifera* en el Chaco Serrano (Jujuy, Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 49: 41-50.
<http://dx.doi.org/10.31055/1851.2372.v49.n1.7820>
- BURGOS, M. G., A. C. SANCHEZ & L. C. LUPO. 2015. Análisis polínico de cargas corbiculares de *Apis mellifera* del Chaco Serrano, Jujuy (Argentina). *Lilloa*. 52: 3-11.
<http://lilloa.org.ar/publicaciones/lilloa/v52n1/a01>
- BURKART, R., N. O. BÁRBARO, R. O. SÁNCHEZ & D. A. GÓMEZ. 1999. *Ecorregiones de la Argentina*. APN-PRODIA, Buenos Aires.
- CABRERA, M. M. 2006. Caracterización polínica de las mieles de la provincia de Formosa, Argentina. *Rev. Mus. Argentino Cienc. Nat.* 8: 135-142.
- CABRERA, M. M. & C. R. SALGADO. 2006. Contribución al estudio de la flora melífera de la provincia de Formosa, Argentina. *Comunicaciones Científicas y Tecnológicas*. Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes Argentina. Disponible en <http://www.guarani.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt2006/06-Biologia/2006-B-001.pdf>. [Acceso: 21 agosto 2019].
- CABRERA, M., A. ANDRADA & L. GALLEZ. 2013. Floración de especies con potencial apícola en el Bosque Nativo Formoseño, Distrito Chaqueño Oriental (Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 48: 477-491. <http://digital.cic.gba.gob.ar/handle/11746/6546>
- CACCAVARI, M. & G. FAGÚNDEZ. 2010. Pollen spectra of honeys from the Middle Delta of Paraná River (Argentina) and their environmental relationship. *Span. J. Agric. Res.* 8: 42-52.
<http://dx.doi.org/10.5424/sjar/2010081-1142>
- CARRIZO, E. D. V., M. O. PALACIO, H. J. MÜLLER, M. F. EPSTEIN VITTAR & F. N. CÉSPEDES. 2015. Especies de interés apícola en la flora del departamento Ojo de Agua, Santiago del Estero, Argentina. *Quebracho: Revista de Ciencias Forestales* 23: 15-26.
- COSTA, M. C., V. A. VERGARA-ROIG & S. C. KIVATINITZ. 2013. A melissopalynological study of artisanal honey produced in Catamarca (Argentina). *Grana* 52: 229-237
<https://doi.org/10.1080/00173134.2013.819525>
- COSTA, M. C., M. J. LOYOLA, D. OSÉS, V. A. VERGARA ROIG & S. C. KIVATINITZ. 2016. Marcadores polínicos en mieles del noroeste de la provincia de Córdoba, Argentina. *Darwiniana, nueva serie* 4: 277-290.
<https://doi.org/10.14522/darwiniana.v4i2.726>
- DINERSTEIN, E., D. M. OLSON, D. J. GRAHAM, A. L. WEBSTER, S. A. PRIMM, M. P. BOOKBINDER & G. LEDEC. 1995. *Una Evaluación del Estado de Conservación de las Ecoregiones Terrestres de América Latina y el Caribe*. WWF- Banco Mundial, Washington D.C. Disponible en: <http://documentos.bancomundial.org/curated/es/917091468269687252/Una-evaluacion-del-estado-de-conservacion-de-las-ecoregiones-terrestres-de-america-latina-y-el-Caribe>. [Acceso: 21 agosto 2019].
- DI RIENZO, J. A., F. CASANOVES, M. G BALZARINI, L. GONZALEZ, M. TABLADA & C. W. ROBLEDO. 2012. Grupo InfoStat FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Disponible en: <http://www.infostat.com.ar> [Acceso: 21 agosto 2019].

- DRH. 2017. Dirección de recursos Hídricos Tucumán. Informe Técnico. Documento síntesis. Comisión de emergencia para el tratamiento de la problemática de inundaciones en el sur de la provincia de Tucumán, este de Catamarca y Río Hondo. Disponible en: http://www.recursoshidricos.gov.ar/webdrh/_docs/CIST-Informe%20Completo.pdf. [Acceso: 21 agosto 2019].
- FAGÚNDEZ, G. A. & M. A. CACCAVARI. 2003. Caracterización polínica y organoléptica de algunas mieles monoflorales del centro de la provincia de Entre Ríos, Argentina. *Polen* 12: 77-95.
- FAGUNDEZ, G. A., P. D. REINOSO & P. G. ACEÑOLAZA. 2016. Caracterización y fenología de especies de interés apícola en el departamento Diamante (Entre Ríos, Argentina), *Bol. Soc. Argent. Bot.* 51: 243-267.
- FERRÁN, A. M., E. GATTI & L. A. BALLESTRI. 2002. Análisis de las Fluctuaciones de los Precios de la Miel a Granel. *Ciencia Veterinaria* 4: 28-34. Disponible en: <https://cerac.unlpam.edu.ar/index.php/veterinaria/article/view/1964/1921>. [Acceso: 21 agosto 2019].
- FLORES, F. F., L. C. LUPO & N. I. HILGERTH. 2015. Recursos tróficos utilizados por *Plebeia intermedia* (Apiade, Meliponini) en la localidad de Baritú, Salta, Argentina. Caracterización botánica de sus mieles. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 50: 515-529.
- FORCONE, A. & M. C. TELLERIA. 1998. Caracterización palinológica de las mieles del Valle Inferior del Río Chubut (Argentina). *Darwiniana* 36: 81-86.
- FORCONE, A. & M. C. TELLERIA. 2000. Caracterización palinológica de las mieles de la llanura del Río Senguerr (Chubut, Argentina). *Darwiniana* 38: 267-271. <https://doi.org/10.14522/darwiniana.2014.383-4.172>
- FORCONE A., O. BRAVO & M. AYESTARÁN. 2003. Intraannual variations in the pollinic spectrum of honey from the lower valley of the River Chubut (Patagonia, Argentina). *Span. J. Agric. Res.* 1: 29-36. <http://dx.doi.org/10.5424/sjar/2003012-18>.
- FORCONE, A., G. AYESTARÁN, A. KUTSCHER & J. GARCIA. 2005. Palynological characterisation of honeys from the Andean Patagonia (Chubut-Argentina) *Grana*, 44: 202-208.
- FORCONE, A. & A. ANDRADA. 2006. *Flora Melífera de las Regiones Pampeana Austral y Patagonia Extra-andina*. 1ra ed. EdiUNS, Bahía Blanca.
- GARCÍA, M. E., N. J. F. REYES & H. G. RÍOS. 2012. *Atlas Polínico del NOA. Compendio fotográfico de granos de polen de plantas nativas y cultivadas del noroeste argentino*. 1ra ed. Editorial Académica Española, Saarbrücken.
- GARCÍA, M. E., M. L. ESPECHE & N. J. F. REYES. 2017. Palinoteca del Laboratorio de Palinología de Fundación Miguel Lillo (PAL-TUC), Tucumán, Argentina. *Boletín de la Asociación Latinoamericana de Paleobotánica y Palinología* 17: 1-11. Disponible en: <http://www.palino.com.ar/alpp/BoletinesALPP/ALPP-Boletin-vol17.pdf>. [Acceso: 21 agosto 2019].
- GONZÁLES, J. A., H. H. SALAS & J. M. CHANI. 2009. Reserva natural de uso múltiple “Chaco Tucumano” (Tucumán, Argentina). Integrando la preservación ambiental con el desarrollo rural en el sudeste de la provincia de Tucumán. *Serie Conservación de la naturaleza Fundación Miguel Lillo* 18:1-18.
- HESSE, M., H. HALBRITTER, R. ZETTER, M. WEBER, R. BUCHNE, A. FROSCHE-RADIVO & S. ULRICH. 2009. *Pollen terminology: An illustrated handbook*. Springer, Viena.
- JATO, M., M. IGLESIAS & V. RODRIGUEZ-GRACIA. 1994. A contribution to the environmental relationship of the pollen spectra of honeys from Orense (NW Spain). *Grana* 33: 260-267. <https://doi.org/10.1080/00173139409429008>
- JEAN-PROST, P. 1989. *Apicultura*. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
- LOUVEAUX, J., A. MAURIZIO & G. VORWHOL. 1978. Methods of Melissopalynology. *Bee World* 59: 139-157. <https://doi.org/10.1080/0005772X.1978.11097714>
- LUSARDI, M., D. PRADO & S. GATUSSO. 2005. Contenido polínico de las mieles del sur de la Provincia de Santa Fe (Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 40: 85-90.
- MAGAÑA-MAGAÑA, M. A., J. R. SANGINÉS-GARCÍA, P. E. LARA Y LARA, L. SALAZAR-BARRIENTOS & C. E. LEYVA-MORALES. 2017. Competitividad y participación de la miel mexicana en el mercado mundial. *Rev. Mex. Cienc. Pec.* 8: 43-52. <http://dx.doi.org/10.22319/rmcp.v8i1.4304>
- MARKGRAF, V. & H. D'ANTONI. 1978. *Pollen Flora of Argentina. Modern Spore and Pollen Types of Pteridophyta, Gymnospermae and Angiospermae*. 1ra ed. The University of Arizona Press, Arizona.
- MENDEZ, M. V., A. C. SANCHEZ, F. F. FLORES & L. C. LUPO. 2016. Análisis polínico de mieles inmaduras en el sector oeste de las yungas de Jujuy (Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 51: 449-462. <http://dx.doi.org/10.31055/1851.2372.v51.n3.15390>
- MINISTERIO DE AGROINDUSTRIA DE LA NACIÓN. 2018. Cadena Apícola. Informe de coyuntura mensual. Septiembre 2018. Disponible en: <http://www.alimentosargentinos.gov.ar/HomeAlimentos/Apicultura/documentos/informede coyunturaENERO.pdf>. [Acceso 1 noviembre 2018].
- MONTENEGRO, G., R. PIZARRO, G. ÁVILA, R. CASTRO, C. RÍOS, O. MUÑOZ, F. BAS & M. GÓMEZ. 2003. Botanical origin and chemical properties of honeys from an Arid Mediterranean Region of Chile *Cienc. Investig. Agrar.* 30(3): 161-174. <http://dx.doi.org/10.7764/rcia.v30i3.1311>

- MONTENEGRO, S. B., & C. CHIFA. 2004. Estudio integral de mieles del Chaco. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes Argentina. Disponible en <http://www.guarani.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt/2002/07-Tecnologicas/T-050.pdf>. [Acceso: 21 agosto 2019].
- MORELLO, J., A. RODRIGUEZ & M. SILVA. 2012. Ecorregión del Chaco Seco. En: GEPAMA, FADU, UBA (eds.) *Ecorregiones y Complejos Ecosistémicos Argentinos*, pp. 800 GEPAMA, FADU, UBA, Buenos Aires.
- NAAB, O. & M. A. TAMAME. 2007. Flora Apícola en la región del Monte de la provincia de La Pampa, Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 42: 251-259.
- NUÑEZ CAMELINO, A. A. 2000. Determinación del potencial apícola de las secciones 1º, 2º y 4º del Departamento Saladas de la Provincia de Corrientes. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina. Disponible en http://www1.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt/2000/5_agrarias/a_pdf/a_079.pdf. [Acceso: 21 agosto 2019].
- PAILHE, L. E & E. R. POPOLIZIO. 1971. Estudio Analítico de mieles tucumanas. *Fac. de Agron. y Zoot. UNT Miscelánea* 38: 1-5.
- PHILIPPE, J. M. 1990. *Guía del Apicultor*. Mundi-Prensa, Madrid.
- PIRE, S. M., L. M. ANZÓTEGUI & G. A. CUADRADO. 1998. *Flora Polínica del Nordeste Argentino*, Vol. 1. 1ra ed. EUDENE-UNNE, Corrientes.
- PIRE, S. M., L. M. ANZÓTEGUI & G. A. CUADRADO. 2001. *Flora Polínica del Nordeste Argentino*, Vol. 2. 1ra ed. EUDENE-UNNE, Corrientes.
- PIRE, S. M., L. M. ANZÓTEGUI & G. A. CUADRADO. 2006. *Flora Polínica del Nordeste Argentino*, Vol. 3. 1ra ed. EUDENE-UNNE, Corrientes.
- POPOLIZIO, E. R. & L. A. PAILHÉ. 1973. Espectro Floral Apícola - XXIV Congreso Internacional de Apicultura - Apimondia - Bs. As. Argentina.
- PORTAL APÍCOLA. 2015. Colmenas bajo agua en Tucumán. Disponible en: <http://api-cultura.com/colmenas-bajo-agua-en-tucuman/>. [Acceso 5 noviembre 2018]
- QUIROGA, V., G. LUNA & S. MARTÍNEZ. 2008. Origen Botánico y Propiedades Físicas y Químicas de Miel Primaverales de Cinco Localidades del Valle Central de Catamarca. *Ciencia*. 3(5): 85. Disponible en <http://www.exactas.unca.edu.ar/revista/v50/pdf/RevCiencia5-5.pdf>. [Acceso: 21 agosto 2019].
- RESOLUCIÓN SAGPYA Nº 1051/94. 1994. Tipificación por origen botánico. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. Disponible en: https://apicultura.fandom.com/wiki/Resoluci%C3%B3n_SAGPyA_N%C2%BA_1051/94. [Acceso: 21 agosto 2019].
- RESOLUCIÓN SAGPYA Nº 274/95. 1995. Tipificación por origen botánico. Modificatoria de Resolución 1051/94. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. Disponible en: https://apicultura.fandom.com/wiki/Resoluci%C3%B3n_SAGPyA_N%C2%BA_1051/94. [Acceso: 21 agosto 2019].
- SÁENZ-DE RIVAS, C. 1978. *Polen y esporas (Introducción a la Palinología y vocabulario palinológico)*. 1ra ed. Blume Ediciones, Madrid.
- SALGADO, C. R. & S. M. PIRE. 1998. Análisis polínico de mieles del Noroeste de la provincia de Corrientes (Argentina). *Darwiniana* 36: 87-93.
- SALGADO, C. R. & S. M. PIRE. 1999. Contribución al conocimiento del contenido polínico de mieles de Corrientes. En M. GRIFFIN (ed.). *X Simposio Argentino de Paleobotánica y Palinología*, pp 95-99. Asociación Paleontológica Argentina, Buenos Aires.
- SALGADO, C. R. 2006. *Flora melífera en la provincia del Chaco*. PROSAP-Ministerio de la Producción del Chaco, Chaco.
- SALGADO, C. R., G. PIEZKO & M. C. TELLERÍA. 2014. Aporte de la melisopalínología al conocimiento de la flora melífera de un sector de la provincia fitogeográfica chaqueña, Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 49: 513-524.
- SALGADO, C. R. 2016. *Caracterización botánica y geográfica de las mieles producidas por Apis mellifera L. en la provincia del Chaco, a partir de su composición polínica y parámetros físico-químicos*. Tesis Doctoral, UNNE, Corrientes.
- SÁNCHEZ, A. C. & L. LUPO. 2009. Asteraceae de Interés en la Melisopalínología. Bosque Montano de las Yungas (Jujuy-Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 44: 57-64.
- SÁNCHEZ, A. C. & N. D. VIGNALE. 2009. Flora Apícola de la Quebrada de Humahuaca. *Arnaldoa* 16: 101-108.
- SANCHEZ, A. & L. LUPO. 2011. Origen botánico y geográfico de las mieles de El Fuerte, Departamento de Santa Bárbara, Jujuy, Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 46: 105-111.
- SÁNCHEZ, A. C. & L. C. LUPO. 2016. Caracterización Palinológica de Miel de la Zona I: Prepuna. (Jujuy, Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 51: 441-448.
- SODERSTRON, T. R. & C. E. CALDERON. 1971. Insect pollination in tropical rain forest grasses. *Biotropica* 3: 1-16. <http://dx.doi.org/10.2307/2989701>
- TELLERÍA, M. C. 1992. Caracterización botánica y geográfica de las mieles de la provincia Fitogeográfica Pampeana (República Argentina) I: Distrito Oriental. *Darwiniana* 31: 345-350.
- TELLERÍA, M. C. 1995. Plantas de importancia apícola del distrito Oriental de la región

N. J. F. Reyes *et al.* - Caracterización de mieles del Chaco tucumano

- Pampeana (Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 30: 131-136.
- TELLERÍA, M. C. 1996. Caracterización botánica y geográfica de las mieles de la provincia Fitogeográfica Pampeana (República Argentina) III: Noreste de la Provincia de La Pampa. *Darwiniana* 34: 245-249.
- TELLERÍA, M. C. 2001. El polen de las mieles, un indicador de su procedencia botánica y geográfica. *Ciencia Hoy* 11(62): 63-66.
- TORRELLA, S. A. & J. ADAMOLI. 2006. Situación ambiental de la ecorregión del Chaco Seco. En: A. BROWN, U. MARTINEZ ORTIZ, M. ACERBI, & J. CORCUERA (eds.), *La Situación Ambiental Argentina 2005*, pp. 73-100. Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires.
- ZUCCARDI, R. B. & G. S. FADDA. 1985. Bosquejo agrológico de la provincia de Tucumán. *Fac. de Agron. Y Zoot. UNT Miscelánea* 86: 1-5.



EVALUACIÓN PRELIMINAR DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE PLANTAS: COMPARACIÓN DE DOS MÉTODOS APLICADOS AL GÉNERO *GAVILEA* (ORCHIDACEAE)

PRELIMINARY EVALUATION OF THE CONSERVATION STATUS OF PLANTS: COMPARISON OF TWO METHODS APPLIED TO THE GENUS *GAVILEA* (ORCHIDACEAE)

Victorio J. Dieta¹  y Fernando Biganzoli^{2*} 

1. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). EEA Delta, AER Delta Frontal. Calle Las Casuarinas s/n. Tigre, Provincia de Buenos Aires, Argentina.
2. Departamento de Métodos Cuantitativos y Sistemas de Información, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. Av. San Martín 4453 CABA, Argentina.


*biganzol@agro.uba.ar

Citar este artículo

DIETA, V. J. & F. BIGANZOLI. 2019. Evaluación preliminar del estado de conservación de plantas: comparación de dos métodos aplicados al género *Gavilea* (Orchidaceae). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 54: 381-393.

DOI: <http://dx.doi.org/10.31055/1851.2372.v54.n3.25362>



Recibido: 22 Febrero 2019
Aceptado: 26 Agosto 2019
Publicado: 30 Septiembre 2019
Editor: Omar Varela 

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

SUMMARY

Background and aims: It is essential to know the conservation status of the species, in order to prioritize intervention and management of the most threatened species populations. Usually available information is not enough for a definitive evaluation; therefore, it is important to develop rapid assessment methods of conservation status. In this work we performed a preliminary assessment of the conservation status for the Patagonian orchid genus *Gavilea* (Orchidaceae, Chloraeinae), and we compared our results with that obtained by experts.

M&M: We compiled a database with location and collection date of herbarium specimens of the 17 species of *Gavilea*. We apply an adaptation of the criteria proposed by Krupnik *et al.*, (2009) related to the geographical and temporal distribution of the collections. We compare the classification obtained with those published by experts.

Results: We categorize the 17 species, with 1 *Potentially Extinct species*, 6 *Potentially Threatened species* and the remaining 10 *Potentially Not Threatened species*. In addition, we found that 15 of the 17 species coincide in their classification with the evaluation of experts; only for *G. platyantha*, our categorization was more optimistic than that of experts.

Conclusions: The method allowed to categorize all the species and determine the priorities for future studies or interventions. In most cases, the categorization coincided with that carried out by experts. In general, we consider that the method is a good tool to generate an assessment of the preliminary conservation status of plant species.

KEY WORDS

Conservation status, expert evaluation, *Gavilea*, herbarium records, IUCN.

RESUMEN

Introducción y objetivos: Conocer el estado de conservación de las especies es fundamental para dar prioridad de intervención y manejo a las poblaciones de las especies más amenazadas. Muchas veces la información disponible no alcanza para una evaluación definitiva por lo que es importante desarrollar métodos de evaluación rápida. En este trabajo realizamos la evaluación preliminar del estado de conservación mediante información obtenida de ejemplares de herbario del género de orquídeas patagónicas *Gavilea* (Orchidaceae, Chloraeinae), y comparamos nuestros resultados con el estado de conservación de evaluaciones exhaustivas realizadas por expertos.

M&M: Compilamos una base de datos con registros de localidad y fecha de colección de ejemplares de herbario de las 17 especies de *Gavilea*. Aplicamos una adaptación de los criterios propuestos por Krupnik y colaboradores (2009) relacionados con la distribución geográfica y temporal de las colecciones. Comparamos la clasificación obtenida con las publicadas por expertos.

Resultados: Categorizamos a las 17 especies, con 1 especie *Potencialmente Extinta*, 6 especies *Potencialmente Amenazadas* y las restantes 10 especies *Potencialmente No Amenazadas*. Encontramos que 15 de las 17 especies coinciden en su clasificación con la evaluación de expertos; solo para *G. platyantha*, nuestra categorización fue más optimista que la de expertos.

Conclusiones: El método permitió categorizar a todas las especies y determinar las prioridades para futuros estudios o intervenciones. En la mayoría de los casos, la categorización coincidió con la realizada por expertos. En general, consideramos que el método es una buena herramienta para generar una valoración del estado preliminar de conservación de las especies vegetales.

PALABRAS CLAVE

Ejemplares de herbario, estado de conservación, *Gavilea*, evaluación de expertos, IUCN.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad existe una rápida reducción de la biodiversidad que se debe, directa o indirectamente, a actividades humanas (Vitousek, 1992; Swingland, 2001; Van Dyke, 2008). Entre las principales causas de la disminución de biodiversidad se pueden mencionar la pérdida o alteración de hábitats, el cambio climático y la invasión de especies (Sala *et al.*, 2000). Algunos indicadores de presión sobre la biodiversidad como el consumo de recursos por parte de los seres humanos, la fragmentación de hábitats y la presencia de especies exóticas invasoras han ido en aumento en las últimas cuatro décadas (Butchart *et al.*, 2010). Ante esto, disminuir la tasa de pérdida de la biodiversidad en general, y en especial en plantas, es fundamental para satisfacer las necesidades presentes y futuras de bienes relacionados con los vegetales y mantener su papel fundamental como proveedoras de servicios ecosistémicos (Krupnick *et al.*, 2009; Schatz, 2009). Conocer el estado de conservación de las especies, para saber cuáles son las especies amenazadas y así implementar herramientas de conservación adecuadas es de fundamental importancia (Rivers *et al.*, 2010).

A nivel mundial, estimaciones basadas en especies endémicas indican que entre el 22 y el 47% de las especies de plantas se encontrarían amenazadas (Pitman & Jorgensen, 2002). Sin embargo, solo se tienen datos del estado de conservación del 4% de las especies de plantas (Stuart *et al.*, 2010, Rivers *et al.*, 2010). La Estrategia Global para Conservación Vegetal (GSPC, por sus siglas en inglés) destaca la importancia de conocer el estado de conservación de las especies vegetales, afirmando la importancia de realizar evaluaciones preliminares del estado de conservación de todas las especies vegetales conocidas a nivel nacional, regional e internacional (UNEP, 2002). Sin embargo, el GSPC no especifica ningún método para realizar las evaluaciones preliminares del estado de conservación (Miller *et al.*, 2012).

Existen distintos métodos para evaluar el estado de conservación de las plantas (Kricsfalusy & Trevisan, 2014) que pueden agruparse en métodos basados en puntuación, en juicios cualitativos y en reglas de decisión (Mace *et al.*, 2007). Los métodos basados en puntuación asignan valores a distinto número de atributos, y los combinan para

obtener un índice del estado de conservación que serviría para ordenar a las especies consideradas. Un problema con estos métodos puntuables es que no existe un vínculo con el riesgo de extinción, y la ponderación de cada criterio es muchas veces arbitraria y frecuentemente obstaculizada por la falta de datos (Mace *et al.*, 2007). Ejemplos de estos métodos son el índice que utilizaron Kricsfalusy & Trevisan (2014) para evaluar el estado de conservación de las especies raras de la flora de la provincia de Saskatchewan (Canadá) o el índice SUMIN propuesto por Reca *et al.* (1994) para evaluar el estado de conservación de la fauna. En este último índice, mediante la suma de los valores otorgados a 12 criterios se ordena a cada especie según prioridades de conservación. Algunas de las variables que utiliza son distribución de la especie, amplitud en el uso del hábitat, potencial reproductivo y tamaño poblacional (Acosta & Murúa, 1999). El segundo conjunto de métodos evalúa el estado de conservación utilizando criterios cualitativos. La determinación del estado de una especie se realiza con base en la opinión de expertos (Master, 1991). Un ejemplo en la Argentina es el sistema PlanEAR (2009-2018), una base de datos de plantas endémicas de Argentina más algunas especies compartidas con Uruguay y con Chile. En este sistema se realiza una categorización preliminar del grado de amenaza de cada especie con base en información existente. Para la asignación de las categorías se privilegia el criterio de los expertos consultados. Las variables requeridas son área de distribución y abundancia relativa o rareza de la especie estudiada. Un problema de este tipo de métodos es la ponderación final tanto más incierta a medida que se evalúan especies con menos datos disponibles. El tercer conjunto de métodos incluye los basados en reglas de decisión, que utilizan criterios con límites o umbrales explícitos para asignar un riesgo de extinción. Este método es más objetivo para asignar categorías a las especies, necesitan relativamente menor cantidad de datos que las evaluaciones definitivas y brindan resultados repetibles y reevaluables frente a nueva información de las especies. El sistema más utilizado de este tercer tipo es la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés), que ha sido ampliamente usado para completar las evaluaciones mundiales de conservación de

especies (Miller *et al.*, 2013). La Lista Roja de la IUCN tiene como objetivo categorizar a las especies según su riesgo de extinción basándose en diferentes criterios (Rivers *et al.*, 2010). Se puede evaluar el estado actual de una especie, su historia pasada, o se puede especular sobre su declive en el futuro (Miller *et al.*, 2012). Algunos de los criterios utilizados por IUCN, como el A, C, D y E (IUCN, 2017) utilizan datos demográficos que son muy difíciles de conseguir en plantas, mientras que otros, como el criterio B, están asociados con la distribución geográfica de la especie (Miller *et al.*, 2012).

Dentro del tercer grupo de métodos, encontramos también sistemas simplificados de evaluación preliminar del estado de conservación, que a partir de datos fácilmente disponibles podrían producir resultados verosímiles para un gran número de especies (Miller *et al.*, 2012). Un ejemplo de estos sistemas simplificados es el desarrollado por el Jardín Botánico de Nueva York, que utiliza datos de especímenes de herbarios para identificar las especies que se encuentran “en riesgo” (Miller *et al.*, 2013). Este método utiliza el cálculo de la extensión de las presencias (EOO, generalmente evaluada como el polígono convexo mínimo que incluye a todas las localidades conocidas de una especie) bajo el criterio B1 de la IUCN y clasifica a las especies como amenazadas si el área de distribución está por debajo de 20.000 km² (IUCN, 2017). Otro método es el del Instituto Smithsonian, desarrollado por Krupnick *et al.* (2009) que se basa en tres criterios relacionados con el área de distribución, con la cantidad de observaciones y con su distribución en el tiempo, utilizando como observaciones a ejemplares de herbarios.

La familia de las orquídeas presenta más especies amenazadas que cualquier otra familia de plantas (Nicholls 2004), y sus especies generalmente están entre los primeros organismos en desaparecer de un ecosistema perturbado (Dixon *et al.*, 2003). Solamente un tercio de las especies de orquídeas son terrestres; sin embargo, casi la mitad de las especies extintas según IUCN de 1999, son plantas terrestres perennes y herbáceas (Swarts & Dixon, 2009). Esto sugiere que las orquídeas terrestres estarían experimentando un mayor riesgo de extinción como resultado de múltiples factores de amenaza, como pérdida y degradación del hábitat,

herbivoría o cambios en el régimen de disturbios (Swarts & Dixon, 2009). El género *Gavilea* Poepp. está formado por diecisiete especies de orquídeas terrestres que habitan el sur de Argentina y el centro y sur de Chile (Zuloaga *et al.*, 2008; Chemisquy, 2012). Varias especies crecen en áreas protegidas, pero también es común encontrarlas en áreas urbanas o periurbanas (Chemisquy, 2012). Los factores más importantes que ponen en riesgo sus poblaciones son el pastoreo, la urbanización, la introducción de animales como el jabalí, la invasión de plantas exóticas como la retama, el cambio del uso del suelo causado por la agricultura y la forestación, y los incendios (Lehnebach, 1999; Chemisquy, 2013). Chemisquy (2013), con base en el conocimiento de las especies y en la observación de muchas de sus poblaciones a campo, evaluó el estado de conservación de las especies argentinas y chilenas. Esta evaluación previa, complementada con evaluaciones para IUCN realizadas para las especies chilenas (Chamorro, 2008; Novoa, 2008; Tala, 2010) permiten analizar el desempeño de métodos rápidos de evaluación del estado de conservación basados en la información contenida en los ejemplares de herbario. En el presente trabajo utilizamos una adaptación del método de Krupnick *et al.* (2009) y comparamos los resultados con los obtenidos por expertos en el género *Gavilea* (Orchidaceae, Chloraeinae). Los resultados aquí obtenidos, podrían luego aplicarse a especies de plantas de las que no contamos con información detallada ni con el criterio de los expertos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención de los datos

Relevamos los datos de especímenes de *Gavilea* que se encuentran en los herbarios BAA, BAB y SI (sensu Thiers 2019), en la base de datos Documenta Florae Australis (www.darwin.edu.au/iris) y citados en la bibliografía. De cada ejemplar obtuvimos los datos de localidad y fecha de colección. Eliminamos los ejemplares duplicados o con localidades inexistentes o que no pudimos interpretar. Confirmamos o completamos la georreferenciación de todos los ejemplares utilizando el programa Google Earth y cartografía de la zona.

Modelo de evaluación preliminar

Para evaluar el estado de conservación de las especies de *Gavilea* adaptamos el método de Krupnick *et al.*, (2009). Este método utiliza los criterios basados en la fecha, la distribución geográfica y la abundancia de las observaciones para clasificar a cada especie en tres categorías preliminares asociadas con las categorías de la Lista Roja de Especies de IUCN. Las tres categorías preliminares son: **Potencialmente Extinto**, que incluye las categorías extinto (EX) y extinto en estado silvestre (EW) de la Lista Roja de la IUCN, **Potencialmente Amenazada**, que incluye las categorías en peligro crítico (CR), en peligro (EN) y vulnerable (VU), y **Potencialmente No Amenazada**, que incluye las categorías casi amenazada (NT) y preocupación menor (LC) de la Lista Roja de la IUCN (IUCN, 2017). Las adaptaciones que aplicamos al método se refieren a la forma de identificar subpoblaciones (Paso 2) y a los umbrales relacionados con características históricas en el área de estudio (Pasos 1, 3 y 4). A continuación, describimos los 4 pasos del método (Fig. 1) y las reglas de decisión utilizadas en este estudio:

Paso Uno: Nos permite evaluar si una especie disminuyó marcadamente la densidad de sus poblaciones o es extremadamente rara, hasta el punto de que ha sido indetectable por parte de los botánicos durante un largo período de tiempo hasta la actualidad. El año de corte debería ser el más alejado del presente que asegure una exploración suficiente del área o descripción del grupo en estudio. El año de corte que utilizamos es 1910, ya que en ese decenio encontramos un intenso esfuerzo de muestreo en Patagonia, principalmente como resultado de los viajes exploratorios de demarcación de límites internacionales (Del Vitto & Petenatti, 1998). Las especies que solo registran colecciones antes de 1910 se considerarán potencialmente extintas.

Paso Dos: IUCN considera que si la especie posee seis o más subpoblaciones no estaría directamente amenazada por la desaparición estocástica de alguna subpoblación, mientras que si se encuentra en menos de seis subpoblaciones sería vulnerable (IUCN, 2017; Vulnerable, D2). Para la IUCN, la definición de subpoblaciones hace referencia a un área geográfica o ecológicamente distintiva en la cual un único evento podría afectar a todos los individuos de la especie (IUCN 2017). La forma

de determinar el número de subpoblaciones de una especie plantea dificultades, particularmente si se realiza a partir de ejemplares de herbario. El método ideal debería ser independiente del número de colecciones, y debería describir a las especies y no a las colecciones. Rivers *et al.* (2010) proponen el método de círculos buffer ya que no muestra correlación entre número de subpoblaciones y de colecciones. En este método, cada localidad de un ejemplar de herbario se rodea con un círculo de un radio determinado, y los círculos superpuestos se fusionan, para formar una única subpoblación (Rivers *et al.*, 2010). La longitud del radio utilizado debería basarse en datos de la biología de la especie analizada, en particular de la distancia máxima de dispersión de los propágulos. Hay registros de dispersión frecuente en orquídeas a distancias mayores a 40 km. Por ejemplo, las orquídeas fueron unas de las primeras especies en colonizar las islas formadas luego de la erupción del volcán Krakatoa, que se encuentran a aproximadamente 40 km del continente (Partomihardjo, 2003). En otro estudio en los Países Bajos, la mediana de la dispersión a larga distancia de la orquídea *Liparis loeselii* (L.) Rich. fue de 50,6 km, con distancias observadas de hasta 220 km (Vanden Broeck *et al.*, 2014). Con base en estos datos, el radio que utilizamos en este estudio fue de 50 kilómetros. Se utilizó para realizar el cálculo el software QGis (QGis 2.6.1). Además, a fin de determinar si el valor umbral arbitrario (aunque razonable) propuesto por la IUCN de seis subpoblaciones es determinante del resultado de la evaluación, repetimos el análisis utilizando los valores umbrales de 4 y 8 subpoblaciones.

Paso Tres: El número de colecciones sería un estimador indirecto de la abundancia de las poblaciones (Krupnick *et al.*, 2009). Aunque esta relación podría estar afectada por otras causas como la densidad de rutas de acceso al área ocupada por la especie, el tamaño de la planta, el atractivo de sus flores o los usos, entre otros, puede hacerse el supuesto que una especie es colectada más frecuentemente si es abundante que si es escasa. Krupnick *et al.* (2009) proponen que las especies con menos colecciones que el valor mediano para la región en estudio se considerarán raras, mientras que las especies que tengan más colecciones se considerarán comunes. Para la región Patagónica, utilizamos una base de datos compilada específicamente para analizar especies de Patagonia

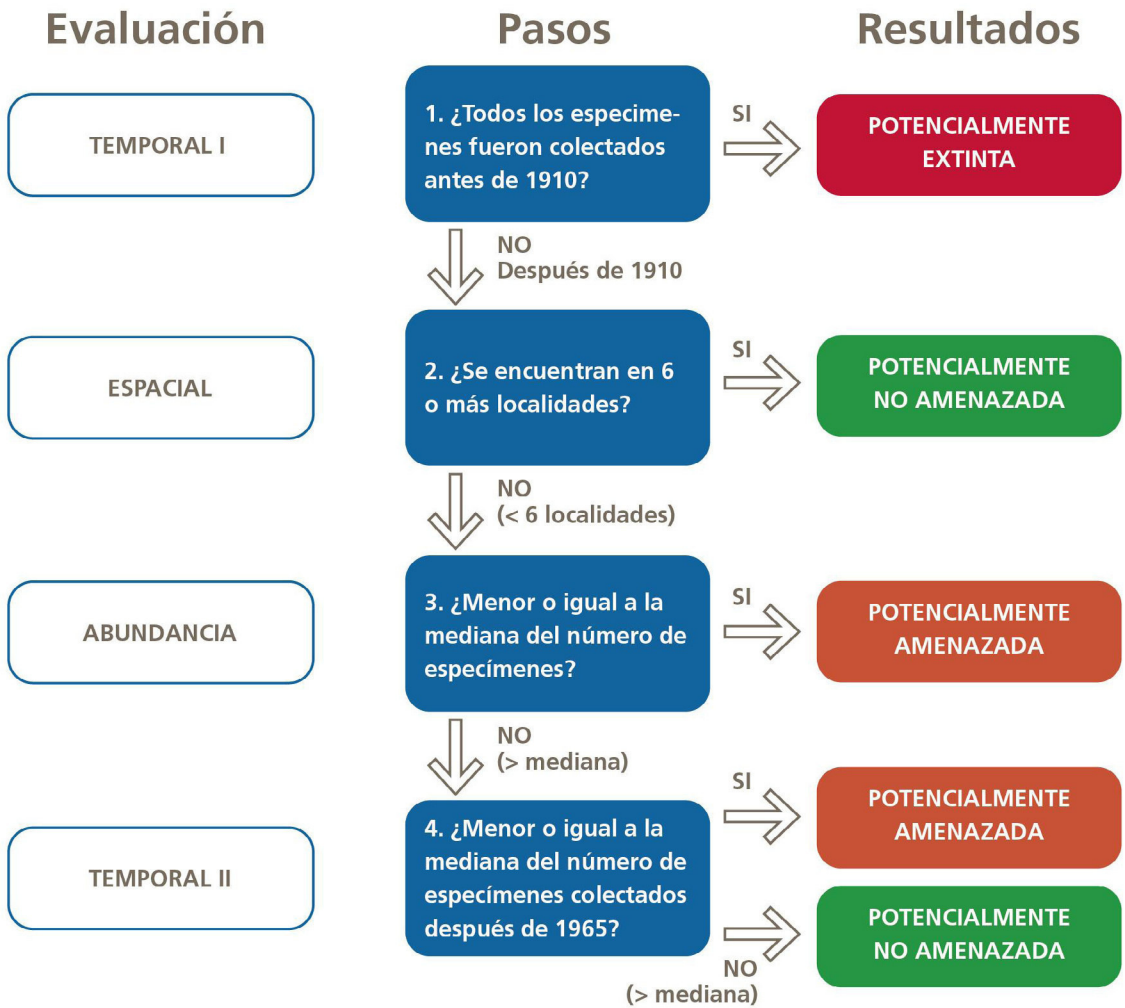


Fig. 1. Pasos del modelo de evaluación rápida, con base en criterios temporales, espaciales y de abundancia. Modificado de Krupnick *et al.*, 2009.

(Biganzoli, datos no publicados). La base de datos cuenta con información de 670 especies, 23452 colecciones y fue utilizada previamente como control del esfuerzo de colección en Patagonia (Biganzoli *et al.*, 2013). El número de colecciones registrado en la base de datos para cada especie en esta región varía ampliamente entre 1 (83 especies) y 485 ejemplares (1 especie), con un valor mediano de 13 ejemplares. Para separar poblaciones abundantes de escasas, comparamos el número de ejemplares colectados de cada especie de *Gavilea*, con la mediana general de plantas colectadas en Patagonia. Si la cantidad de colecciones de

una especie de *Gavilea* fue menor a la mediana general, consideramos a la especie como rara y consecuentemente, potencialmente amenazada.

Paso Cuatro: Para evaluar la posible disminución de las poblaciones en el tiempo, utilizamos la frecuencia de colecciones en los últimos años. Las especies que pasaron el paso tres poseen un número relativamente grande de ejemplares, mayores a la mediana general. De estas especies, las que tengan relativamente pocas colecciones en los últimos años se considerarán actualmente raras o declinantes (Krupnick *et al.*, 2009), mientras que las especies que tengan abundantes colecciones en los últimos

años se considerarán comunes. El año de corte que utilizamos fue el año 1965, donde encontramos un período importante de colectas de plantas en Patagonia originadas principalmente por los importantes viajes relacionados con la publicación de Flora Patagónica del INTA (Del Vitto & Petenatti, 1998). El valor de colecciones en los últimos años para separar especies declinantes de comunes lo obtuvimos de la base de datos de Patagonia utilizada en el paso 3. La mediana de ejemplares colectados de plantas en general en Patagonia desde 1965 hasta la actualidad fue de cinco ejemplares. Comparamos la cantidad de ejemplares colectados para cada especie de *Gavilea* desde 1965 hasta la actualidad con el valor general para Patagonia. Las especies con cinco o menos colecciones serían raras o declinantes y, consecuentemente, Potencialmente amenazadas. Las especies de *Gavilea* con más de cinco ejemplares serían Potencialmente No Amenazadas. Las fechas y valores de abundancia utilizados como umbrales podrían afectar significativamente el resultado de la clasificación, por lo que evaluamos la sensibilidad de los resultados a estos valores umbrales. Reanalizamos los datos utilizando los años 1960 y 1970 y los valores de colecciones generales correspondientes a esos años para la evaluación.

Comparamos las categorías obtenidas mediante el modelo de evaluación preliminar con la evaluación de expertos realizada por Chemisquy (2013), Chamorro (2008), Novoa (2008) y Tala (2010), siguiendo el proceso de la Lista Roja de la IUCN. Estos autores evaluaron el estado de conservación de las especies de *Gavilea* con base en datos obtenidos en viajes de campo, bibliografía y revisión de ejemplares de herbarios. A partir de la comparación de datos analizamos las similitudes y diferencias encontradas para identificar los criterios responsables de las discrepancias entre métodos.

RESULTADOS

Compilamos una base de datos con 622 ejemplares de *Gavilea*. La especie con menor número de ejemplares fue *Gavilea kingii* con uno, mientras que la especie con más colecciones fue *Gavilea lutea* con 159 (Fig. 2). La mediana del número de ejemplares por especie fue de catorce, muy cercano al valor general (13) obtenido para Patagonia.

Evaluación preliminar. En el primer paso de la evaluación, solo *G. kingii*, con un único ejemplar coleccionado en la localidad tipo hace más de 100

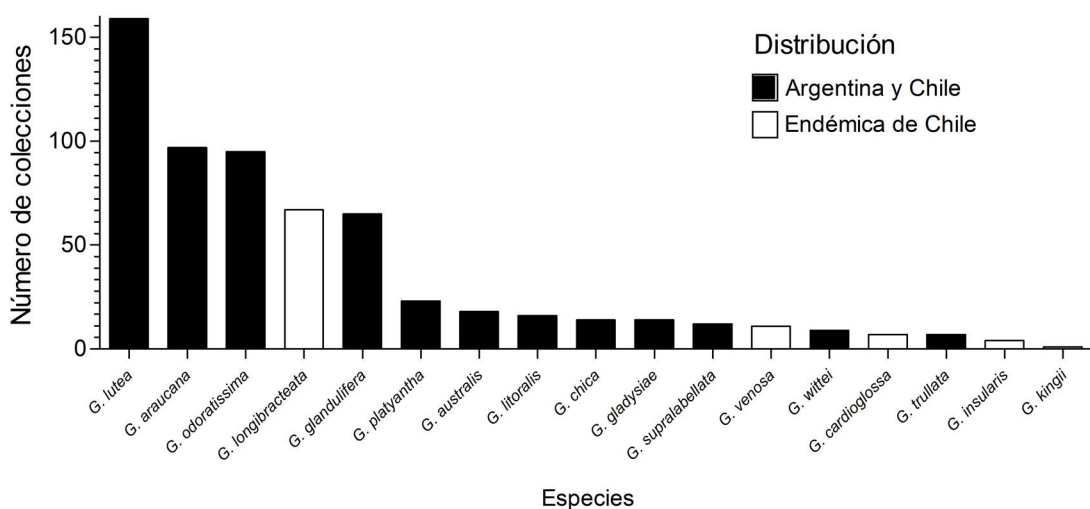


Fig. 2. Número de colecciones y distribución geográfica de las especies del género *Gavilea*.

años (en 1846), fue clasificada preliminarmente como potencialmente extinta (Fig. 3). En el segundo paso, encontramos que seis de dieciséis especies poseen más de seis subpoblaciones, y fueron clasificadas preliminarmente como Potencialmente No Amenazadas. El análisis de sensibilidad para este criterio utilizando valores umbrales de cuatro u ocho subpoblaciones, mostró que el criterio es robusto al valor umbral, con solo una diferencia al utilizar cuatro subpoblaciones. En este caso, *G. wittei* cambia de Potencialmente Amenazada a Potencialmente No Amenazada. En el tercer paso, seis de las diez especies con menos de seis subpoblaciones poseen menos de 13 colecciones, por lo que fueron clasificadas preliminarmente como Potencialmente Amenazadas. En el cuarto paso encontramos que las cuatro especies evaluadas tienen una alta proporción de las colecciones en los últimos 50 años por lo que preliminarmente

las consideramos como Potencialmente No Amenazadas. A pesar de la contrastante cantidad de colecciones entre *G. gladysiae* y *G. australis* con relación a *G. lutea* y *G. longibracteata* (Fig. 4), las 4 especies tienen al menos el doble de colecciones que el valor umbral de 5 colecciones para este criterio. Esta clasificación no cambió cuando consideramos otros años de corte, esto es 1960 o 1970 (con sus respectivos valores umbrales de 7 y 4 colecciones). En resumen, con nuestra evaluación preliminar clasificamos a seis especies del género *Gavilea* como potencialmente amenazadas, y una como potencialmente extinta (Fig. 3).

Comparación con la evaluación de expertos, basados en criterios de IUCN: Encontramos que con el método rápido obtuvimos casi la misma clasificación que en las evaluaciones publicadas por expertos y solo para tres especies la clasificación fue diferente (Tabla 1). La primera de ellas fue *G. venosa*,

Resultados del modelo de Evaluación



Referencias:

■ Potencialmente extinto
 ■ Potencialmente no amenazado
 ■ Potencialmente amenazado

Fig. 3. Categorización de las especies de *Gavilea*, con base en el modelo de evaluación rápida.

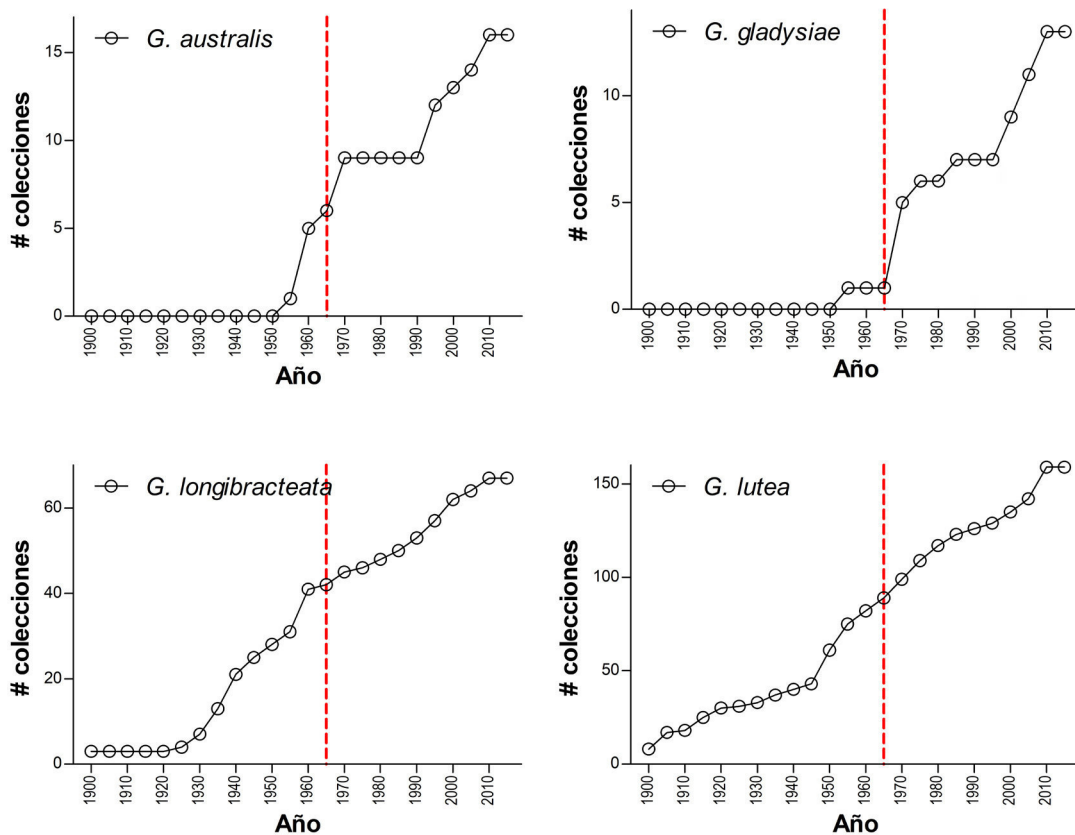


Fig. 4. Número de colecciones acumuladas cada 5 años de las especies de *Gavilea* categorizadas como “Potencialmente No Amenazadas” en el paso cuatro de la evaluación rápida.

Tabla 1. Comparación de la evaluación rápida realizada en este trabajo con las evaluaciones publicadas por expertos: entre paréntesis, comparación con Chamorro (2008) y Tala (2010); sin paréntesis, comparación con Chemisquy (2013).

		Evaluación rápida		
		Extinta	Amenazada	No Amenazada
Evaluación expertos	Extinta	<i>G. kingii</i>		
	Amenazada	(<i>G. kingii</i>)	<i>G. supralabellata</i> <i>G. trullata</i> <i>G. witeii</i> <i>G. insularis</i> (<i>G. insularis</i>) <i>G. cardioglossa</i>	<i>G. platyantha</i>
	No Amenazada		<i>G. venosa</i>	<i>G. longibracteata</i> <i>G. glandulifera</i> <i>G. odoratissima</i> <i>G. araucana</i> <i>G. lutea</i> <i>G. chica</i> <i>G. gladysiae</i> <i>G. australis</i> <i>G. litoralis</i>

que clasificamos como Potencialmente Amenazada porque posee menos de seis subpoblaciones, y además la cantidad de ejemplares coleccionados que posee es menor al valor umbral que utilizamos para determinar rareza. Chemisquy (2013), en cambio, la clasifica como casi amenazada (NT), basándose en su distribución espacial. La segunda es *G. platyantha*, que preliminarmente clasificamos como Potencialmente No Amenazada, porque tiene más de seis subpoblaciones. Chemisquy (2013), en cambio, la clasifica como vulnerable (VU) debido a los pocos ejemplares que existen en los herbarios. La tercera es una de las tres especies de *Gavilea* endémicas de Chile; Tala (2010) clasificó a *G. kingii* en peligro (EN), en cambio nosotros la clasificamos como potencialmente extinta. En este caso, las evaluaciones difieren en los ejemplares utilizados para realizarlas. Por otra parte, Novoa (2008) no pudo clasificar a *G. cardioglossa* por tener datos insuficientes (DD).

DISCUSIÓN

Nuestros resultados mostraron que solo una de las diecisiete especies estaría Potencialmente Extinta, y seis especies estarían Potencialmente Amenazadas. Sobre estas especies es donde deberían centrarse los estudios posteriores sobre conservación, por ejemplo estudios ecológicos, esfuerzos en viajes de exploración en busca de poblaciones, y evaluación de expertos. Las diez especies restantes no estarían amenazadas, por lo que estudios futuros no serían una prioridad. *Gavilea kingii* es la única especie de *Gavilea* que clasificamos como Potencialmente Extinta. Esta especie tiene un único ejemplar coleccionado, hace más de 150 años, es de extrema rareza, y sería muy importante en este caso nuevos estudios a campo en su zona de distribución. Todas las especies potencialmente amenazadas de *Gavilea* se relacionan con el paso 3 de la evaluación. Estas especies tienen menos de 6 subpoblaciones y escasas colecciones, posiblemente relacionado con baja abundancia en la naturaleza. Esta combinación de factores las haría más vulnerables a cambios en el uso del suelo, a procesos estocásticos o al cambio climático (Lomolino *et al.*, 2016; Hoffmann *et al.*, 2017). Los principales cambios en el uso del suelo de la región son el aumento de la urbanización, con superficies

ocupadas por viviendas y caminos, afectando en particular a aquellas especies que crecen en los alrededores de zonas urbanas (Chemisquy, 2013), el reemplazo y fragmentación del bosque nativo, por desarrollos forestales y expansión de áreas de pasturas (Rodríguez-Echeverry *et al.*, 2015), que además de modificar el hábitat de las orquídeas intensifica el ramoneo de los animales sobre las hojas carnosas de las orquídeas, sobre todo en los límites de la estepa y los bosques patagónicos (Lehnebach, 1999). También algunas especies podrían verse afectadas por los efectos del cambio global, a través del aumento de la temperatura media (IPCC 2007), sobre todo aquellas especies como *Gavilea australis*, que poseen la distribución más austral, a las que se les restringiría su hábitat, o directamente desaparecería (Hickling *et al.*, 2006; Swarts & Dixon, 2009). A pesar de que la declinación de las poblaciones es un criterio clave para la IUCN (criterios B y C, IUCN, 2017) y es una etapa intermedia antes de la extinción de una especie (Collen *et al.*, 2011), ninguna de las especies evaluadas hasta el paso 4, fue clasificada como potencialmente amenazada debido a que disminuyó la frecuencia de colecciones. Esto podría deberse a que solo llegaron a este paso especies relativamente abundantes, a que las orquídeas son atractivas para los botánicos que las encuentran y herborizan aunque éstas no sean frecuentes en la naturaleza (McCarthy, 1998; Guralnick & Van Cleve, 2005; Stropp *et al.*, 2016) o a que existe un retraso en la detección de tendencias a través de las colecciones depositadas en los herbarios (James *et al.*, 2018).

El desempeño del método adaptado de Krupnic *et al.*, (2009) fue muy bueno comparado con las categorizaciones de los expertos (Chamorro, 2008; Novoa, 2008; Tala, 2010; Chemisquy, 2013) ya que llegamos a la misma clasificación en quince de las diecisiete especies. Solo dos especies, *G. venosa* y *G. platyantha*, tienen una clasificación diferente. *G. venosa* es una especie endémica de Chile. La clasificamos como potencialmente amenazada, debido a que los 11 ejemplares coleccionados de esta especie están agrupados en tres subpoblaciones, número menor al umbral en el paso dos, y a que el número de ejemplares coleccionados es menor a la mediana general en el paso tres. Chemisquy (2013) la clasifica como casi amenazada (NT), mencionando que posee una distribución más

restringida que otras especies de *Gavilea*. En este caso, las categorías asignadas son muy similares, y nuestra clasificación, algo más “pesimista” no sería problema bajo el principio de precaución (Burgman, 2005). En cuanto a *G. platyantha*, la evaluación de expertos (Chemisquy, 2013) la considera como amenazada, en la categoría Vulnerable (VU) de la IUCN, debido a que posee un pequeño número de ejemplares, más allá de su amplia distribución. En nuestra clasificación, *G. platyantha* fue clasificada como No Amenazada ya que las colecciones superan la mediana general y están agrupadas en 8 subpoblaciones. La discrepancia en este caso está dada por la importancia que el método otorga a la separación en subpoblaciones de las localidades registradas. Es por esto que la determinación de las subpoblaciones y la distancia entre ellas no es trivial y es dependiente del grupo en estudio (Rivers *et al.*, 2010). Una tercera discrepancia aparece con la categorización realizada por Tala (2010) de *Gavilea kingii*. En este caso las diferencias fueron causadas por la utilización de ejemplares incorrectamente determinados; Chemisquy (2012) comprobó que solo es válido el único ejemplar coleccionado hace más de 100 años. Esto resalta la importancia de revisar las determinaciones o, en su defecto, incluir ejemplares determinados solo por especialistas confiables. Estudios previos han mostrado que incluso unos pocos ejemplares con determinaciones incorrectas pueden llevar a decisiones contrastantes (Vogel Ely *et al.*, 2017; Bried *et al.*, 2018). Además, hay que considerar la escala geográfica de las categorizaciones (Gärdenfors *et al.*, 2001; Helfman, 2013). Por ejemplo, Vidal *et al.* (2012) analizaron las orquídeas del Parque Nacional Torres del Paine (Chile) y, basándose en el criterio de abundancia, realizaron la categorización de las cinco especies de *Gavilea* que se encuentran en el Parque. Si consideramos que las especies comunes no estarían amenazadas, para tres de las 5 especies analizadas las evaluaciones propondrían categorizaciones diferentes. *Gavilea gladysiae* fue clasificada como muy rara y *Gavilea litoralis* como rara en la escala del Parque, mientras que a escala global no estarían amenazadas; *Gavilea supralabellata* fue categorizada como común dentro del Parque, mientras que a escala global la clasificamos como Potencialmente Amenazada. Esto resalta la importancia de la escala geográfica al realizar las evaluaciones del estado de conservación.

CONCLUSIONES

El resultado de nuestra categorización se asemeja a los resultados obtenidos por la evaluación de expertos, usando los criterios de IUCN. Esto es bastante esperable ya que los datos primarios utilizados fueron similares o parcialmente superpuestos en muchos casos. Sin embargo, es promisorio que se pueda llegar a un orden de prioridad para investigaciones futuras sin el trabajo de expertos para los grupos taxonómicos o áreas geográficas donde no existen. Posteriormente, para una evaluación definitiva y para definir acciones de conservación, el trabajo de taxónomos, ecólogos y manejadores expertos sería imprescindible. Comparaciones recientes del método original de Krupnik y colaboradores con otros métodos (Nic Lughadha *et al.*, 2018) resaltó la influencia que tiene en las categorizaciones el criterio del número de subpoblaciones. Esto hace que sea extremadamente importante una correcta georreferenciación de las localidades de colección y una determinación biológicamente informada de la distancia entre subpoblaciones para el grupo de especies evaluadas. El desarrollo de modelos de estado de conservación basados en datos de herbarios tiene un costo relativamente bajo, en comparación con estudios de campo, para determinar el grado de amenaza de las especies, y un punto de partida para el desarrollo de políticas de conservación de las especies, que luego tendrán que ser refrendadas a través de la evaluación de expertos. Una estimación reciente mostró que solo el 32,9% de las colecciones de 13 grandes herbarios del mundo se encuentran disponibles en línea (Holmes *et al.*, 2016). Este número disminuye ampliamente si consideramos instituciones pequeñas que pueden mantener colecciones localmente importantes para regiones subrepresentadas en los grandes herbarios. Es fundamental entonces, para poder lograr evaluaciones rápidas, aumentar las colecciones depositadas en herbarios, digitalizar los datos que se encuentran en ellos y aumentar su disponibilidad.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

VD y FB diseñaron la investigación, compilaron la base de datos y participaron en la escritura del manuscrito, VD analizó los datos.

AGRADECIMIENTOS

Al personal de los herbarios FAA, BAB y SI por su colaboración durante la revisión de material. A C. Godoy-Bürki y P. Graff por sus comentarios en versiones previas de este manuscrito y a M. F. Dieta por la ayuda con la edición de las figuras.

BIBLIOGRAFÍA

- ACOSTA, J. C. & F. MURÚA. 1999. Lista preliminar y estado de conservación de la mastofauna del Parque Natural Ischigualasto, San Juan, Argentina. *Muldequina* 8: 121-129.
- BIGANZOLI, F., C. LARSEN & A. G. ROLHAUSER. 2013. Range expansion and potential distribution of an invasive grass (*Bromus tectorum*) in southern South America on the base of herbarium records. *Journal of Arid Environments* 97: 230-236.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jaridenv.2013.07.006>
- BRIED, J. T., B. E. ALLENA, E. T. AZERIAA, V. E. CRISFIELD & M. J. WILSON. 2018. Experts and models can agree on species sensitivity values for conservation assessments. *Biol. Conservation* 225: 222-228.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2018.07.013>
- BURGMAN, M. 2005. *Risks and Decisions for Conservation and Environmental Management*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- BUTCHART, S. H. M., M. WALPOLE, B. COLLEN, A. VAN STRIEN, J. P. W. SCHARLEMANN, R. E. A. ALMOND, J. E. M. BAILLIE, B. BOMHARD, C. BROWN, J. BRUNO, K. E. CARPENTER, G. M. CARR, J. CHANSON, A. M. CHENERY, J. CSIRKE, N. C. DAVIDSON, F. DENTENER, M. FOSTER, A. GALLI, J. N. GALLOWAY, P. GENOVESI, R. D. GREGORY, M. HOCKINGS, V. KAPO, J. F. LAMARQUE, F. LEVERINGTON, J. LOH, M. A. MCGEOCH, L. MCRAE, A. MINASYAN, M. HERNÁNDEZ MORCILLO, T. E. E. OLDFIELD, D. PAULY, S. QUADER, C. REVENGA, J. R. SAUER, B. SKOLNIK, D. SPEAR, D. STANWELL-SMITH, S. N. STUART, A. SYMES, M. TIERNEY, T. D. TYRELL, J. C. VIÉ & R. WATSON. 2010. Global Biodiversity: Indicators of Recent Declines. *Science* 328: 1164-1168. <http://dx.doi.org/10.1126/science.1187512>
- COLLEN, B., L. MCRAE, S. DEINET, A. DE PALMA, T. CARRANZA, N. COOPER, J. LOH & J. E. M. BAILLIE. 2011. Predicting how populations decline to extinction. *Phil. Trans. R. Soc. B* 366: 2577-2586.
<http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2011.0015>
- CHAMORRO, M. R. 2008. *Gavilea insularis*. [online]. Disponible en: www.mma.gob.cl/clasificacionespecies/informacion-procesos-2014.htm [Acceso: 20 enero 2019].
- CHEMISQUY, M. A. 2012. Revisión taxonómica del género *Gavilea* (Ochidaceae, Chloraeinae). *Darwiniana* 50: 33-80.
<http://dx.doi.org/10.14522/darwiniana.2014.501.340>
- CHEMISQUY, M. A. 2013. Evaluación del estado de conservación de las especies del género *Gavilea* (Orchidaceae, Chloraeinae) en Argentina y Chile. *Revista Mus. Argent. Ci. Nat., N. S.* 15: 161-167.
- DEL VITTO, L. A. & E. M. PETENATTI. 1998. Evolución del conocimiento botánico de la Patagonia Argentina. En: M. N. Correa (Ed.). *Flora Patagónica, Tomo VIII, Parte I*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires, pp 167-265.
- DIXON, K. W., P. J. CRIBB, S. P. KELL & R. L. BARRETT (Eds.). 2003. *Orchid conservation*. Kota Kinabalu, Sabah: Natural History Publications.
- GÄRDENFORS, U., C. HILTON-TAYLOR, G. M. MACE & J. P. RODRÍGUEZ. 2001. The Application of IUCN Red List Criteria at Regional Levels. *Conservation Biol.* 15: 1206-1212.
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1523-1739.2001.00112.x>
- GURALNICK, R. & J. VAN CLEVE. 2005. Strengths and weaknesses of museum and national survey data sets for predicting regional species richness: comparative and combined approaches. *Diversity & Distrib.* 11: 349-359.
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1366-9516.2005.00164.x>
- HELPMAN, G. S. 2013. National “versus” global red lists of imperiled fishes: why the discord? *Environ. Biol. Fish* 96: 1159-1168.
<http://dx.doi.org/10.1007/s10641-011-9843-x>
- HICKLING, R., D. B. ROY, J. K. HILL, R. FOX & C. D. THOMAS. 2006. The distributions of a wide range of taxonomic groups are expanding polewards. *Global Change Biol.* 12: 450-455.
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2486.2006.01116.x>
- HOFFMANN, A. A., CARLA. M. SGRÒ & T. N. KRISTENSEN. 2017. Revisiting adaptive potential, population size, and conservation. *Trends Ecol. Evol.* 32: 506-517.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.tree.2017.03.012>

- HOLMES, M. W., T. T. HAMMOND, G. O. U. WOGAN, R. E. WALSH, K. LABARBERA, E. A. WOMMACK, F. M. MARTINS, J. C. CRAWFORD, K. L. MACK, L. M. BLOCH & M. W. NACHMAN. 2016. Natural history collections as windows on evolutionary processes. *Molec. Ecol.* 25:864-881. <http://dx.doi.org/10.1111/mec.13529>
- IPCC. 2007. *Climate change 2007: the physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessments Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. In: SOLOMAN, S., D. QIN, M. MANNING, Z. CHEN, M. MARQUIS, K. B. AVERYT, M. TIGNOR & H. L. MILLER (eds.). Cambridge University Press, United Kingdom and New York, USA.
- IUCN STANDARDS AND PETITIONS SUBCOMMITTEE. 2017. Guidelines for using the IUCN Red List categories and criteria. Version 13. www.iucnredlist.org/documents/RedListGuidelines.pdf
- JAMES, S. A., P. S. SOLTIS, L. BELBIN, A. D. CHAPMAN, G. NELSON, D. L. PAUL & M. COLLINS. 2018. Herbarium data: Global biodiversity and societal botanical needs for novel research. *Appl. Plant Sciences* 6: e1024. <http://dx.doi.org/10.1002/aps3.1024>
- KRICSFALUSY, V. V. & N. TREVISAN. 2014. Prioritizing regionally rare plant species for conservation using herbarium data. *Biodivers. & Conservation* 23: 39-61. <http://dx.doi.org/10.1007/s10531-013-0583-4>
- KRUPNICK, G. A., W. J. KRESS & W. L. WAGNER. 2009. Achieving target 2 of the global strategy for plant conservation: building a preliminary assessment of vascular plant species using data from herbarium specimens. *Biodivers. & Conservation* 18: 1459-1474. <http://dx.doi.org/10.1007/s10531-008-9494-1>
- LEHNEBACH, C. A. 1999. Current status of the Chilean orchid flora. *Orchid Conservation News* 2: 8-10.
- LOMOLINO, M. V.; B. R. RIDDLE & R. J. WHITTAKER. 2016. *Biogeography*. Fifth Edition. Sinauer Associates, Oxford University Press.
- MACE, G. M., H. P. POSSINGHAM & N. LEADER-WILLIAMS. 2007. Prioritizing choices in conservation. En: Macdonald, D. & K. Service (Eds.). *Key topics in conservation biology*. Blackwell Publishing, Malden, pp 17-34.
- MASTER, L. L. 1991. Assessing threats and setting priorities for conservation. *Conservation Biol.* 5: 559-563. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1523-1739.1991.tb00370.x>
- MCCARTHY, M. A. 1998. Identifying declining and threatened species with museum data. *Biol. Conservation.* 83: 9-17. [http://dx.doi.org/10.1016/S0006-3207\(97\)00048-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0006-3207(97)00048-7)
- MILLER, J. S., H. A. PORTER-MORGAN, H. STEVENS, B. BOOM, G. A. KRUPNICK, P. ACEVEDO-RODRIGUEZ, J. FLEMING & M. GENSLER. 2012. Addressing target two of the Global Strategy for Plant Conservation by rapidly identifying plants at risk. *Biodivers. & Conservation* 21: 1877-1887. <http://dx.doi.org/10.1007/s10531-012-0285-3>
- MILLER, J. S., G. A. KRUPNICK, H. STEVENS, H. PORTER-MORGAN, B. BOOM, P. ACEVEDO-RODRIGUEZ, J. ACKERMAN, D. KOLTERMAN, E. SANTIAGO, C. TORRES & J. VELEZ. 2013. Toward target 2 of the global strategy for plant conservation: an expert analysis of the puertorican flora to validate new streamlined methods for assessing conservation status. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 99: 199-205. <http://dx.doi.org/10.3417/2011121>
- NIC LUGHADHA, E., B. E. WALKER, C. CANTEIRO, H. CHADBURN, A. P. DAVIS, S. HARGREAVES, E. J. LUCAS, A. SCHUITEMAN, E. WILLIAMS, S. P. BACHMAN, D. BAINES, A. BARKER, A. P. BUDDEN, J. CARRETERO, J. J. CLARKSON, A. ROBERTS & M. C. RIVERS. 2018. The use and misuse of herbarium specimens in evaluating plant extinction risks. *Phil. Trans. R. Soc. B* 374-20170402. <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2017.0402>
- NICHOLLS, N. 2004. The changing nature of Australian droughts. *Climatic Change* 63: 1473-1480. <http://dx.doi.org/10.1023/B:CLIM.0000018515.46344.6d>
- NOVOA, P. 2008. *Gavilea cardioglossa*. www.mma.gov.cl/clasificacionespecies/informacion-procesos-2014.htm
- PARTOMIHARDJO, T. 2003. Colonisation of orchids on the Krakatau Islands. *Telopea* 10: 299-310.
- PlanEAR 2009-2018. Plantas Endémicas de la Argentina. [online]. Disponible en: www.lista-planear.org [Acceso: 20 enero 2019].
- PITMAN, N. C. A. & JORGENSEN P. M. 2002. Estimating the Size of the World's Threatened Flora. *Science* 298: 989. <http://dx.doi.org/10.1126/science.298.5595.989>
- RECA, A., C. ÚBEDA & D. GRIGERA. 1994. Conservación de la fauna de Tetrápodos I. Un índice para su evaluación. *Mastozoología Neotropical* 1: 17-28.

V. J. Dieta y F. Biganzoli - Evaluación preliminar del estado de conservación de plantas

- RIVERS, M. C., S. P. BACHMAN, T. R. MEAGHER, E. N. LUGHADHA & N. A. BRUMMITT. 2010. Subpopulations, locations and fragmentation: applying IUCN red list criteria to herbarium specimen data. *Biodivers. & Conservation* 19: 2071-2085. <http://dx.doi.org/10.1007/s10531-010-9826-9>
- RODRÍGUEZ-ECHEVERRY, C. ECHEVERRÍA & L. NAHUELHUAL. 2015. Impacts of anthropogenic land-use change on populations of the Endangered Patagonian cypress *Fitzroya cupressoides* in southern Chile: implications for its conservation. *Oryx* 49: 447-452. <http://dx.doi.org/10.1017/S0030605314000945>
- SALA, O. E., F. STUART CHAPIN III, J. J. ARMESTO, E. BERLOW, J. BLOOMFIELD, R. DIRZO, E. HUBER-SANWALD, L. F. HUENNEKE, R. B. JACKSON, A. KINZIG, R. LEEMANS, D. M. LODGE, H. A. MOONEY, M. OESTERHELD, N. LEROY POFF, M. T. SYKES, B. H. WALKER, M. WALKER & D. H. WALL. 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science* 287: 1770-1774. <http://dx.doi.org/10.1126/science.287.5459.1770>
- SCHATZ, G. E. 2009. Plants on the IUCN Red List: setting priorities to inform conservation. *Trends Pl. Sci.* 14: 1360-1385. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tplants.2009.08.012>
- STROPP, J., R. J. LADLE, A. C. M. MALHADO, J. HORTAL, J. GAFFURI, W. H. TEMPERLEY, J. O. SKØIEN & P. MAYAUX. 2016. Mapping ignorance: 300 years of knowledge of flowering plants in Africa. *Global Ecol. Biogeogr.* 25: 1085-1096. <http://dx.doi.org/10.1111/geb.12468>
- STUART, S. N., WILSON E. O., MCNEELY J. A., MITTERMEIER R. A. & RODRIGUEZ J. P. 2010. The Barometer of Life. *Science* 328: 177. <http://dx.doi.org/10.1126/science.1188606>
- SWARTS, N. D. & K. W. DIXON. 2009. Terrestrial orchid conservation in the age of extinction. *Ann. Bot.* 104: 543-556. <http://dx.doi.org/10.1093/aob/mcp025>
- SWINGLAND, I. R. 2001. Definition of Biodiversity. *Encyclopedia of Biodiversity*, Volume 1: 377-391.
- TALA, CH. 2010. *Gavilea kingii*. [online]. Disponible en: www.mma.gob.cl/clasificacionespecies/informacion-procesos-2014.htm [Acceso: 20 enero 2019].
- THIERS, B., 2019. 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: 21.02.19).
- UNEP 2002. United Nations Environment Programme. Global strategy for plant conservation. COP Decision VI/9, CBD Secretariat, Montreal Decision VI/9, CBD Secretariat, Montreal.
- VANDEN BROECK, A., W. VAN LANDUYT, K. COX, L. DE BRUYN, R. GYSELINGS, G. OOSTERMEIJER, B. VALENTIN, G. BOZIC, B. DOLINAR, Z. ILYÉS & J. MERGEAY. 2014. High levels off effective long-distance dispersal may blur ecotypic divergence in a rare terrestrial orchid. *BMC Ecology* 14: 20. <http://dx.doi.org/10.5061/dryad.sb68v>.
- VAN DYKE, F. 2008. Chapter 4. Biodiversity: Concept, Measurement, and Challenge. In: VAN DYKE, F. *Conservation Biology: Foundations, Concepts, Applications*. Springer. Pp: 83-119.
- VIDAL, O. J., C. SAN MARTÍN, S. MARDONES, V. BAUK & C. F. VIDAL. 2012. The orchids of Torres del Paine Biosphere Reserve: The need for species monitoring and ecotourism planning for biodiversity conservation. *Gayana Botanica* 69: 136-146.
- VITOUSEK, P. M. 1992. Global Enviromental Change: An Introduction. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 23: 1-14. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.es.23.110192.000245>
- VOGEL ELY, C., S. A. L. BORDIGNON, R. TREVISAN & I. I. BOLDRINI. 2017. Implications of poor taxonomy in conservation. *J. Nat. Conservation* 36: 10-13. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jnc.2017.01.003>
- ZULOAGA, F. O., O. MORRONE & M. J. BELGRANO. 2008. Catálogo de Plantas Vasculares del Cono Sur. *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 107: 1-3486.



USO DE HOSPEDADORES POR EL MUÉRDAGO ARGENTINO *LIGARIA CUNEIFOLIA* (LORANTHACEAE) A LO LARGO DE SU DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

HOST USE BY THE ARGENTINE MISTLETOE *LIGARIA CUNEIFOLIA* (LORANTHACEAE) ALONG ITS GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION

Guillermo Cesar Amico*^{ID} y Romina Vidal-Russell^{ID}

Laboratorio Ecotono, INIBIOMA,
CONICET-Universidad Nacional del
Comahue. Quintral 1250, 8400,
Bariloche, Río Negro, Argentina.

*guillermo.amico@comahue-
conicet.gob.ar

Citar este artículo

AMICO, G. C. & R. VIDAL-RUSSELL.
2019. Uso de hospedadores por
el muérdago argentino *Ligaria
cuneifolia* (Loranthaceae) a lo largo
de su distribución geográfica. *Bol.
Soc. Argent. Bot.* 54: 395-403.

DOI: [http://dx.doi.
org/10.31055/1851.2372.v54.
n3.25364](http://dx.doi.org/10.31055/1851.2372.v54.n3.25364)



RESUMEN

Introducción y objetivos: *Ligaria cuneifolia* (Loranthaceae) posee una amplia distribución desde Perú al centro de Argentina y Uruguay. Esta especie habita en tres regiones geográficas en forma disyunta a lo largo de cordillera de los Andes, las Sierras Centrales de Argentina y en el este de Sudamérica, en Uruguay y sur de Brasil. El objetivo de este trabajo fue determinar el rango de hospedadores de *Ligaria cuneifolia* en toda su distribución geográfica y analizar el uso de hospedadores en cada una de las regiones geográficas (Andes, Centro y Este).

M&M: Se registró el uso de hospedadores de *Ligaria cuneifolia* y distribución geográfica en base a ejemplares depositados en herbarios.

Resultados: En total se registraron 35 especies de hospedadores nativos, comprendidas en 22 géneros y 12 familias. Además se registraron 11 especies no nativas en todas las áreas. Los géneros de hospedadores con mayor número de registros fueron *Schinus*, *Prosopis*, *Geoffroea*, *Larrea* y *Vachellia*.

Conclusiones: El uso de hospedadores no estuvo directamente asociado a las áreas geográficas. La región Andes fue la que presentó una mayor diversidad de especies, géneros y familias de hospedadores.

PALABRAS CLAVE

Andes, generalista, hospedadores, muérdagos, parásito.

SUMMARY

Background and aims: *Ligaria cuneifolia* (Loranthaceae) has a wide geographic distribution from Peru to the center of Argentina and Uruguay. It inhabits three disjunct regions, one along the Andes, Sierras Centrales of Argentina and towards the East in Uruguay and south of Brazil. The objective of this study was to determine the host range of *Ligaria cuneifolia* in all the distribution range; and to analyze host use in each of the geographic regions (Andes, Center and East).

M&M: hosts use and geographical distribution of *Ligaria cuneifolia* was recorded on the basis of specimens deposited in herbaria.

Results: A total of 35 native host species were recorded as hosts. In addition, 11 non-native host species were recorded in all area. The genera with higher number of records were *Schinus*, *Prosopis*, *Geoffroea*, *Larrea* y *Vachellia*.

Conclusions: Host use was not directly related to geographic area. The Andes region was the one that had the most host diversity at the species, genera and family level.

KEY WORDS

Andes, host, generalist, mistletoe, parasite.

INTRODUCCIÓN

Loranthaceae, con cerca de 1000 especies, es una de las familias más grande dentro de los muérdagos (plantas parásitas aéreas) (Mathiasen *et al.*, 2008). Esta familia es considerada de origen Gondwánico y presenta su mayor grado de especiación en zonas subtropicales-tropicales del hemisferio sur (Barlow, 1983; Liu *et al.*, 2018). En América se han descriptos 18 géneros con más de 300 especies (Vidal-Russell & Nickrent,

Recibido: 7 Junio 2019
Aceptado: 29 Julio 2019
Publicado: XX XXXXX 2019
Editor: Omar Varela ^{ID}

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

2008; Kuijt & Hansen, 2015). Solo cinco de los 18 géneros presentes en América tienen pocas especies. Entre estos cinco está *Tripodanthus* Tiegh. y *Ligaria* Tiegh con pocas especies, mientras que los restantes son monoespecíficos: *Desmaria* Tiegh., *Gaiadendron* G. Don y *Notanthera* G. Don. A pesar de la gran distribución geográfica y de habitar una gran variedad de ambientes, el género *Ligaria* sólo posee dos especies (Kuijt, 1990). *Ligaria teretiflora* (Rizzini) Kuijt, es endémica de Brasil, mientras que *L. cuneifolia* Tiegh. posee una amplia distribución desde Perú al centro de Argentina y Sur de Brasil. Esta última especie habita en tres regiones geográficas en forma disyunta: los Andes (a lo largo de la cordillera de los Andes, desde Perú a Argentina y Chile; región Andes de aquí en adelante), las Sierras Centrales de Argentina (provincias de Córdoba y San Luis; región Central de aquí en adelante) y el Este del Sur de Sudamérica (Uruguay, Brasil y Mesopotamia Argentina; región Este de aquí en adelante; Fig. 1).

En las regiones Andes y Central se la encuentra por encima de los 700 m.s.n.m., mientras que en la región Este, está en bajas altitudes. *Ligaria cuneifolia* se encuentra en una gran variedad de ecorregiones. En la región Andes, esta presente en las ecorregiones de Bosque seco boliviano, Matorral chileno, Monte (bajo y alto) y Puna (central seca) según Olson *et al.* (2001, Fig. 1). En la región Central, se encuentra solo en el Sur de la ecorregión del Chaco Seco. En la región Este, en el Espinal, Sabana uruguaya y Pampas, donde *L. cuneifolia* está asociada a los corredores ribereños.

El rango de hospedadores de *Ligaria cuneifolia* a lo largo de su amplia y discontinua distribución es poco conocido. Se ha reportado que *L. cuneifolia* es un muérdago generalista en cuanto al uso de hospedadores, parasitando principalmente a especies de Fabaceae (Abbiatti, 1946). Dentro de cada región geográfica, se desconoce si presenta mayor afinidad al uso de una especie, un género o una familia como hospedador principal. En plantas parásitas, se ha postulado que los hospedadores pueden ejercer presiones de selección divergente y determinar diferentes razas dentro de una especie de muérdago, siendo también un factor importante de diversificación (Norton & Carpenter, 1998; Lira-Noriega & Peterson, 2014). El objetivo de este trabajo fue determinar el rango de hospedadores de *Ligaria cuneifolia* en toda su distribución

geográfica. Como así también, analizar el uso de hospedadores de *L. cuneifolia* a nivel de género y/o familia en cada una de las regiones geográficas (Andes, Centro y Este) con el fin de detectar diferencias en la preferencia de uso de hospedadores a nivel geográfico.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se registró el uso de hospedadores de *Ligaria cuneifolia* en base a ejemplares depositados en nueve herbarios: BCRU (Bariloche, Argentina), CONC (Concepción, Chile), CTES (Corrientes, Argentina), CORD (Córdoba, Argentina), MA (Madrid, España), MERL (Mendoza, Argentina), MO (Saint Louis, EE. UU.), MVFA (Montevideo, Uruguay) y SI (Buenos Aires, Argentina). Cada ejemplar de herbario fue examinado e identificado a nivel de especie. La especie de hospedador se registró cuando esta información estaba disponible en la etiqueta o si el hospedador se recolectó junto con el muérdago. En este último caso se determinó a nivel de género y si era posible hasta especie. Adicionalmente, se construyó una matriz de datos con la información presente en la etiqueta (hospedador, coleccionista, fecha, localidad, altitud y coordenadas geográficas, cuando estas estaban disponibles). Las muestras duplicadas se excluyeron de la matriz; sin embargo, se incluyeron registros de la misma localidad geográfica. Se sabe que existen sesgos asociados con los datos de herbario, por ejemplo, sesgo de coleccionista (Garcillán & Ezcurra, 2011); sin embargo, los datos de herbario se pueden usar como una buena aproximación para patrones generales de rango de uso de hospedadores. Este enfoque se ha utilizado en otros estudios de muérdago en diferentes partes del mundo (Downey, 1998; Norton & De Lange, 1999; Amico *et al.*, 2019).

Además de los ejemplares de herbario, se sumó a la base de datos los ejemplares coleccionados a campo por los autores de este trabajo a lo largo de gran parte de la distribución geográfica de *L. cuneifolia*. Se recolectaron ejemplares a campo de la región Andes (Catamarca a Mendoza), región Central (San Luis y Córdoba) y de la región Este (Entre Ríos y Uruguay). Estos ejemplares se incorporaron a la colección de BCRU (Bariloche, Argentina). En base al registro de ejemplares de

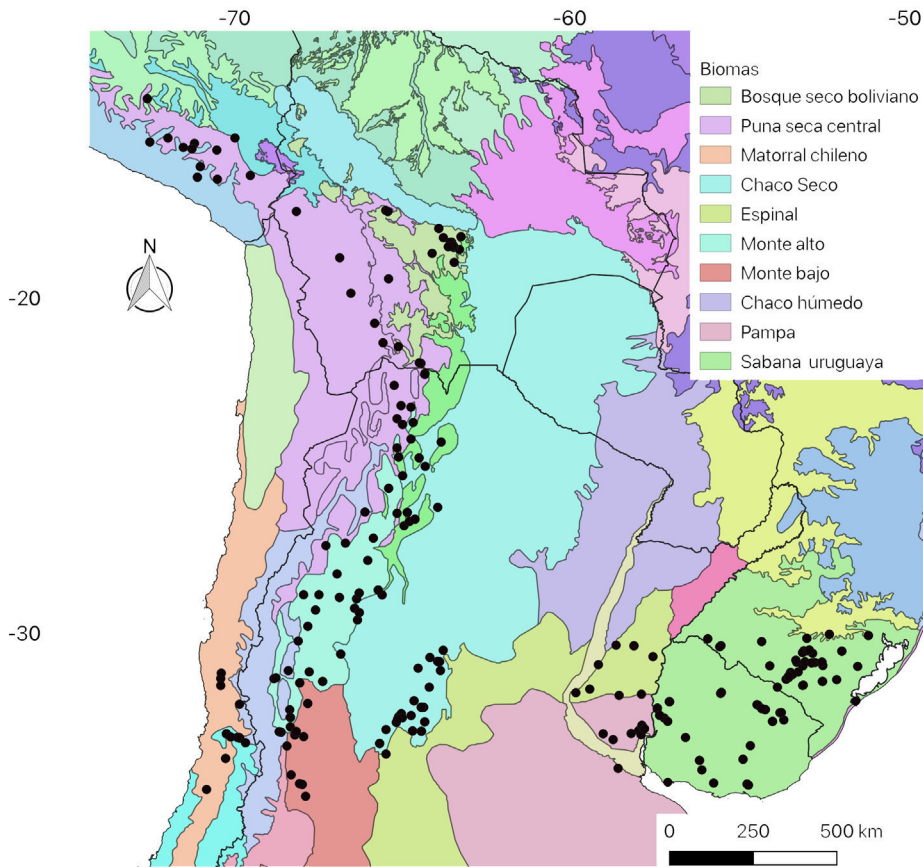


Fig. 1. Distribución geográfica de *Ligaria cuneifolia*. Se indican las ecoregiones según Olson *et al.* (2001).

herbarios y colecciones personales se construyó una matriz a nivel de especie, género y familia, para cada región geográfica de la distribución de *L. cuneifolia*. La nomenclatura de las especies sigue el Catálogo de Plantas Vasculares de la Argentina (Zuloaga *et al.*, 2008).

Para medir la diversidad de hospedadores nativos utilizados por *L. cuneifolia* calculamos el estadístico K_Q propuesto por Kavanagh & Burns (2012). El valor K_Q es equivalente a otras medidas de diversidad como por ejemplo, el índice de Shannon, incorporando información sobre las abundancias relativas y la riqueza de especies. Por lo tanto, este estadístico nos permite comparar con otras especies de muérdagos. El valor K_Q se calculó utilizando la fórmula, $K_Q = \beta / (\alpha + 1)$, donde β es el número de hospedadores y α es la cantidad de

registros. El estadístico K_Q se calculó a nivel de género y especie de los hospedadores.

RESULTADOS

Se encontraron 210 hospedadores representados por 46 especies en los ejemplares de herbarios en toda la distribución geográfica de *Ligaria cuneifolia* (Apéndice). De todos los hospedadores registrados 35 especies corresponden a hospedadores nativos. Estas 35 especies están comprendidas en 23 géneros y 12 familias (Tabla 1). Los géneros con mayor frecuencia de uso (número de registros) fueron *Schinus*, *Prosopis*, *Geoffroea*, *Larrea* y *Vachellia* (Tabla 1); mientras que las familias fueron Fabaceae, Anacardiaceae y Zygophyllaceae.

También se registraron más de 11 especies de hospedadores no nativos, principalmente de la familia Rosaceae (Apéndice).

Respecto a las regiones geográficas de distribución de *L. cuneifolia* (Andes, Centro y Este), la mayoría de los géneros y familias están compartidos entre las tres regiones geográficas (Tabla 1). La región Andes fue la que presentó una mayor diversidad de especies, género y familias de hospedadores. En esta región se registraron, 32 especies, comprendidas en 21 géneros y 11 familias.

Los géneros más frecuentemente utilizados en la región Andes fueron *Prosopis*, *Schinus*, *Larrea*, *Geoffroea* y *Vachellia*. La región Central fue la menos diversa, con sólo 5 géneros, siendo *Geoffroea* el género más frecuentemente parasitado. En la región Este, se registraron 7 géneros en total, siendo *Schinus* el más frecuentemente utilizado. El género *Zanthoxylum* de la familia Rutaceae fue único para esta región, pero sólo con un registro. El K_0 de *Ligaria cuneifolia* para las especies nativas a nivel de especies fue de 0.23 y a nivel género de 0.14.

Tabla 1. Géneros y familias de hospedadores usados por *Ligaria cuneifolia* en cada una de las regiones geográficas. Para cada género se indica el número de registros.

Generos	Familia	Andes	Centro	Este
<i>Adesmia</i> DC.	Fabaceae	1		
<i>Atamisquea</i> Miers	Capparaceae	3		
<i>Bougainvillea</i> Comm. ex Juss.	Nyctaginaceae	2		
<i>Bredemeyera</i> Willd.	Polygalaceae	1		
<i>Bulnesia</i> Gay	Zygophyllaceae	3		
<i>Celtis</i> L.	Cannabaceae	1		2
<i>Condalia</i> Cav.	Rhamnaceae	3		
<i>Ephedra</i> L.	Ephedraceae	3		
<i>Geoffroea</i> Jacq.	Fabaceae	13	4	3
<i>Larrea</i> Ortega	Zygophyllaceae	19		
<i>Lithraea</i> Miers	Anacardiaceae	2	1	4
<i>Lycium</i> L.	Solanaceae	7		
<i>Portieria</i> Ruiz & Pav.	Zygophyllaceae	4		
<i>Prosopidastrum</i> Burkart	Fabaceae	1		
<i>Prosopis</i> L.	Fabaceae	34	2	1
<i>Proustia</i> Lag.	Asteraceae	1		
<i>Schinopsis</i> Engl.	Anacardiaceae	2		
<i>Schinus</i> L.	Anacardiaceae	22	2	20
<i>Trevoa</i> Miers	Rhamnaceae	1		
<i>Vachellia</i> Wight & Arn.	Fabaceae	18	2	4
<i>Zanthoxylum</i> L.	Rutaceae			1
<i>Zuccagnia</i> Cav.	Fabaceae	4		
Total		21	5	7

DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

Ligaria cuneifolia es una especie generalista, parasitando a más de 30 especies nativas a lo largo de toda la distribución geográfica. El uso de hospedadores no estuvo directamente asociado a las áreas geográficas. La región Andes es donde *L. cuneifolia* parasita mayor diversidad de hospedadores, esto puede estar relacionado con que es la región que abarca más biomas. Mientras que la región Central que solamente abarca el bioma de Chaco seco es donde la diversidad de hospedadores es menor. Cuatro de los cinco géneros más frecuentemente utilizados (con más de 10 registros) *Prosopis*, *Schinus*, *Geoffroea* y *Vachellia* están presentes en las tres regiones geográficas. Sólo *Larrea*, con cerca 20 registros esta solamente presente en la región Andes. La mayoría de los registros sobre el género *Prosopis* son en la región Andes, en las otras dos regiones son utilizados pero en baja frecuencia.

Los géneros más parasitados, con más de 30 registros, fueron *Schinus* y *Prosopis*. *Schinus* es utilizado en casi la misma proporción en la región Este y Andes, mientras que *Prosopis* es más frecuentemente utilizado en la región Andes. Los géneros *Prosopis* y *Schinus* incluyen alrededor de 30 especies en Sudamérica (Zuloaga *et al.*, 2008). Son géneros numerosos y si no se cuenta con partes reproductivas en el momento de la colección es difícil determinar la especie. El número de hospedadores a nivel de especie para estos dos géneros puede ser aun mayor a los reportados en este estudio.

El valor K_Q de *Ligaria cuneifolia* encontrado en este trabajo, está dentro de los rangos reportados para el muérdago generalistas en otras partes del mundo (Kavanagh & Burns, 2012; Amico *et al.*, 2019). Un estudio reciente (Amico *et al.*, 2019) muestra que el uso del índice K_Q está sujeto a sesgos según el tamaño de la muestra y es recomendable calcularlo a nivel de especie y género. Este estadístico podría mejorarse incorporando reglas de detención similares a las empleadas en los relevamientos a campo empleados en otros estudios con muérdagos (Watson *et al.*, 2017).

Además de las especies acá reportadas, también *L. cuneifolia* ha sido registrada parasitando especies de cactáceas (Mauseth *et al.*, 2015). Otra especie de Loranthaceae que también ha sido reportada

parasitando cactus, es *Tristerix aphyllus* G. Don en el Matorral chileno. *Tristerix aphyllus* parasita solamente a este grupo de plantas, en especial a los géneros *Echinopsis* Zucc. and *Eulychnia* Phil. (Medel *et al.*, 2002). *Tristerix aphyllus* es una apoespecie de *T. corymbosus* (L.) Kuijt, y se ha propuesto que se originó por un cambio del uso de hospedadores (Amico *et al.*, 2007). *Ligaria* y *Tristerix* serían los únicos géneros dentro de Lorantáceas que parasitan a Cactáceas. Otro caso particular encontrado en *Ligaria cuneifolia* es el uso de *Ephedra* L. (Ephedraceae) como hospedador. Hasta la fecha no hay registro de muérdagos que utilicen como hospedadores a otros miembros de Gnetopsida.

A lo largo de su distribución *Ligaria cuneifolia* es simpátrica con otras especies de Lorantáceas cercanas filogenéticamente (Vidal-Russell & Nickrent, 2008; Liu *et al.*, 2018). En la región Andes y Central, *L. cuneifolia* es simpátrica con *Tristerix verticillatus* (Ruiz & Pav.) Barlow & Wiens, *Tripodanthus flagellaris* Tiegh. y *Struthanthus* spp. Mart.; mientras que en la región Este, *L. cuneifolia* es simpátrica con *T. flagellaris* y *T. acutifolius* (Amico *et al.*, 2007, 2012; Amico & Nickrent, 2009). Estas especies de muérdagos han sido observadas en el mismo área junto a *L. cuneifolia*, pero nunca compartiendo el mismo hospedador. En otras partes del mundo se ha reportado que no hay una superposición de uso de hospedadores entre especies simpátricas de muérdagos (Hawksworth & Wiens, 1996; Jerome & Ford, 2002; Fadini, 2011; Amico *et al.*, 2019).

Además del uso de hospedadores nativos se ha registrado a *L. cuneifolia* parasitando especies no nativas que son frutales u ornamentales. En otras partes del mundo se han reportado impactos negativos de los muérdagos sobre la producción agrícola y forestal (Parker & Riches, 1993; Mathiasen *et al.*, 2008). En el caso de *L. cuneifolia* podría tener un efecto sobre cultivos de olivos (*Olea*) y frutas de carozo (*Prunus*). Es necesario realizar estudios a campo para determinar la intensidad de infección y los efectos negativos que puede tener sobre el hospedador en la producción de frutas.

En conclusion, *L. cuneifolia* es una especie de muérdago generalista, parasitando a numerosas especies de diferentes familias, siendo las familias Fabaceae, Anacardiaceae y Zygophyllaceae las más

frecuentemente parasitadas. Dentro de las regiones geográficas, la región Andes fue la que presentó una mayor diversidad de especies, género y familias; mientras que la Región central fue la menos diversa. A pesar de presentar una distribución disyunta, *L. cuneifolia* no tiene hospedadores específicos en cada una de las regiones geográficas.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORES

Ambos autores, participaron en la realización de la investigación, interpretación de datos, preparación de la figura y redacción del manuscrito.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los curadores de los diversos herbarios que fueron visitados por su asistencia en la recopilación de datos que se utilizaron en este estudio. También agradecemos a dos revisores anónimos que realizaron aportes para mejorar este trabajo. Los autores pertenecen al Consejo Nacional de investigación Científicas y Técnicas (CONICET). Para el desarrollo de este trabajo se contó con financiamiento de Fondo IBOL y PIP 11420110100085.

BIBLIOGRAFÍA

- ABBIATTI, D. 1946. Las Lorantáceas Argentinas. *Rev. Mus. La Plata, Sec. Bot.* 7, 1-110.
- AMICO, G.C. & D.L. NICKRENT. 2009. First Report of the Mistletoe *Tristerix verticillatus* on *Schinus fasciculata* from the Sierra de San Luis, Argentina. *Plant Dis.* 93: 317. <https://doi.org/10.1094/PDIS-93-3-0317A>
- AMICO, G.C., D.L. NICKRENT & R. VIDAL-RUSSELL. 2019. Macroscale Analysis of mistletoe host ranges in the Andean Patagonian Forest. *Plant Biol.* <https://doi.org/10.1111/plb.12900>
- AMICO, G.C., R. VIDAL-RUSSELL, M.A. GARCIA & D.L. NICKRENT. 2012. Evolutionary history of the South American mistletoe *Tripodanthus* (Loranthaceae) using nuclear and plastid markers. *Syst. Bot.* 37: 218-225. <https://doi.org/10.1600/036364412X616783>
- AMICO, G.C., R. VIDAL-RUSSELL & D.L. NICKRENT. 2007. Phylogenetic relationships and ecological speciation in the mistletoe *Tristerix* (Loranthaceae): the influence of pollinators, dispersers, and hosts. *Am. J. Bot.* 94: 558-567. <https://doi.org/10.3732/ajb.94.4.558>
- BARLOW, B.A. 1983. Biogeography of Loranthaceae and Viscaceae. In: M. CALDER & P. BERNHARDT (eds.) *The Biology of Mistletoes*, pp. 19-45. Academic Press.
- DOWNEY, P.O. 1998. An inventory of host species for each aerial mistletoe species (Loranthaceae and Viscaceae) in Australia. *Cunninghamia* 5: 685-720.
- FADINI, R.F. 2011. Non-overlap of hosts used by three congeneric and sympatric loranthaceous mistletoe species in an Amazonian savanna: host generalization to extreme specialization. *Acta Bot. Bras.* 25: 337-345. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062011000200010>
- GARCILLÁN, P.P. & E. EZCURRA. 2011. Sampling procedures and species estimation: testing the effectiveness of herbarium data against vegetation sampling in an oceanic island. *J. Veg. Sci.* 22: 273-280. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2010.01247.x>
- HAWKSWORTH, F.G. & D. WIENS. 1996. *Dwarf Mistletoes: Biology, Pathology and Systematics*, Agricultural Handbook No. 709. USDA Forest Service, Washington D.C.
- JEROME, C.A. & B.A. FORD. 2002. Comparative population structure and genetic diversity of *Arceuthobium americanum* (Viscaceae) and its *Pinus* host species: insight into host-parasite evolution in parasitic angiosperms. *Mol. Ecol.* 11: 407-420.
- KAVANAGH, P.H. & K.C. BURNS. 2012. Mistletoe macroecology: spatial patterns in species diversity and host use across Australia. *Biol. J. Linn. Soc.* 106: 459-468.
- KUIJT, J. & B. HANSEN. 2015. Loranthaceae. In: KUIJT J., HANSEN B. (eds.), *The Families and Genera of Vascular Plants: Flowering Plants, Eudicots*, pp 73-119. Springer, Berlin, Germany.
- KUIJT, J. 1990. A second species of *Ligaria* (Loranthaceae). *Brittonia* 42: 66-69.
- LIRA-NORIEGA, A. & A.T. PETERSON. 2014. Range-wide ecological niche comparisons of parasite, hosts and dispersers in a vector-borne plant parasite system. *J. Biog.* 41: 1664-1673. <https://doi.org/10.1111/jbi.12302>
- LIU, B., C. LEA, R. BARRETTE, D.L. NICKRENT, Z. CHENA, L. LUA, L. & R. VIDAL-RUSSELL.

2018. Historical biogeography of Loranthaceae (Santalales): Diversification agrees with emergence of tropical forests and radiation of songbirds. *Mol. Phyl. Evol* 124: 199-212. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2018.03.010>
- MATHIASSEN, R.L., D.L. NICKRENT, D.C. SHAW, D.M. & WATSON. 2008. Mistletoes: pathology, systematics, ecology, and management. *Plant Dis.* 92: 988-1006. <https://doi.org/10.1094/PDIS-92-7-0988>
- MAUSETH, J.D., S. BENIGNO, F.C. HUAMANI & C. OSTOLAZA. 2015. Host response and endophyte structure of the mistletoe *Ligaria cuneifolia* (Loranthaceae) parasitizing *Corryocactus brevistylus* (Cactaceae). *Haseltonia* 21: 3-13. <https://doi.org/10.2985/026.021.0103>
- MEDEL, R., C. BOTTO-MAHAN. C. SMITH-RAMIREZ, M.A. MENDEZ, C.G. OSSA, L.N. CAPUTO, W.L. GONZALES. 2002. Historia natural cuantitativa de una relación parásito-hospedero: el sistema *Tristerix*-cactáceas en Chile semiárido. *Rev. Chil. Hist. Nat.* 75: 127-140.
- NORTON, D.A. & M.A. CARPENTER. 1998. Mistletoes as parasites: host specificity and speciation. *Trends Ecol. Evol.* 13: 101-105.
- NORTON, D.A. & P.J. DE LANGE. 1999. Host specificity in parasitic mistletoes (Loranthaceae) in New Zealand. *Funct. Ecol.* 13: 552-559.
- OLSON, D.M., E. DINERSTEIN, E.D. WIKRAMANAYAKE, N.D. BURGESS, G.V.N. POWELL, E.C. UNDERWOOD, J.A. D'AMICO, I. ITOUA, H.E. STRAND, J.C. MORRISON, C.J. LOUCKS, T.F. ALLNUTT, T.H. RICKETTS, Y. KURA, J.F. LAMOREUX, W.W. WETTENGEL, P. HEDAO & K.R. KASSEM. 2001. Terrestrial Ecoregions of the World: A New Map of Life on Earth: A new global map of terrestrial ecoregions provides an innovative tool for conserving biodiversity. *BioScience* 51: 933-938. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2001\)051\[0933:TEOTWA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2001)051[0933:TEOTWA]2.0.CO;2)
- PARKER, C. & C.R. RICHES. 1993. *Parasitic weeds of the world: biology and control*. CAB international.
- VIDAL-RUSSELL, R. & D.L. NICKRENT. 2008. Evolutionary relationships in the showy mistletoe family (Loranthaceae). *Am. J. Bot.* 95: 1015-1029. <https://doi.org/10.3732/ajb.0800085>
- WATSON, D.M., K.V. MILNER & A. LEIGH. 2017. Novel application of species richness estimators to predict the host range of parasites. *Int. J Parasitol.* 47: 31-39. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2016.10.001>
- ZULOAGA, F.O., O. MORRONE & M.J. BELGRANO. 2008. *Catálogo de las plantas vasculares del Cono Sur (Argentina, southern Brazil, Chile, Paraguay and Uruguay)*. Volume 2: Dicotyledoneae: Acanthaceae-Fabaceae (*Abarema-Schizolobium*). Missouri Botanical Garden Press, Saint Louis.

Apéndice. Especies nativas y no nativas parasitadas por *Ligaria cuneifolia* a la largo de su distribución geográfica en las regiones Andes, Este y Centro de Sudamérica. Los números indican la cantidad de veces que se registró parasitismo en cada especie. Para las especies no nativas se indica el uso, ornamental o frutícola.

Especie	Autor	Familia	Andes	Centro	Este
Especies nativas					
<i>Lithraea</i> sp.	Miers.	Anacardiaceae	1		
<i>Lithraea brasiliensis</i>	Marchand	Anacardiaceae			4
<i>Lithraea molleoides</i>	(Vell.) Engl.	Anacardiaceae	1	1	
<i>Schinopsis marginata</i>	Engl.	Anacardiaceae	2		
<i>Schinus</i> sp.	L.	Anacardiaceae	17		1
<i>Schinus dependens</i>	Ortega	Anacardiaceae	1		2
<i>Schinus fasciculata</i>	(Griseb.) I.M. Johnst.	Anacardiaceae	1	2	2
<i>Schinus longifolius</i>	Spæg.	Anacardiaceae			7
<i>Schinus molle</i>	L.	Anacardiaceae	2		6
<i>Schinus polygama</i>	(Cav.) Cabrera	Anacardiaceae	1		2
<i>Proustia</i> sp.	Lag.	Asteraceae	1		
<i>Celtis</i> sp.	L.	Cannabaceae	1		
<i>Celtis tala</i>	Gillies ex Planch.	Cannabaceae			2
<i>Atamisquea emarginata</i>	Miers ex Hook. & Arn.	Capparaceae	3		
<i>Ephedra</i> sp.	L.	Ephedraceae	2		
<i>Ephedra breana</i>	Phil.	Ephedraceae	1		
<i>Adesmia</i> sp.	DC.	Fabaceae	1		
<i>Geoffroea decorticans</i>	(Gillies ex Hook. & Arn.) Burkart	Fabaceae	13	4	3
<i>Prosopidastrum globosum</i>	(Gillies ex Hook. & Arn.) Burkart	Fabaceae	1		
<i>Prosopis</i> sp.	L.	Fabaceae	25	2	
<i>Prosopis alba</i>	Griseb.	Fabaceae	1		
<i>Prosopis chilensis</i>	Stuntz	Fabaceae	1		
<i>Prosopis flexuosa</i>	DC.	Fabaceae	2		
<i>Prosopis juliflora</i>	DC.	Fabaceae	1		
<i>Prosopis kuntzei</i>	Harms & Hassl.	Fabaceae	2		
<i>Prosopis nigra</i>	Hieron.	Fabaceae	2		1
<i>Vachelia caven</i>	(Molina) Seigler & Ebinger	Fabaceae	11		2
<i>Vachelia</i> sp.	Wight & Arn.	Fabaceae	7	2	2
<i>Zuccagnia punctata</i>	Cav.	Fabaceae	4		
<i>Bougainvillea spinosa</i>	(Cav. Heimerl	Nyctaginaceae	2		
<i>Bredemeyera colletioides</i>	(Phil.) Chodat	Polygalaceae	1		
<i>Condalia microphylla</i>	Cav.	Rhamnaceae	3		
<i>Trevoa quinquenervia</i>	Gillies & Hook.	Rhamnaceae	1		

G. C. Amico y R. Vidal-Russell - Hospedadores de *Ligaria cuneifolia*

Especie	Autor	Familia	Andes	Centro	Este	Uso
<i>Zanthoxylum fagara</i>	Sarg.	Rutaceae			1	
<i>Lycium</i> sp.	L.	Solanaceae	6			
<i>Lycium tenuispinosum</i>	Miers (GCI)	Solanaceae	1			
<i>Bulnesia retama</i>	(Gillies ex Hook. & Arn.)Griseb.	Zygophyllaceae	3			
<i>Larrea</i> sp.	Cav.	Zygophyllaceae	5			
<i>Larrea divaricata</i>	Cav.	Zygophyllaceae	12			
<i>Larrea nitida</i>	Cav.	Zygophyllaceae	2			
<i>Porlieria chilensis</i>	I.M.Johnst.	Zygophyllaceae	4			
Especies no nativas						Uso
<i>Nerium</i> sp.	L.	Apocynaceae	1			Ornamental
<i>Robinia pseudoacacia</i>	L.	Fabaceae	1			Ornamental
<i>Tipuana</i> sp.	Benth.	Fabaceae	1			Ornamental
<i>Punica granatum</i>	L.	Lythraceae	1			Frutícola
<i>Olea europea</i>	L.	Oleaceae	3			Frutícola
<i>Crataegus</i> sp.	L.	Rosaceae	1			Ornamental
<i>Malus domestica</i>	(Suckow) Borkh.	Rosaceae	2			Frutícola
<i>Prunus</i> sp.	L.	Rosaceae	3			Frutícola
<i>Prunus armeniaca</i>	Blanco	Rosaceae	1			Frutícola
<i>Prunus dulcis</i>	D.A.Webb	Rosaceae	1			Frutícola
<i>Prunus persica</i>	(L.) Batsch	Rosaceae			1	Frutícola
<i>Pyrus communis</i>	L.	Rosaceae	3			Frutícola



VEGETACIÓN DEL VALLE LA INVERNADA (RESERVA PRIVADA DON CARMELO) EN EL CENTRO OESTE DE LA PROVINCIA DE SAN JUAN (ARGENTINA)

VEGETATION OF THE LA INVERNADA VALLEY (DON CARMELO PRIVATE RESERVE) IN THE CENTRAL-WEST OF SAN JUAN PROVINCE (ARGENTINA)

Yanina Ripoll^{1*}  y Eduardo Martínez Carretero^{1,2} 

1. Departamento de Biología, Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, Universidad Nacional de San Juan, Av. José Ignacio de la Roza Oeste 590, CP 5400 San Juan, Argentina.

2. Grupo de investigación: Geobotánica y Fitogeografía, Instituto Argentino de Investigaciones de la Zonas Áridas (IADIZA-CONICET), Av. Ruíz Leal s/n, Parque General San Martín, CC 507, 5500 Mendoza, Argentina.


*yaniripoll@yahoo.com.ar

Citar este artículo

RIPOLL, Y. & E. MARTÍNEZ CARRETERO. 2019. Vegetación del Valle La Invernada (Reserva Privada Don Carmelo) en el centro oeste de la Provincia de San Juan (Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 53: 405-419.

DOI: <http://dx.doi.org/10.31055/1851.2372.v54.n2.25370>



Recibido: 20 Noviembre 2018
Aceptado: 4 Junio 2019
Publicado: 30 Septiembre 2019
Editor: Diego Gutierrez 

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

SUMMARY

Background and aims: Studies of plant communities in the Andean sector of San Juan province (Argentina) are scarce. In the provincial Precordillera, La Invernada valley was declared a protected area in 1993 with the name of Private Reserve of Multiple Uses Don Carmelo. Despite being an area of interest from the phytogeographical point of view, it lacks studies of its vegetation. The objective of this work was to determine floristically the plant communities, the vegetation floors and the phytogeographical units of the reserve.

M&M: A total of 146 floristic relevés were made, and environmental variables as slope, geomorphologic unit, altitude, plant cover were recorded, and physico-chemical analyses of soils were carried out. The biologic and chorologic spectra for each community were performed. Obtained data were analyzed using multivariate methods.

Results: In total, 143 vascular plant species were recorded, and ten plant communities determined. Dominant life forms were chamaephytes and hemicriptophytes. Chorologically the studied area belongs to the Cuyano District of the phytogeographical province of Puna, while below 2600 m a.s.l. elements of Cardonal and Monte are found.

Conclusions: The plant community diversity indicates the geomorphological diversity and complexity in the studied area. The higher surface phytogeographically belongs to the Puna region. The altitude, slope and type of substrate result the determinant environmental parameters respect to the plant communities.

KEY WORDS

Chorology, High Andes, phytosociology, plant communities.

RESUMEN

Introducción y objetivos: Los estudios de las comunidades vegetales en el sector andino de la provincia de San Juan (Argentina) son escasos. En la precordillera provincial, el valle La Invernada fue declarado área protegida en 1993 con la denominación de Reserva Privada de Usos Múltiples Don Carmelo. A pesar de ser un área de interés desde el punto de vista fitogeográfico, carece de estudios de su vegetación. El objetivo de este trabajo fue determinar florísticamente las comunidades vegetales, los pisos de vegetación y las unidades fitogeográficas de la reserva.

M&M: Se realizaron 146 relevamientos florísticos y se registraron variables ambientales como la pendiente, unidad geomorfológica, altitud y cobertura vegetal y datos físico-químicos de los suelos. Se determinaron los espectros biológicos y corológicos para cada comunidad. Los datos se analizaron mediante métodos multivariados.

Resultados: En total se registraron 143 especies de plantas vasculares y se determinaron 10 comunidades vegetales. Las caméfitas y las hemicriptófitas fueron las formas de vida dominantes. Corológicamente el área se ubica en el Distrito Cuyano de la provincia fitogeográfica de la Puna, mientras que por debajo de los 2600 m s.n.m. se encuentran elementos del Cardonal y del Monte.

Conclusiones: La diversidad de comunidades vegetales indica la diversidad y complejidad geomorfológica del área estudiada, cuya mayor superficie fitogeográficamente pertenece a la Puna. La altitud, la pendiente y el tipo de sustrato resultaron los parámetros ambientales determinantes respecto de las comunidades.

PALABRAS CLAVE

Altos Andes, comunidades vegetales, corología, fitosociología.

INTRODUCCIÓN

La vegetación es uno de los elementos más perceptibles del medio físico y también más significativo debido a las múltiples relaciones que mantiene con otros componentes del medio; influye en los procesos morfogénéticos y en los flujos hídricos y por lo tanto en el modelado del relieve, es uno de los elementos más diferenciados del paisaje como indicador expresivo, y nudo de las interacciones (Martínez de Pisón, 1983); además, refleja los cambios de las condiciones climáticas, crea microclimas locales y constituye un recurso económico y ecológico que debe tenerse en cuenta en la planificación del territorio.

Los estudios de las comunidades vegetales en el sector andino de San Juan son escasos: Haene *et al.* (1994) realizaron una breve descripción fisonómica de la vegetación del área de estudio; Martínez Carretero *et al.* (2008) estudiaron florísticamente la Reserva de San Guillermo; Martínez Carretero & Ontivero (2017) analizaron florística e hidrológicamente las vegas altoandinas; Márquez & Dalmasso (2003) relevaron la vegetación en el Parque Nacional El Leoncito; Márquez *et al.* (2011) la del Área Natural Protegida La Ciénaga; y Almirón (2018) la de Loma de las Tapias.

La Invernada constituye un valle elevado entre la sierra La Invernada y la de El Tigre con orientación norte-sur, disectado por el río seco La Invernada. Geológicamente se sitúa en la zona occidental de la Precordillera Central de los Andes, siendo una unidad morfotectónica de primer orden elevada durante la tectónica cenozoica (Ortiz & Zambrano, 1981; Baldis *et al.*, 1982). Ambas sierras están integradas por sedimentitas del Ordovícico y rocas básicas asociadas (Furque & Caballé, 1988). El piedemonte está compuesto por conglomerados y areniscas del Cuaternario y en la parte sur por areniscas y lutitas del Devónico (Ortiz & Zambrano, 1981; Baldis *et al.*, 1982; Furque, 1983; Furque & Caballé, 1988; Bastías *et al.*, 1990).

El piedemonte del valle es asimétrico en sentido norte-sur, con un ancho aproximado de 3 km en el sector norte el cual se angosta considerablemente hacia el sur, donde no supera los 0,4 km. En esta unidad se destacan formas de acumulación tales como abanicos y conos aluviales, en algunos casos afectados por la tectónica cuaternaria, siendo el principal agente exógeno actuante el fluvial.

El valle La Invernada fue declarado área protegida en junio de 1993 por Decreto Provincial 1220/93 con la denominación de Reserva Privada de Usos Múltiples Don Carmelo, ocupando una superficie de 35.000 ha (Márquez & Pastrán, 2017). Es un área de interés desde el punto de vista fitogeográfico, pues en sentido oeste-este pasa del piso Altoandino al de Puna, y en el norte-sur del puneño al de Monte y Cardonal.

El objetivo de este trabajo fue determinar florísticamente las comunidades vegetales, los pisos de vegetación y las unidades fitogeográficas en el valle La Invernada (Reserva Privada Don Carmelo).

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El área de estudio comprende 350 km² y se localiza en el centro-oeste de la provincia de San Juan (coordenadas del centro de dicha área: 30° 25' 23,74" S-69° 1' 22,30" W). De acuerdo con el modelo climático de Köeppen (1931), el clima del área es del subtipo BWwkb, desértico hiperárido, siendo frío (temperaturas nocturnas bajo cero la mayor parte del año) y seco, con lluvias concentradas en el período estival y nevadas en invierno (Cabrera, 1976). En el año 2016 (único con registros) precipitaron 134 mm, concentrados principalmente entre diciembre y febrero cuando ocurre el 77% de las lluvias (Fig. 1). Las amplitudes térmicas diarias son superiores a los 20 °C, las temperaturas medias no superan los 10 °C, con mínimas absolutas de hasta -13 °C y las máximas absolutas alcanzan los 35 °C. Las nevadas se producen desde mayo a octubre (datos de estación meteorológica ubicada en valle de La Invernada).

El cauce principal del río seco La Invernada es de 41 km de longitud y desemboca en el río San Juan, con un desnivel de 2280 m desde el nacimiento hasta su desembocadura, donde eroga en promedio 59 m³/s (Vich *et al.*, 2017).

Análisis de la vegetación

Se realizó la interpretación de imágenes satelitales a escala 1:30.000, definiendo las unidades fisiográficamente homogéneas. Considerando las unidades homogéneas se realizaron 146 relevamientos florísticos (Braun-Blanquet, 1979) que se volcaron a la matriz de datos. A cada especie

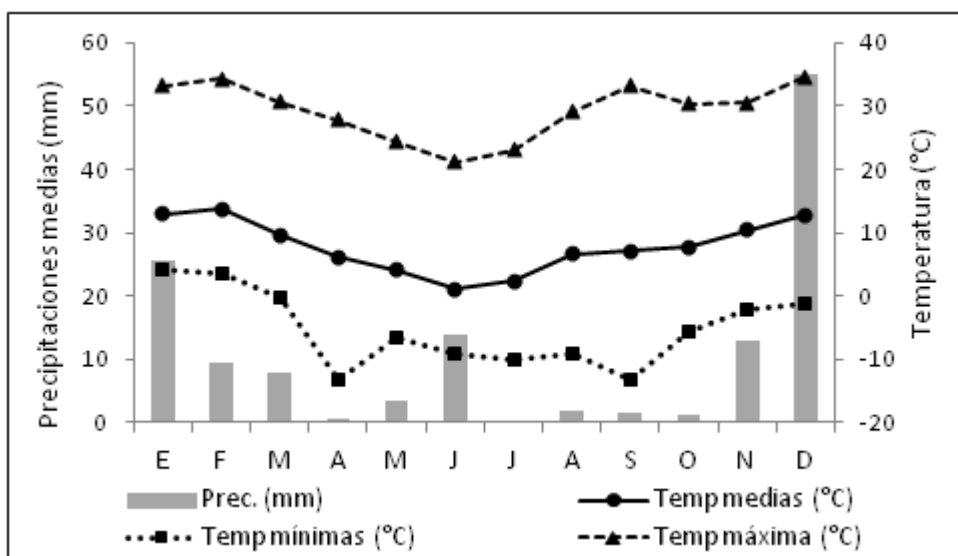


Fig. 1. Diagrama ombrotérmico de la Reserva Privada Don Carmelo durante el año 2016. Abreviaturas: Prec.: precipitación media mensual; Temp mínimas: temperatura mínima absoluta; Temp medias: temperatura media mensual; Temp máximas: temperatura máxima absoluta.

se le determinó la forma biológica (Raunkiaer, 1934) y su tipo corológico considerando la distribución hasta ahora conocida. En cada comunidad vegetal determinada se elaboró el espectro biológico-fisonómico-estructural (Martínez Carretero, 1985; 2000). El espectro biológico expresa la distribución de los grupos funcionales, a partir del cual es factible inferir el fitoclima del área.

Para determinar la similitud entre comunidades, en función de las coberturas específicas, se empleó el análisis multivariado de conglomerados aplicando como algoritmo de agrupamiento el método de Ward y como media de similitud la correlación de Pearson. Se calculó el Índice de diversidad de Shannon-Weaver (Magurran, 1988) para evaluar la similitud florística entre las unidades de vegetación considerando los datos de cobertura. En ambos casos se empleó como valor de cada variable el valor medio de cobertura de la escala florística. La nomenclatura de las plantas siguió a Zuloaga *et al.* (2008) y la Base de Datos de la Flora Argentina (IBODA).

En cada comunidad se tomaron muestras de suelo en las que se determinaron conductividad eléctrica (micro siemens/cm), pH, N (método Kjeldahl), K (por fotometría de llama) y P (complexometría con EDTA). Con los datos se elaboró una matriz de datos ambientales por comunidad y se la analizó

mediante componentes principales. Para los análisis estadísticos se utilizó el programa Infostat versión 2018 (Di Rienzo *et al.*, 2015). Las comunidades vegetales se cartografiaron a escala 1: 60.000.

RESULTADOS

Se registraron 143 taxones, entre especies, subespecies y variedades, pertenecientes a 37 familias botánicas, siendo mejor representadas las Asteraceae (29 especies), Poaceae (27), Cactaceae (13), Fabaceae (12) y Solanaceae (9).

A partir del análisis florístico (Tabla 1) y de agrupamiento (Fig. 2) se determinaron las siguientes diez comunidades vegetales: (1) *Pappostipa chrysophylla* var. *chrysophylla*, (2) *Senecio subulatus* var. *salsus-Adesmia pinifolia*, (3) *Fabiana denudata-Baccharis grisebachii*, (4) *Baccharis tola* ssp. *tola*, (5) *Artemisia mendozaana* var. *paramilloensis*, (6) *Larrea nitida*, (7) *L. divaricata*, (8) *L. cuneifolia*, (9) *Bulnesia retama* y (10) *Deuterocohnia longipetala*.

La comunidad de *Larrea nitida* fue la más diversa (con 54 especies), la de *Baccharis tola* ssp. *tola* la de mayor riqueza (con 57 especies), y la de *Deuterocohnia longipetala* la de menor diversidad y riqueza (11 especies).

Tabla 1. Cuadro comparativo sintético de las comunidades vegetales. 1: *Pappostipa chrysophylla* var. *chrysophylla*. 2: *Senecio subulatus* var. *salsus*-*Adesmia pinifolia*. 3: *Fabiana denudata*-*Baccharis grisebachii*. 4: *Baccharis tola* ssp. *tola*. 5: *Artemisia mendozana* var. *paramilloensis*. 6: *Larrea nitida*. 7: *Larrea divaricata*. 8: *Larrea cuneifolia*. 9: *Bulnesia retama*. 10: *Deuterocohnia longipetala*. Abreviaturas: FB: forma biológica, Ca: caméfito, G: geófito, H: hemicitrófito, N: nanofanerófito, S: suculento, T: terófito, TC: tipo corológico, AA: Altoandino, C: Cardonal, M: Monte, P: Puna, ad: adventicia.

Comunidad N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Altitud m s.n.m. (x100)	43-34	36-33	34-30	34-24	32-30	32-26	31-23	28-21	26-22	22-13	>13	
Diversidad (Ind. Shannon)	1.61	2.09	2.49	2.44	2.61	2.37	2.94	2.34	1.85	1.31	0.43	
Riqueza de especies	26	28	54	30	57	51	34	50	29	30	11	
Cobertura a campo (%)	40	60	46	40	65	60	30	80	45	40	55	FB TC
<i>Nototriche compacta</i>	I											H AA
<i>Pseudognaphalium viravira</i>	I											T AA
<i>Menonvillea cuneata</i>	I											H AA
<i>Adesmia echinus</i>	I											Ca AA
<i>Oriastrum sphaeroidale</i>	I											H AA
<i>Jaborosa laciniata</i>	I											T AA
<i>Adesmia nanolignea</i>	I											Ca AA
<i>Adesmia subterranea</i>	II											Ca AA
<i>Cheilanthes pruinata</i>	II	I										G AA
<i>Pappostipa chrysophylla</i>												
var. <i>chrysophylla</i>		V	II		I							H P
<i>Maihueiniopsis glomerata</i>	III	IV	II		III	I		I				S P
<i>Adesmia aegiceras</i>	II	III	II		II	I						Ca P
<i>Pappostipa vaginata</i>		III	II		I	I		I	II	I		H AA
<i>Glandularia araucana</i>		III	I		I	II	II					H P
<i>Elymus angulatus</i>	I	II										H P
<i>Lecanophora ameghinoi</i>		I										H P
<i>Azorella cryptantha</i>	I	I										Ca AA
<i>Senecio subulatus</i>												
var. <i>salsus</i>	II	III	IV	I	II	I	I			I		Ca P
<i>Adesmia pinifolia</i>			III		III							N AA
<i>Melica chilensis</i>			II		I							H P
<i>Clinopodium gilliesii</i>			I									Ca P/M
<i>Erioneuron pilosum</i>			I									H M
<i>Tagetes perezii</i>			I									T P
<i>Cerastium arvense</i>			I									H C
<i>Phacelia artemisioides</i>			I									T P/M
<i>Fabiana denudata</i>	II	II	IV	V	III	III	II	II				Ca P
<i>Baccharis grisebachii</i>			I	IV	II	I	I	I				Ca P
<i>Baccharis calliprinos</i>			I							I		N P
<i>Taraxacum gilliesii</i>			I									T P
<i>Proustia cuneifolia</i>			I									N P/M
<i>Baccharis salicifolia</i>			I									N M
<i>Nama undulatum</i>			I									Ca M
<i>Baccharis tola</i> ssp. <i>tola</i>		IV	II	I	V	I						Ca P
<i>Tetraglochin alata</i> var. <i>alata</i>	II	II	II		IV							Ca C
<i>Nassauvia axillaris</i>	II		II		III							Ca P
<i>Baccharis boliviensis</i>			I		III							Ca P
<i>Mulinum ulicinum</i>	I		I		III	I						Ca P
<i>Lobivia formosa</i>			I		II	I						S C
<i>Astragalus garbancillo</i>	I		I	I	II		I	I				T P
<i>Gomphrena pumila</i>		I	I		II	I	I					T P

Y. Ripoll y E. Martínez Carretero - Vegetación del Valle La Invernada en San Juan

Continuación de Tabla 1.

Comunidad N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	FB	TC
Altitud m s.n.m. (x100)	43-34	36-33	34-30	34-24	32-30	32-26	31-23	28-21	26-22	22-13	>13	
Diversidad (Ind. Shanon)	1.61	2.09	2.49	2.44	2.61	2.37	2.94	2.34	1.85	1.31	0.43	
Riqueza de especies	26	28	54	30	57	51	34	50	29	30	11	
Cobertura a campo (%)	40	60	46	40	65	60	30	80	45	40	55	
<i>Deyeuxia deserticola</i>												
var. <i>deserticola</i>			I	I	II							H P
<i>Fabiana punensis</i>					III							Ca P
<i>Caiophora coronata</i>					I							Ca P
<i>Menodora decemfila</i>					I							Ca C
<i>Nothoscordum nudicaule</i>					I							G AA
<i>Nassella sanluisensis</i>					I							H M
<i>Denmoza rodacantha</i>					I							S M
<i>Tunilla corrugata</i>			I		I							S P
<i>Bowlesia tropaeolifolia</i>					I							T M
<i>Calceolaria brunellifolia</i>					I							T P
<i>Artemisia mendozaana</i>												
var. <i>paramilloensis</i>		II	IV	I	III	V	II	III	I	I		Ca P
<i>Lycium chanar</i>		II	II		I	IV	II	III				Ca P
<i>Lycium chilense</i> var. <i>vergarae</i>	II	II	II		I	III		II	I			Ca P
<i>Bougainvillea spinosa</i>			I	I	I	III		I	II			Ca M
<i>Erodium cicutarium</i>			I	I		II		I				T ad
<i>Hoffmannseggia glauca</i>			I			II	I	I				G P/M
<i>Chuquiraga echegarayi</i>			I	I	I	II						Ca P
<i>Sisyrinchium macrocarpum</i>					I	I						G M
<i>Pterocactus reticulatus</i>						I						S P
<i>Mulguraea echegarayi</i>						I						Ca P
<i>Larrea nitida</i>				III		I	V	I	I	II		N P/M
<i>Schinus fasciculatus</i>							I					N M
<i>Argyria uspallatensis</i>							I					T P
<i>Larrea divaricata</i>						II	I	V	IV	III		N M
<i>Thymophylla pentachaeta</i>						I	I	II	I	I		T M
<i>Hyalis argentea</i>							I	II				Ca M
<i>Artemisia echegarayi</i>							I	I				H P
<i>Tweedia brunonis</i>								I				H M
<i>Echinopsis leucantha</i>								I				S M
<i>Larrea cuneifolia</i>				I			III	II	V	III	III	N M
<i>Mulguraea aspera</i>						I	II	II	IV	I		Ca M
<i>Lycium chilense</i>		I			I	I		I	II			Ca M
<i>Diplachne dubia</i>									III	I		H M
<i>Eragrosti lugens</i>								I	II			H M
<i>Bredemeyera microphylla</i>								I	I			Ca M
<i>Pappophorum caespitosum</i>								I	I			H M
<i>Cottea pappophoroides</i>									I			H M
<i>Bulnesia retama</i>							I	I	III	V	II	N M
<i>Nassella tenuissima</i>						I		I		II		H M
<i>Tessaria absinthioides</i>							I			II		N M
<i>Austrobrickellia patens</i>										II		N M
<i>Gymnophyton polycephalum</i>								I		I		T C
<i>Parkinsonia praecox</i>								I		I	I	N M
<i>Philibertia gilliesii</i>						I				I		Ca M
<i>Aloysia gratissima</i>										II		N M

Continuación de Tabla 1.

Comunidad N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
Altitud m s.n.m. (x100)	43-34	36-33	34-30	34-24	32-30	32-26	31-23	28-21	26-22	22-13	>13			
Diversidad (Ind. Shanon)	1.61	2.09	2.49	2.44	2.61	2.37	2.94	2.34	1.85	1.31	0.43			
Riqueza de especies	26	28	54	30	57	51	34	50	29	30	11			
Cobertura a campo (%)	40	60	46	40	65	60	30	80	45	40	55	FB	TC	
<i>Senecio pinnatus</i> var. <i>pinnatus</i>									I			Ca	M	
<i>Baccharis spartioides</i>										I		Ca	M	
<i>Atriplex crenatifolia</i>											I	N	M	
<i>Mirabilis ovata</i>												Ca	M	
<i>Aristida mendocina</i>												H	M	
<i>Opuntia sulphurea</i>												S	M	
<i>Deuterocohnia longipetala</i>												V	Ca	C
<i>Trichocereus strigosus</i>												III	S	C
<i>Aristida adscencionis</i>								I	I			II	T	M
<i>Denmoza rhodacantha</i>												II	S	M
<i>Mentzelia albescens</i>								I	I			I	T	C
<i>Maihueiopsis recurvata</i>												I	S	C
<i>Pyrrhocactus</i> sp.												I	S	C
<i>Tephrocactus aoracanthus</i>												I	S	M

Acompañantes: *Ephedra chilensis* (6=I, 1=II, 2,3, 4=III Ca,P); *Senecio oreophyton* (4=I, 1,2=II, 3,5=III Ca,P); *Cistanthe picta* (2,4,5,6=I, 1,3=II Ca,AA); *Trichocline boecheri* (3,6,7=I, 1,5=II H,P); *Phacelia nana* (1,2,4=I T,AA); *Oxalis compacta* (1,2,5,6=I H,AA); *Adesmia horrida* (2,3,5=I N,AA); *Sphaeralcea philippiana* (3,4,6=I Ca,P); *Viola flos-idea* (3,4,5,6=I Ca,AA); *Tarasa tenella* (3,6=I Ca,P); *Chuquiraga erinacea* subsp. *hystrix* (5=I, 3,6=II N,P); *Schkhria pinnata* (5,6,8=I T,M); *Plagiobothrys* sp (5,6,8=I H); *Bouteloua barbata* (8=I, 6=II, 5,9=III H,M); *Salvia cuspidata* ssp. *gilliesii* (6,7=I, 8,9,10=II N,M); *Gochnatia glutinosa* (6,7,8=I N,C); *Eremium erianthum* (6,7,8,9=I H,P); *Oxytheca dendroidea* subsp. *chilensis* (6,7,8=I T,P); *Pappophorum philippianum* (6,7,8,10=I H,M); *Munroa decumbens* (7,8,9=I H,C); *Digitaria californica* (7,9,10=I H,C); *Prosopis flexuosa* var. *depressa* (8,10=I N,M); *Jarava leptostachya* (2=I, 3,4,5,6,8,9,10=II H,M); *Junellia seriphioides* (5,8=I 2,3,6=II Ca,M); *Lycium fuscum* (6,7,8=I 2,3=III N,P); *Senecio filaginoides* (2,4,7=I 9,10=II Ca,P); *Euphorbia amandi* (2,3,4,6=I 8,9=II T,P); *Scleropogon brevifolium* (3,7=I 4,9=II 5,6,8=III G,M); *Acantholippia seriphioides* (3,4,5=I 6,8=II Ca,M); *Nierembergia pulchella* (3,4,5,6,7,9=I Ca,M); *Senecio calingastensis* (3,5=II Ca,M); *Jarava scirpea* (3,5,6,7,9=I H,P); *Nicotiana petunioides* (3,4,7=I T,M); *Astragalus cuyanus* (4,6,8=I T,P).

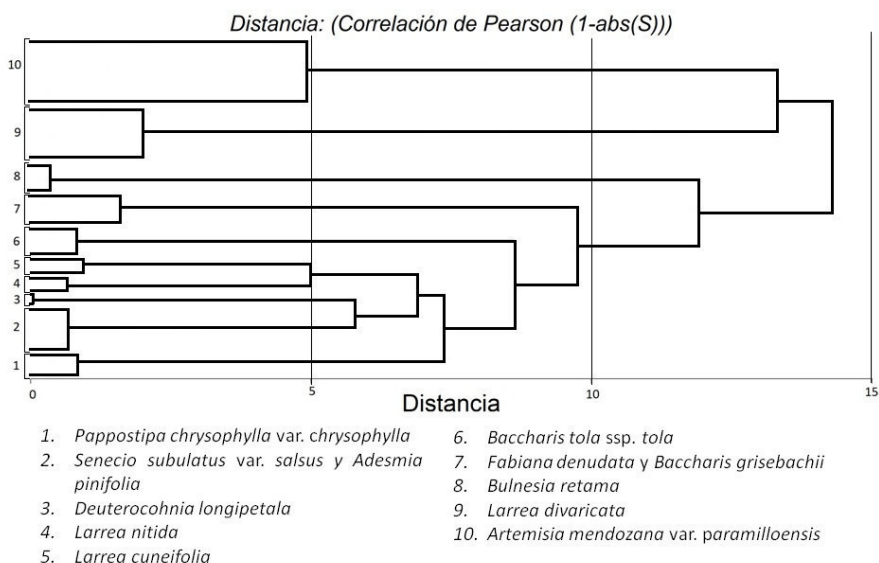


Fig. 2. Análisis de agrupamiento de los relevamientos florísticos.

Comunidades vegetales

Las comunidades vegetales se cartografiaron (Fig. 3) y se esquematizaron dos perfiles de relieve-vegetación, al norte (30° 55' S) (Fig. 4) y sur (31° 13' S) (Fig. 5).

En la cima de la sierra El Tigre, sobre los 3600 m s.n.m., se destaca un matorral en cojín de baja cobertura (30%) con predominio de *Adesmia subterranea* Clos, *A. aegiceras* Phil., *A. echinus* C. Presl y *Senecio oreophyton* J. Rémy. Acompañadas

por *Nassauvia axillaris* (Lag. ex Lindl.) D. Don, *Senecio subulatus* D. Don ex Hook. & Arn. var. *salsus* (Griseb.) Cabrera, *Nototriche compacta* (A. Gray) A. W. Hill, *Adesmia nanolignea* Burkart y *Azorella cryptantha* (Clos) Reiche, entre otras. En este matorral dominan las formas camefíticas y hemicriptofíticas, altamente adaptadas a los procesos criogénicos. Esta comunidad de contacto no fue incluida en los análisis ya que se encuentra fuera del área del estudio.

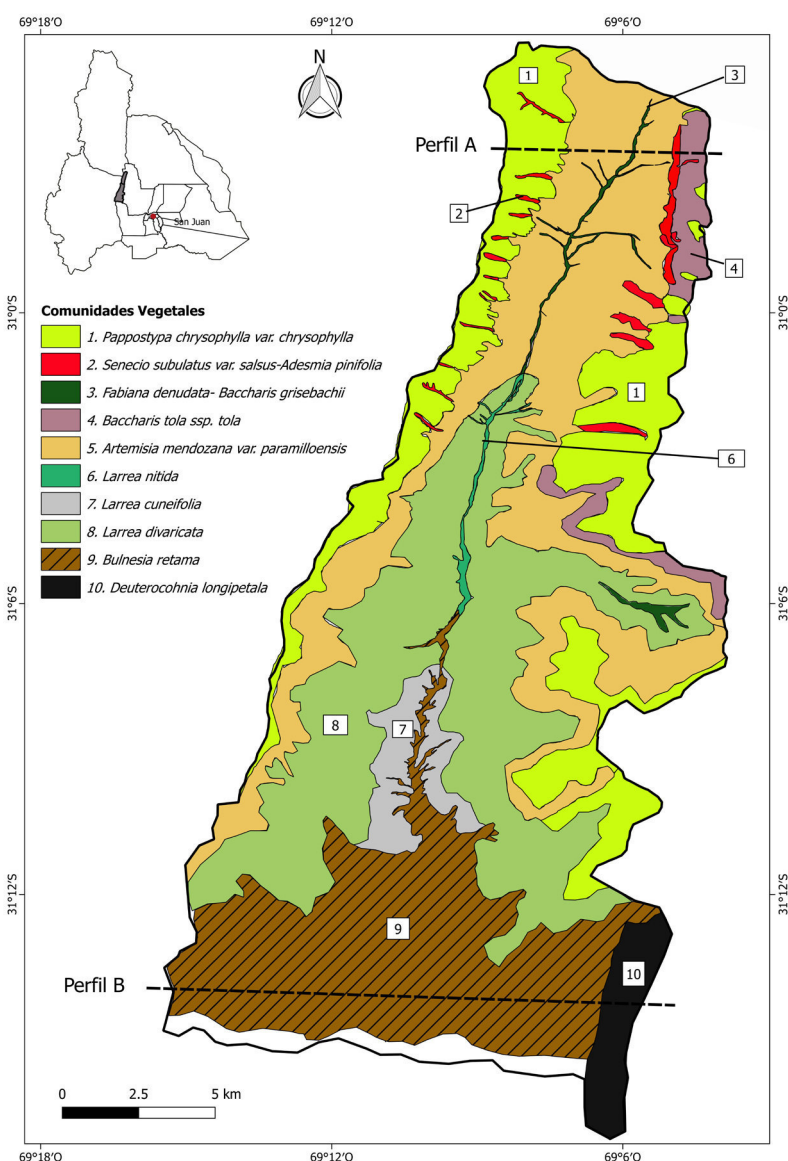


Fig. 3. Mapa de las comunidades vegetales del valle La Invernada.

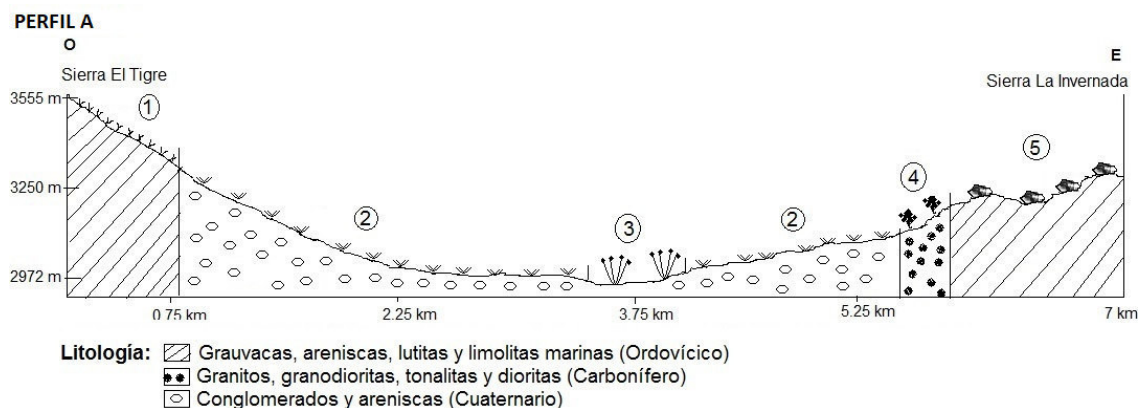


Fig. 4. Perfil norte de las comunidades vegetales (Perfil A). Piso de Puna. **1:** *Pappostipa chrysophylla* var. *chrysophylla*. **2:** *Artemisia mendozana* var. *paramilloensis*. **3:** *Fabiana denudata*-*Baccharis grisebachii*. **4:** *Senecio subulatus* var. *salsus*-*Adesmia pinifolia*. **5:** *Baccharis tola* ssp. *tolá*.

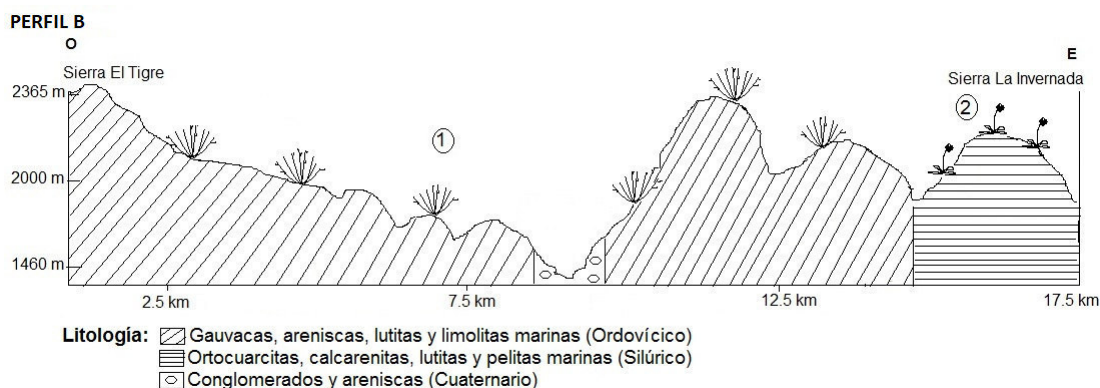


Fig. 5. Perfil sur de las comunidades vegetales (Perfil B). Piso de Monte. **1:** *Bulnesia retama*, y Cardonal **2:** *Deuterocohnia longipetala*.

(1) Comunidad de *Pappostipa chrysophylla* var. *chrysophylla*: Fisonómicamente es un pastizal abierto. Se localiza en lugares expuestos a la acción mecánica de los vientos como las cimas o mitad superior de laderas, donde hay una fuerte selección de clastos por hielo dominando los procesos criogénicos (vegetación en borlas y en suelos afectados por agujas de hielo o pipkrake). La cobertura vegetal es menor al 60%. Se extiende entre los 3300 y 3600 m s.n.m. Las especies dominantes son *Pappostipa chrysophylla* (E. Desv.) Romasch. var. *chrysophylla*, *Pappostipa vaginata* (Phil.) Romasch., *Maihueiopsis glomerata* (Haw.) Kiesling, *Adesmia aegiceras*, *Glandularia araucana* (Phil.) Botta, *Elymus angulatus* J. Presl y

Lecanophora ameghinoi (Speg.) Speg. Por la ribera de los cauces que atraviesan el pastizal asciende *Fabiana denudata* Miers con ejemplares de hasta 0,4 m de alto.

El espectro biológico-fisonómico-estructural (Fig. 6A) muestra el dominio de las caméfitas (46%) y hemicriptófitas (21%), en una estructura baja y abierta.

(2) Comunidad de *Senecio subulatus* var. *salsus*-*Adesmia pinifolia*: Es un matorral de hasta 3 m de alto dominado por *Senecio subulatus* var. *salsus* y *Adesmia pinifolia* Gillies ex Hook. & Arn. Ocupa las quebradas y base de las laderas de solanas entre 3000-3400 m s.n.m. Presenta 54 especies distribuidas en dos estratos: el superior

Y. Ripoll y E. Martínez Carretero - Vegetación del Valle La Invernada en San Juan

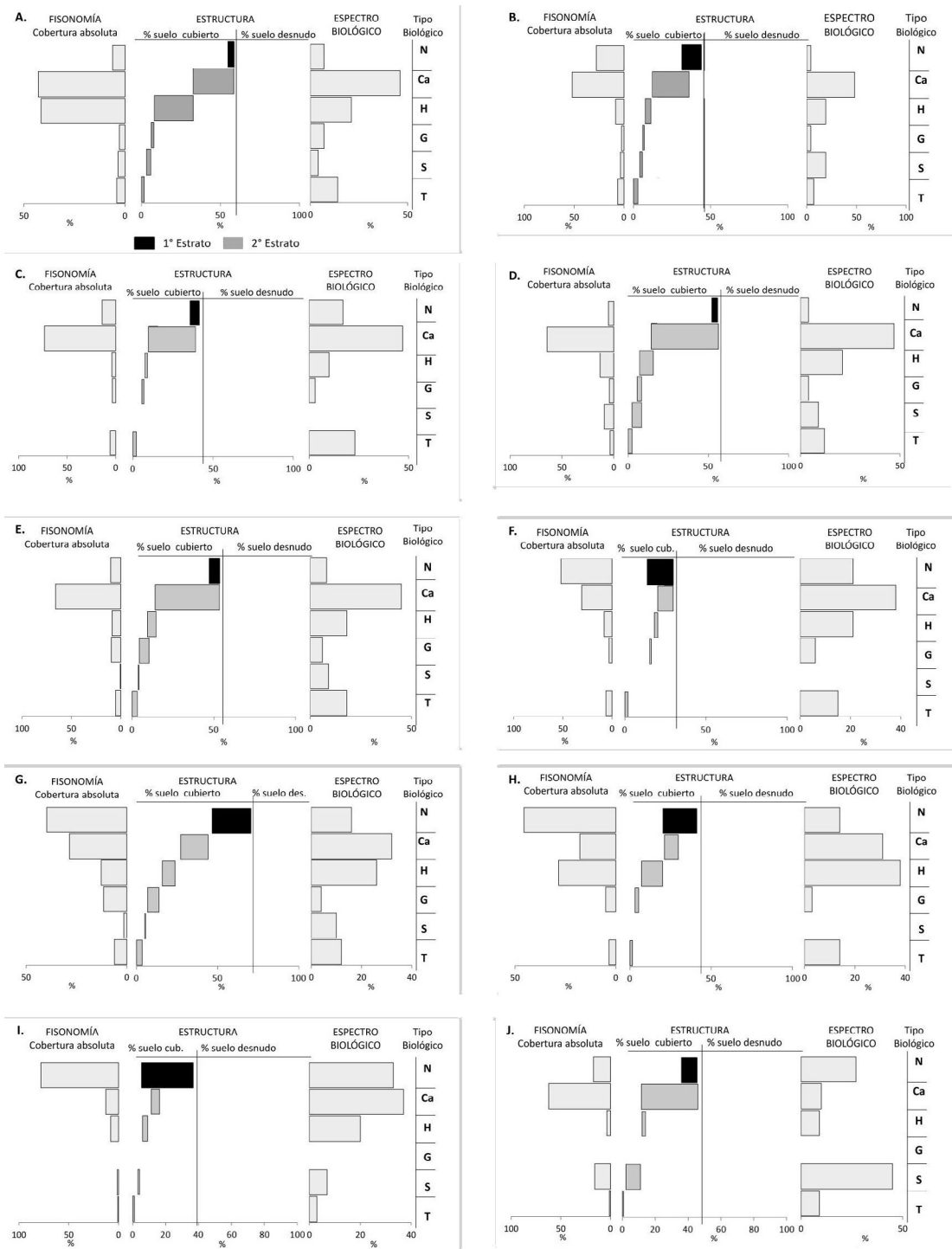


Fig. 6. Espectros biológico-fisonómico-estructural por comunidad. **A:** *Pappostipa chrysophylla* var. *chrysophylla*. **B:** *Senecio subulatus* var. *salsus*-*Adesmia pinifolia*. **C:** *Fabiana denudata*-*Baccharis grisebachii*. **D:** *Baccharis tola* ssp. *tola*. **E:** *Artemisia mendozana* var. *paramilloensis*. **F:** *Larrea nitida*. **G:** *Larrea divaricata*. **H:** *Larrea cuneifolia*. **I:** *Bulnesia retama*. **J:** *Deuterocohnia longipetala*. Abreviaturas: Ca: caméfito, G: geófito, H: hemicriptófito, N: nanofanerófito, S: suculento, T: terófito.

de *Adesmia pinifolia* y *Lycium fuscum* Miers con ejemplares de hasta 3 m de alto, y el inferior entre 0,2-0,4 m. Domina *Senecio subulatus* var. *salsus* acompañado por *Melica chilensis*, *Clinopodium gilliesii*, *Erioneuron pilosum*, *Tagetes perezii* Cabrera, *Cerastium arvense* L., *Tunilla corrugata* (Salm-Dyck) D. R. Hunt & Iliff y *Phacelia artemisioides* Griseb., que caracterizan a la comunidad. Por el fondo de las quebradas, siguiendo los escurrimientos, ingresan individuos aislados de *Fabiana denudata* y de *Baccharis grisebachii* Hieron.

Porcentualmente dominan las caméfitas (48%) seguidas de las hemicriptófitas (19%) y por cobertura las caméfitas (52%) y las nanofanerófitas (28%) (Fig. 6B).

(3) Comunidad de *Fabiana denudata*-*Baccharis grisebachii*: Se ubica entre los 2400-3400 m s.n.m., es una comunidad riparia que sigue los cauces de erosión en el sector norte del río seco de La Invernada y sus tributarios.

Las especies dominantes son *Fabiana denudata* y *Baccharis grisebachii* con una cobertura del 5%; como especie característica de esta comunidad se puede mencionar a *Baccharis calliprinus* Griseb. Acompañantes propias de este piso de vegetación son: *Ephedra chilensis* C. Presl, *Senecio oreophyton* y *Cistanthe picta* (Gill. ex Arn.) Carolin ex Hershkovitz. Hasta los 2800 m s.n.m., aproximadamente, se encuentran elementos del piso inferior más cálido como *Larrea cuneifolia* Cav., *L. nitida* Cav., *L. divaricata* Cav., *Senecio filaginoides* DC. y *Proustia cuneifolia* D. Don.

Las formas biológicas dominantes son las caméfitas (47%), seguidas por las terófitas (23%), mientras que por cobertura codominan las nanofanerófitas (14%) que aumentan su valor en los escurrimientos de menor altura (Fig. 6C).

(4) Comunidad de *Baccharis tola* ssp. *tola*: Es una comunidad saxícola que ocupa principalmente los roquedales de granito básico de la sierra La Invernada con exposición noroeste entre los 3000-3200 m s.n.m. Posee 57 especies siendo la comunidad con mayor riqueza del área de estudio. Fisionómicamente corresponde a un matorral bajo de 0,4 m de alto con dominio de *Baccharis tola* Phil. ssp. *tola*, *Tetraglochin alata* (Gill. ex Hook. & Arn.) Kuntze var. *alata*, *Nassauvia axillaris*,

Baccharis boliviensis (Wedd.) Cabrera, *Mulinum ulicinum* Gill. & Hook., *Caiophora coronata* (Gill. ex Arn.) Hook. & Arn., *Fabiana punensis* S. C. Arroyo, entre otras; acompañadas de cactáceas como *Lobivia formosa* (Pfeiff.) Dodds, *Denmoza rodacantha* (Salm-Dyck) Britton & Rose y *Tunilla corrugata*. La cobertura no supera el 60%.

Las formas biológicas dominantes son las caméfitas (47%) y las hemicriptófitas (21%) (Fig. 6D).

(5) Comunidad de *Artemisia mendozana* var. *paramilloensis*: Se presenta como un matorral bajo y muy abierto que ocupa los abanicos y conos aluviales del valle. Se extiende entre los 2600-3200 m s.n.m.

La especie dominante es *Artemisia mendozana* DC. var. *paramilloensis* Roig & Ambrosetti (de 0,3 m de alto, y cobertura del 50%) junto con *Lycium chanar* Phil., *Ptephrocactus reticulatus* Kiesling y *Mulguraea echegarayii* (Hieron.) N. O'Leary & P. Peralta se comportan como características. Como acompañantes se presentan *Lycium chilense* Miers ex Bertero var. *vergarae* (Phil.) Bernardello, *Bougainvillea spinosa* (Cav.) Heimerl, *Chuquiraga echegarayi* Hieron., *Sisyrinchium macrocarpum* Hieron. y *Philibertia candolleana* (Hook. & Arn.) Decne, entre otras.

Las formas dominantes en presencia son las caméfitas (45%) seguidas por las hemicriptófitas (18%) y terófitas (18%), y en cobertura las caméfitas (66%) seguidas por las nanofanerófitas (10%) y geófitas (10%) (Fig. 6E).

Se destaca una facies de *Scleropogon brevifolium* Phil. en los abanicos aluviales entre los 2700-2900 m s.n.m. en sectores bajos donde se acumula material arcillo-limoso por los escurrimientos superficiales.

(6) Comunidad de *Larrea nitida*: Es la continuidad de la comunidad riparia de *Fabiana denudata* por debajo de los 2600 m s.n.m. Constituye un matorral alto y abierto en los escurrimientos entre los 2300-3100 m. Presenta un estrato arbustivo de hasta 1 m de alto y un estrato herbáceo de 0,3 m. Domina *Larrea nitida* que puede alcanzar una cobertura superior al 30% y como especies características se indican *Schinus fasciculata* (Griseb.) I. M. Johnst., *Jarava scirpea* (Speg.) Peñailillo y *Argylia uspallatensis* DC. y entre las acompañantes *Artemisia mendozana* var. *paramilloensis*,

Baccharis grisebachii, *Larrea cuneifolia*, *Hyalis argentea* Hook. & Arn., *Scleropogon brevifolium* y *Pappophorum phillippianum* Parodi, entre otras.

Las caméfitas (38%) dominan el espectro biológico en cuanto a presencia, seguidos por hemicriptófitas (21%) y nanofanerófitas (21%); estas últimas dominan en cobertura (52%) y las caméfitas ocupan el segundo lugar (31%) (Fig. 6F).

(7) Comunidad de *Larrea divaricata*: Este matorral, distribuido en los abanicos aluviales, ocupa el piso inmediato inferior al de *Artemisia mendozana* var. *paramilloensis*. A partir de los 2900 m s.n.m. aproximadamente este taxón comienza a ser reemplazado por *Larrea divaricata*, inicialmente como un matorral muy achaparrado que va aumentando su altura hasta superar el 1,2 m a los 2100 m. Hasta los 2700 m *L. divaricata* está acompañada por *Fabiana denudata* y *Artemisia echegarayii* Hieron. con cobertura del 60%. Por debajo de los 2600-2700 m *Hyalis argentea*, *Salvia cuspidata* Benth. ssp. *gilliesii* (Benth.) J.R.I. Wood, *Lycium chilense*, *Senecio filaginoides* y *Acantholippia seriphoides* (A. Gray) Mold., etc., se comportan como acompañantes. Sobre los surcos de erosión y por debajo de los 2100 m comienza la presencia de *Bulnesia retama* (Gill. ex Hook. & Arn.) Griseb.

En las laderas más frías y erosionadas de exposición sur se presenta una facies de *Hyalis argentea* acompañada principalmente por *Salvia cuspidata* ssp. *gilliesii* y *Nassella tenuissima* (Trin.) Barkworth.

Por presencia dominan las caméfitas (32%) y las hemicriptófitas (26%), mientras que por cobertura las nanofanerófitas (40%) son más importantes determinando la fisonomía de la comunidad (Fig. 6G).

(8) Comunidad de *Larrea cuneifolia*: Matorral que ocupa los piedemontes entre los 2200-2600 m s.n.m. *Larrea cuneifolia* está acompañada por *Mulguraea aspera* (Gill. & Hook.) Mold., *Lycium chilense*, *Diplachne dubia* (Kunth) Scribn., *Eragrostis lugens* Nees, *Bredemeyera microphylla* (Griseb.) Hieron., *Pappophorum caespitosum* R.E. Fr. y *Cottea pappophoroides* Kunth. Posee dos estratos, uno arbustivo de 1 m de alto y uno herbáceo de 0,3-0,5 m, con una cobertura media del 60%.

Dominan en presencia las hemicriptófitas (38%) y las caméfitas (31%), pero en cuanto a cobertura las nanofanerófitas (46%) son más importantes (Fig. 6H).

(9) Comunidad de *Bulnesia retama*: *B. retama* aparece inicialmente de manera esporádica en los cauces de escurrimiento y es especie dominante a partir de los 2200 m s.n.m.

Fisionómicamente se presenta como una estepa arbustiva alta con dos estratos, el superior de 1 m de alto y otro herbáceo de 0,6 m. La cobertura vegetal media de la comunidad es del 45%. Se extiende sobre los abanicos aluviales y luego va ascendiendo por las laderas hasta dominar todos los ambientes en la parte sur del área de estudio. Son características de esta comunidad *Aristida mendocina* Phil., *Mirabilis ovata* (Ruiz & Pav.) Meigen, *Opuntia sulphurea* Gill. ex Salm-Dyck, *Philibertia gilliesii* Hook. & Arn., *Senecio pinnatus* Poir. var. *pinnatus*, *Parkinsonia praecox* (Ruiz & Pav. ex Hook.) Hawkins, *Atriplex crenatifolia* Chodat & Wilczek y *Baccharis spartioides* (Hook. & Arn. ex DC.) J. Rémy.

En presencia dominan las caméfitas (37%) seguidas de las nanofanerófitas (33%), mientras que por cobertura son más importantes estas últimas (N = 78%) evidenciando condiciones más cálidas (Fig. 6I).

(10) Comunidad de *Deuterocohnia longipetala*: Es un matorral bajo de 0,50 m de alto, que ocupa laderas y afloramientos rocosos calcáreos del sur del valle. *Deuterocohnia longipetala* (Baker) Mez está acompañada por *Aristida adscencionis* L., *Denmoza rhodacantha*, *Mentzelia albescens* (Gill. ex Arn.) Griseb. y las cactáceas *Trichocereus strigosus* (Salm-Dyck) Britton & Rose, *Maihueniopsis recurvata* (Gilmer & H. P. Thomas) Kiesling, *Pyrrhocactus bulbocalyx* (Wederman.) Backeb. y *Tephrocactus aoracanthus* (Lem.) Lem.

Las suculentas (45%) dominan en presencia seguidas por las nanofanerófitas (27%). En cuanto a cobertura las caméfitas (62%) y las nanofanerófitas (17%) tienen mayor importancia (Fig. 6J).

Consideraciones edáficas

Los suelos en general son poco desarrollados y neutros a alcalinos (Tabla 2). La textura arenosa corresponde a suelos de origen fluvial, sueltos

Tabla 2. Características edáficas por comunidad.

Comunidad	IDShannon	LI-LS	CE (µS/cm)	pH	N (ppm)	P (ppm)	K (ppm)	Textura
<i>Pappostipa chrysophylla</i> var. <i>chrysophylla</i>	2.09	1,44-2,24	426	7.87	588	7.26	235	franco arenoso
<i>Senecio subulatus</i> var. <i>salsus</i> y <i>A. pinifolia</i>	2.49	2,07-2,61	519	6.73	1036	7.08	156	arenoso
<i>F. denudata</i> y <i>Baccharis grisebachii</i>	2.44	1,92-2,70	498	7.89	252	3.4	117	franco arenoso
<i>Baccharis tola</i> ssp. <i>tola</i>	2.61	2,13-1,76	526	7.87	448	6.68	507	franco arenoso
<i>Artemisia mendozana</i> var. <i>paramilloensis</i>	2.37	2,04-2,46	157	9.04	448	9.4	310	franco arenoso
<i>Larrea nitida</i>	2.94	1,97-3,21	163	9.35	672	9.64	547	arenoso
<i>Larrea divaricata</i>	2.34	1,83-2,52	388	9.21	418	8.84	418	arenoso
<i>Larrea cuneifolia</i>	1.85	1,51-1,98	459	8.22	560	6.8	156	franco arenoso
<i>Bulnesia retama</i>	1.31	0,69-1,56	295	8.46	518	4.4	156.5	arenoso
<i>Deuterocohnia longipetala</i>	0.43	0,22-0,62	408	7.48	1204	3.36	160	franco arenoso

y profundos. Las bajas conductividades eléctricas están asociadas a la textura que facilita el drenado en profundidad de las sales, como a la ausencia en superficie de material rocoso rico en sales solubles. El contenido de nitrógeno es bajo con incremento en la comunidad de *Senecio subulatus-Adesmia pinifolia* que presenta abundante mantillo y en la *Deuterocohnia longipetala* que en las grietas de los afloramientos acumula mantillo por arrastre en cada lluvia.

El análisis de componentes principales considerando los datos físico-químicos de los suelos y las comunidades vegetales se muestra en la Fig. 7. Los contenidos de fósforo y potasio muestran mayor relación con la comunidad riparia de *Larrea nitida*, donde el estrato herbáceo, el de musgos y cianofíceas juega un papel importante en la riqueza específica, estabilidad de los suelos y la cobertura total de la comunidad. En las comunidades saxícolas como las de *D. longipetala*, *Fabiana denudata-Baccharis grisebachii* y de *S. subulatus-A. pinifolia*, en las grietas de las rocas o en los depósitos entre rocas se concentran las sales y el nitrógeno, por ello es mayor la relación con el contenido de éste y la conductividad eléctrica.

Consideraciones fitoclimáticas

A partir de los espectros biológicos se caracterizó fitoclimáticamente el valle en estudio. Dominan las caméfitas (n = 47; 33%) y las hemicriptófitas (n = 36; 25%), abundantes en las comunidades más

frías corroborando situaciones análogas a la de otras áreas de alta montaña (Martínez Carretero, 1985; Méndez, 2004; Roig *et al.*, 2007). Mientras que las nanofanerófitas (n = 20; 14%) se incrementan en las riberas de los cauces de escorrentía con mayor disponibilidad de humedad, y las suculentas (n = 14; 10%) en las laderas más luminosas y cálidas de solana. Las terófitas (n = 21; 15%) y las geófitas (n = 3; 5%) abundan en laderas de exposición sur. Esto permite concluir que el fitoclima del área es camefítico-hemicriptófitico.

Espectro corológico

El espectro biológico por comunidad, expresado en porcentaje, se muestra en la Fig. 8.

De las especies relevadas, el 43% posee distribución puneña y dominan en las comunidades de *Pappostipa chrysophylla* var. *chrysophylla*, *Senecio subulatus* var. *salsus-Adesmia pinifolia*, *Fabiana denudata-Baccharis grisebachii*, *Baccharis tola* ssp. *tola*, y *Artemisia mendozana* var. *paramilloensis*, (Fig. 8A-E), extendiéndose entre los 2600-3600 m s.n.m.. En la comunidad de *A. mendozana* var. *paramilloensis*, las especies *Scleropogon brevifolium*, *Jarava leptostachya* (Griseb.) F. Rojas, *Acantholippia seriphoides* y *Bouteloua barbata* Lag. marcan el contacto con el Monte.

Entre las comunidades riparias, la de *Larrea nitida* presenta similares porcentajes tanto en presencia como en cobertura de especies puneñas y del monte, siendo ecotono entre ambas unidades fitogeográficas.

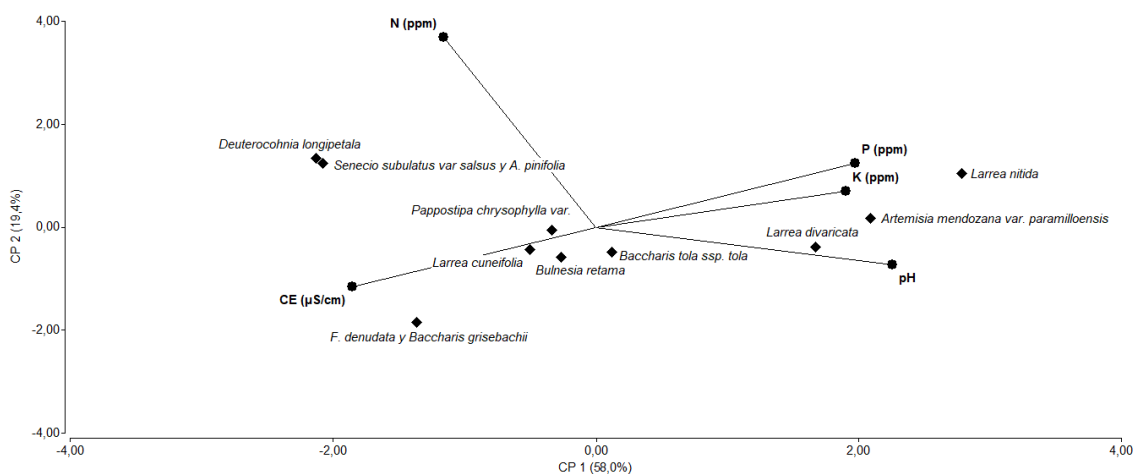


Fig. 7. Análisis de componentes principales entre las características fisicoquímicas de los suelos y las comunidades vegetales.

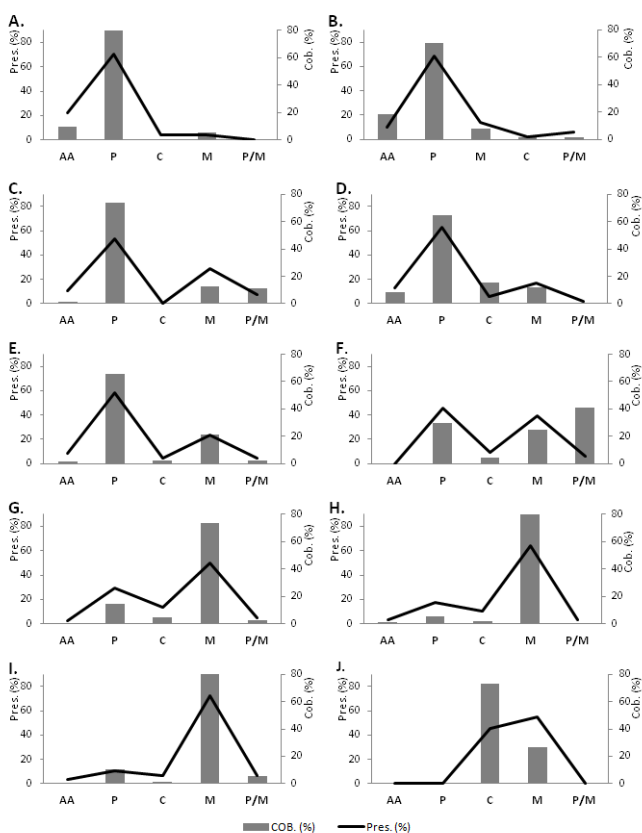


Fig. 8. Espectros corológicos compensados por comunidad. **A:** *Pappostipa chrysophylla* var. *chrysophylla*. **B:** *Senecio subulatus* var. *salsus*-*Adesmia pinifolia*. **C:** *Fabiana denudata*-*Baccharis grisebachii*. **D:** *Baccharis tola* ssp. *tola*. **E:** *Artemisia mendozana* var. *paramilloensis*. **F:** *Larrea nitida*. **G:** *Larrea divaricata*. **H:** *Larrea cuneifolia*. **I:** *Bulnesia retama*. **J:** *Deuterocohnia longipetala*. Abreviaturas: AA: Altoandino, C: Cardonal, M: Monte, P: Puna, P/M: Puna-Monte.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Las comunidades vegetales determinadas evidencian la diversidad geomorfológica del área estudiada. La altitud, la pendiente y el tipo de sustrato son determinantes respecto de las comunidades.

La comunidad de *Pappostipa chrysophylla* var. *chrysophylla* se encuentra en suelos sometidos a procesos criogénicos. Este pastizal también fue estudiado para la provincia de Mendoza pero a menor altitud (Martínez Carretero, 2004; Méndez *et al.*, 2006; Morici *et al.*, 2010); la especie que define a esta unidad de vegetación se presenta como acompañante en la mayoría de las comunidades lo que denota su plasticidad ecológica.

En las laderas de las sierras de exposición norte se ubica la comunidad de *Senecio subulatus* var. *salsus-Adesmia pinifolia* en suelos rocosos con matriz franco-arenosa. A una altitud similar fue descrita en la provincia de Mendoza en el flanco oriental del Cordón del Plata (Méndez, 2004) y en el Parque Nacional Aconcagua (Méndez *et al.*, 2006).

En los cauces de erosión con suelos arenosos a franco-arenosos, sueltos de riberas los matorrales de *Fabiana denudata-Baccharis grisebachii* que es reemplaza a menor altura por la comunidad de *Larrea nitida*.

El matorral bajo de *Baccharis tola* ssp. *tola* se desarrolla en suelos rocosos de granitos básicos.

El matorral de *Artemisia mendozaana* var. *paramilloensis* ocupa suelos medianamente profundos, arenosos, con clastos. En el sector sur de la Precordillera, en el valle de Uspallata (32° 35' S), se extiende hasta los 2400 m s.n.m. (Martínez Carretero, 2000).

Las comunidades de *L. divaricata*, *L. cuneifolia* y *B. retama* se desarrollan en suelos arenosos, con clastos rodados heterométricos y la de *D. longipetala* en suelos rocosos calcáreos, de exposición norte. La disminución en la riqueza específica se asocia al incremento de la erosión hídrica en las comunidades por debajo de los 2600 m s.n.m. A partir de los 2600 m de altitud el área de estudio florísticamente se enmarca dentro del distrito Cuyano de la Provincia Fitogeográfica de la Puna. El piso Altoandino se presenta sobre los 3600 m s.n.m. El Cardonal se extiende hacia el sur siguiendo las laderas de solana, principalmente como vegetación de grietas o pequeños depósitos de

sustrato arenoso sobre roca consolidada, dominado por bromeliáceas terrestres y cactáceas.

Según Martínez Carretero (1995), taxones como *Baccharis tola* ssp. *tola*, *Baccharis boliviensis*, *Euphorbia amandi* Oudejans, *Jarava leptostachya*, etc. poseen alto valor fitogeográfico pues se distribuyen desde Perú, Bolivia y el norte de Chile hasta los 32° 40' S en Uspallata (provincia de Mendoza, Argentina), evidenciando la distribución de la Puna por el flanco andino oriental. En el valle La Invernada, los elementos del Monte entran en contacto con los puneños entre los 2500-2700 m s.n.m., coincidiendo con lo propuesto por Bárcena & Roig (1982) y Martínez Carretero (1995, 2000) para la Puna argentina.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

YR confección de cartografía de base, clasificación visual, mapa de vegetación, censos de vegetación, identificación de especies, análisis estadísticos, elaboración del manuscrito. EMC relevamientos florísticos, identificación de especies, definición de unidades de vegetación, redacción y revisión general del manuscrito.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al propietario de la Reserva Privada Don Carmelo, Sr. Arturo Curatola, por su buena predisposición para la realización de este trabajo y al personal de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la provincia de San Juan por el apoyo logístico en las tareas de campo. Este trabajo fue parcialmente financiado por el Proyecto 10120180300135SJ, CICITCA, Universidad Nacional de San Juan, San Juan, Argentina.

BIBLIOGRAFÍA

- ALMIRÓN, M. 2018. Vegetación del Monumento Natural y Paisaje Protegido Loma de Las Tapias. Departamentos Ullum y Albardón, San Juan (Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 53: 385-403.
- BARCENA, J. R. & F. A. ROIG. 1982. Investigaciones arqueológicas en el área puneña de Mendoza, con especial referencia a *Tephrocactus andicola* (Cactaceae) como nuevo recurso alimentario. *Relaciones* 14: 85-107.

Y. Ripoll y E. Martínez Carretero - Vegetación del Valle La Invernada en San Juan

- BALDIS, B. A., M. BERESI, L. O. BORDONARO & A. VACA. 1982. Síntesis evolutiva de la Precordillera Argentina. *Actas del V Congreso Latinoamericano de Geología Argentina* 4: 399-445.
- BASTÍAS, H. E., E. ULIARTE, J. de D. PAREDES, A. SÁNCHEZ, J. A. BASTÍAS, L. RUZYCKI & P. PERUCCA. 1990. Neotectónica de la provincia de San Juan. *Relatorio de geología y recursos naturales de la Provincia de San Juan*, 11º Congreso Geológico Argentino: 228-244.
- BRAUN-BLANQUET, J. 1979. *Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales*. 3ª ed. H. Blume Ediciones, Barcelona.
- CABRERA, A. 1976. Regiones fitogeográficas argentinas. En: KUGLER, W. (ed.). *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería*, pp. 1-85. 2ª ed. Editorial ACME, Buenos Aires.
- DI RIENZO, J., F. CASANOVES, M. G. BALZARINI, L. GONZÁLEZ, M. TABLADA & C. W. ROBLEDO. 2015. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Disponible en: <http://www.infostat.com.ar>.
- FURQUE, G. 1983. Descripción geológica de la Hoja 19c, Ciénaga de Gualilán, San Juan. *Boletín de la Subsecretaría de Minería (Buenos Aires)*, 193: 1-106.
- FURQUE, G. & M. F. CABALLÉ. 1988. Descripción geológica de la sierra de La Invernada, San Juan. *Boletín de la Dirección Nacional de Minería y Geología*, 1-76.
- HAENE, E., A. MONTAÑEZ & G. NUÑEZ. 1994. Recomendaciones para el uso del plan de manejo de la Reserva Privada de Usos Múltiples Don Carmelo (Departamento Ullúm, Provincia de San Juan). *Informe de la Administración de Parques Nacionales*, pp. 1-14, Buenos Aires.
- IBODA (Instituto de Botánica Darwinion). Catálogo de las Plantas Vasculares del Cono Sur. Disponible en: <http://www2.darwin.edu.ar> [Acceso: 29 Octubre 2018].
- KÖPPEN, W. 1931. *Grundriss der Klimakunde*. De Gruite, Berlin.
- MAGURRAN, A. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, New Jersey.
- MÁRQUEZ, J. & A. DALMASSO. 2003. Las comunidades vegetales de los ambientes húmedos del Parque Nacional El Leoncito, San Juan, Argentina. *Multequina* 12: 55-67.
- MÁRQUEZ J. & G. PASTRÁN. 2017. Las áreas naturales protegidas de la provincia de San Juan. En: MARTÍNEZ CARRETERO, E. & A. GARCÍA (eds.), *San Juan Ambiental*, pp. 187-197. Ed. UNSJ, San Juan.
- MÁRQUEZ, J., Y. RIPOLL, M. ARIZA, E. MARTÍNEZ CARRETERO & A. DALMASSO. 2011. *Naturaleza y cultura de La Ciénaga*. Ed. UNSJ, San Juan.
- MARTÍNEZ CARRETERO, E. 1985. La vegetación de la Reserva Natural Divisadero Largo (Mendoza, Argentina). *Documents Phytosociologiques* N.S. 9: 25-49.
- MARTÍNEZ CARRETERO, E. 1995. La puna argentina: delimitación general y división en distritos florísticos. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 31: 27-40.
- MARTÍNEZ CARRETERO, E. 2000. Vegetación de los Andes Centrales de la Argentina. El Valle de Uspallata, Mendoza. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 34: 127-148.
- MARTÍNEZ CARRETERO, E. 2004. La provincia fitogeográfica de la Payunia. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 39: 195-226.
- MARTÍNEZ CARRETERO E. & M. ONTIVERO. 2017. Vegas. Ecosistema altoandino de importancia biológica, ecológica y socio-económica. En: MARTÍNEZ CARRETERO, E. & A. GARCÍA (eds.), *San Juan Ambiental*, pp. 200-213. Ed. UNSJ, San Juan.
- MARTÍNEZ CARRETERO, E., A. DALMASSO, J. MÁRQUEZ & G. PASTRÁN. 2008. Comunidades Vegetales y Unidades Fitogeográficas. En: Martínez Carretero, E. (ed.) *Diversidad biológica y cultural de los altos andes centrales de Argentina. Línea de base de la reserva de biosfera San Guillermo-San Juan*, pp. 113-152. Ed. UNSJ, San Juan.
- MARTÍNEZ DE PISÓN, E. 1983. Cultura y ciencia del paisaje. *Revista Agricultura y Sociedad* 27. 9-32.
- MÉNDEZ, E. 2004. La vegetación de los Altos Andes I. Pisos de vegetación del flanco oriental del Cordón del Plata (Mendoza, Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 39: 227-253.
- MÉNDEZ, E., E. MARTÍNEZ CARRETERO & I. PERALTA. 2006. La vegetación del Parque Provincial Aconcagua (Altos Andes centrales de Mendoza, Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 41: 41-69.
- MORICI, E. F., A. PRINA, G. ALFONSO & W. MUIÑO. 2010. Flora y vegetación del valle superior del río Atuel (Mendoza-Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 45: 109-118.
- ORTIZ, A. & J. ZAMBRANO. 1981. La provincia geológica de Precordillera Oriental. *Actas del 8º Congreso Geológico Argentino* 3: 59-74.
- RAUNKIAER, C. 1934. *Life forms and terrestrial plant geography*. Clarendon Press, London.
- ROIG, F. A., M. E. ABRAHAM & E. MÉNDEZ. 2007. Vegetation belts, cold soil freezing in the Central Andes of Mendoza, Argentina. *Phytocoenologia* 37: 99-114.
- VICH, A. J. I., C. LAURO, F. BIZZOTTO, E. VACCARINO & F. MANDUCA. 2017. Recursos hídricos superficiales. En: MARTÍNEZ CARRETERO, E. & A. GARCÍA (eds.), *San Juan Ambiental*, pp. 141-167. Ed. UNSJ, San Juan.
- ZULOAGA, F. O., O. MORRONE & M. J. BELGRANO. 2008. Catálogo de las Plantas Vasculares del Cono Sur: (Argentina, Sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay). *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 107: 1-3348.



MATTHIOLA INCANA (BRASSICACEAE): PRIMER REGISTRO DE NATURALIZACIÓN EN ARGENTINA

MATTHIOLA INCANA (BRASSICACEAE): FIRST RECORD OF NATURALIZATION IN ARGENTINA

Adriel I. Jocou^{id}, Carlos R. Minué^{id} y Ricardo Gandullo^{id}

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

*adrieljocou@gmail.com

Citar este artículo

JOCO, A. I., C. R. MINUÉ & R. GANDULLO. 2019. *Matthiola incana* (Brassicaceae): primer registro de naturalización en Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 53: 421-429.

DOI: <http://dx.doi.org/10.31055/1851.2372.v54.n3.25366>



SUMMARY

Background and aims: The genus *Matthiola* W. T. Aiton comprises between 50 and 60 species native to the Mediterranean, Central Asia and South Africa. *M. incana* (L.) W. T. Aiton, indigenous to southern Europe, is naturalized in other regions of the world. In Argentina it is cultivated as ornamental. From floristic observations, a naturalized population was found, which self-perpetuates without human intervention, on the coasts of the Patagonia Argentina. The objective of this work is to report for the first time the naturalization of *M. incana* in Argentina.

M&M: For the identification of the species, the classic methods of taxonomy were followed, specific bibliography was consulted and the collected material was contrasted with digital images of the lectotype. Seeds were collected from the naturalized population and the germinative power was evaluated through a germination test. The collected material that documents the present work was deposited in the ARC herbarium of the Universidad Nacional del Comahue.

Results: *Matthiola incana* is described. The common names and data on distribution, habitat, ecology and uses are included. Photographs are presented to complement the description. The germination test showed that 95% of the seeds germinated after 24 hours at 25°C.

Conclusions: The naturalization of *Matthiola incana* is reported for the first time in Argentina, the only species of the genus in the country until now.

KEY WORDS

Brassicaceae, Flora Argentina, *Matthiola*, naturalization, new record, Patagonia.

RESUMEN

Introducción y objetivos: El género *Matthiola* W. T. Aiton posee entre 50 y 60 especies originarias del Mediterráneo, Asia central y Sudáfrica. *M. incana* (L.) W. T. Aiton, nativa del sur de Europa, se encuentra naturalizada en otras regiones del mundo. En Argentina es cultivada como ornamental. A partir de observaciones florísticas se halló una población naturalizada, que se autopropaga sin intervención del hombre, en las costas de la Patagonia Argentina. El objetivo de este trabajo es reportar por primera vez la naturalización de *M. incana* en Argentina.

M&M: Para la identificación de la especie se siguieron los métodos clásicos de taxonomía, se consultó bibliografía específica y se contrastó el material recolectado con imágenes digitales del lectotipo. Se recolectaron semillas de la población naturalizada y se evaluó el poder germinativo a través de un ensayo de germinación. El material recolectado que documenta el presente trabajo fue depositado en el herbario ARC de la Universidad Nacional del Comahue.

Resultados: Se describe a *Matthiola incana*. Se incluyen nombres vulgares y datos sobre distribución, hábitat, ecología y usos. Se presenta una serie de fotografías de campo y bajo microscopio estereoscópico para complementar la descripción. El ensayo de germinación demostró que el 95% de las semillas germina a las 24 hs a 25 °C.

Conclusiones: Se reporta por primera vez para Argentina la naturalización de *Matthiola incana*, única especie del género en el país hasta el momento.

PALABRAS CLAVE

Brassicaceae, Flora Argentina, *Matthiola*, naturalización, nueva cita, Patagonia.

Recibido: 9 Mayo 2019
Aceptado: 21 Junio 2019
Publicado: 30 Septiembre 2019
Editora: Carolina I. Calviño^{id}

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

INTRODUCCIÓN

El género *Matthiola* W. T. Aiton posee entre 50 y 60 especies originarias del Mediterráneo, Asia central y Sudáfrica (Dimitri, 1972; Al-Shehbaz, 2010; Flora of Pakistan, 2019). Algunas especies de este género son apreciadas como ornamentales en diferentes partes del mundo bajo el nombre vulgar de “alelí”, en particular *M. incana* (L.) W. T. Aiton, por su llamativa floración y fragancia (Valdés, 1993; Al-Shehbaz, 2010; Flora of Pakistan, 2019).

Matthiola incana, originaria del sur de Europa, se encuentra naturalizada en el oeste de Europa y en la región Mediterránea, Australia, Chile, Norteamérica y Pakistán (Matthei *et al.*, 1993; Valdés, 1993; Flora of Pakistan, 2019). En Argentina, tanto en territorio continental como en las Islas Malvinas, es muy frecuentemente cultivada por su uso ornamental (Spegazzini, 1905; Hicken, 1910; Dimitri, 1972; 1975). La especie fue reportada como escapada de cultivo por Spegazzini (1905) y Hicken (1910) sin evidencias de su naturalización, por lo que no se encuentra registrada para Argentina (Al-Shehbaz & Salariato, 2012).

Esta contribución surge de diversas observaciones florísticas en las costas de la provincia de Río Negro. El objetivo de este trabajo es reportar por primera vez la naturalización de *Matthiola incana* en Argentina.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material analizado se recolectó de una población de *Matthiola incana* ubicada en el Balneario Las Grutas, municipio de San Antonio Oeste, provincia de Río Negro (Fig. 1). Para su identificación se siguieron los métodos clásicos de taxonomía y se consultó bibliografía específica (Dimitri, 1972; Maire, 1976; Clemente Muñoz & Pujadas Salvá, 1987; Valdés, 1993; Al-Shehbaz, 2010; Vizoso, 2011; Flora of Pakistan, 2019). Se contrastó el material con imágenes digitales del lectotipo (LINN-839.17) de The Linnean Society of London (<http://linnean-online.org>).

El estudio morfológico del material se realizó bajo microscopio estereoscópico y se tomaron fotografías para complementar la descripción.

Se recolectaron semillas de la población naturalizada y a los nueve días se evaluó el

poder germinativo a través de un ensayo de germinación. Se utilizaron placas de Petri y sustrato inerte húmedo a temperatura ambiente (25°C). Se evaluaron el porcentaje (%) de germinación, a las 24 y 48 hs, de un total de 100 semillas, y el tiempo transcurrido hasta la aparición de los cotiledones.

El material recolectado que documenta el presente trabajo fue depositado en el herbario ARC de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Comahue (código de herbario según Thiers, 2019).

RESULTADOS

***Matthiola incana* (L.) W. T. Aiton**, Hort. Kew., 2 ed. 4: 119. 1812. *Cheiranthus incanus* L., Sp. Pl.: 662. 1753. TIPO: “Habitat in Hispaniae maritimis” (*Lectotipo* LINN-839.17 [foto]!, designado por Jafri, Fl. W. Pakistan 55: 200. 1973). Figs. 2-5.

Planta perenne de base leñosa, con indumento laxo de pelos ramificados cortos. *Tallos* erectos de hasta 70 cm de altura, tardíamente glabros. *Hojas* de hasta 14 × 2,8 cm, con abundantes pelos ramificados, glaucas, lineares, elípticas u oblongo-elípticas, en ocasiones levemente crespas, con margen entero, ápice obtuso, base atenuada. *Pedicelos* florales de 5-6 mm long., 10-20 × 1-2 mm en la fructificación. *Flores* de 20-25 mm diám. *Sépalos* ca. 12 × 3 mm, con abundantes pelos ramificados, estrechamente ovados, margen entero, ápice obtuso. *Pétalos* glabros; *uña* ca. 12 mm long., exerta, verde amarillenta; *limbo* de (9-)11-15 × 7-10 mm, anchamente obovado u obcordado, patente, margen liso, completamente purpúreo, blanco o variegado. *Androceo* tetradinamo; *anteras* ca. 3 mm long., agudas; *filamentos* medianos (internos) ca. 6 mm long., ensanchados hacia la base, los laterales (externos) ca. 3 mm long., no ensanchados en la base. *Nectarios* 4, ca. 0,7 × 1 mm, laterales, triangulares, verdes. *Silicuas* de (2,5-)5-10 × 0,3-0,5 cm, erectas a patentes, con pelos ramificados cortos cuando inmaduras, color castaño claro cuando maduras, apéndice terminal de 0,7-2,5 mm long., truncado, con gibosidades menores a 1,5 mm long. *Semillas* 20-30 por lóculo, ca. 3 mm diám., suborbiculares, pardas, con ala de ca. 0,5 mm de ancho, de borde entero y sinuado, color crema.

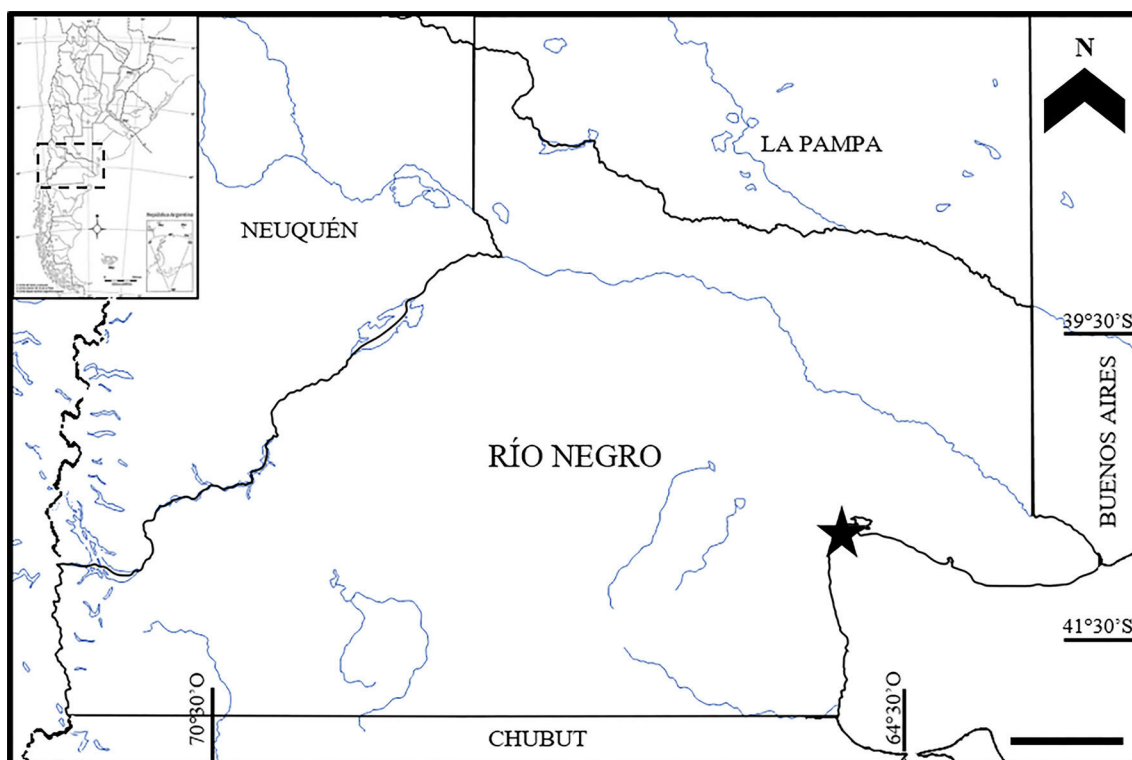


Fig. 1. Área de estudio. La estrella (★) indica la zona de hallazgo de la población naturalizada de *Matthiola incana* en el Balneario Las Grutas, provincia de Río Negro, Argentina. Escala= 80 km.

Iconografía. Baxter (1843: fig. 445); Clemente Muñoz & Pujadas Salvá (1987: 388); Kirtikar & Basu (1918: fig. 60-B); Maire (1976: 8, fig. 3); Miller (1777: fig. 56); Mohlenbrock (1980: 265, fig. 125); Syme (1863: fig. 105).

Nombres vulgares. En Argentina se denomina vulgarmente a *Matthiola incana* como “alelí”, “alhelí blanco” o “alelí común” (Spegazzini, 1905; Hicken, 1910; Dimitri, 1972).

Distribución, hábitat y ecología. *Matthiola incana* es nativa del sur de Europa, desde España a la antigua Yugoslavia, naturalizada en la región mediterránea y oeste de Europa (Valdés, 1993), Norteamérica, Australia (Rollins, 1981; Al-Shehbaz, 2010) y Chile (Matthei *et al.*, 1993). Es frecuente en terrenos disturbados, suelos pedregosos, arenosos o calcáreos, áreas costeras y acantilados, lugares abandonados o en ruinas (Conti, 1900; Maire, 1976; Rollins, 1981; Valdés, 1993; Vizoso, 2011).

Matthiola incana fue reportada en Argentina en lugares urbanos por Hicken (1910) en escombros y terrenos disturbados cerca de San Isidro y en Lomas (Buenos Aires); y por Berg (1877), al mencionar que fue observada en una oportunidad en el barrio de La Boca (Buenos Aires). La población hallada crece a lo largo de los acantilados costeros del Balneario Las Grutas (Río Negro), sobre suelos pedregosos y arenosos, afectados por la acción del viento y el mar (Fig. 2). Se comprobó que esta especie es ampliamente cultivada en jardines de viviendas del área donde fue recolectada, por lo que la población naturalizada pudo iniciarse a partir de semillas de ejemplares cultivados. La alta producción de semillas aladas, fácilmente dispersadas por los fuertes vientos de la zona, favorece la invasión de otras áreas cercanas. En la zona de estudio, se observó la presencia de algunas plántulas de *M. incana*, con cotiledones orbiculares a suborbiculares de ápice obtuso y borde liso, glabros, de ca. 0,5 × 0,4 cm (Fig. 5D).

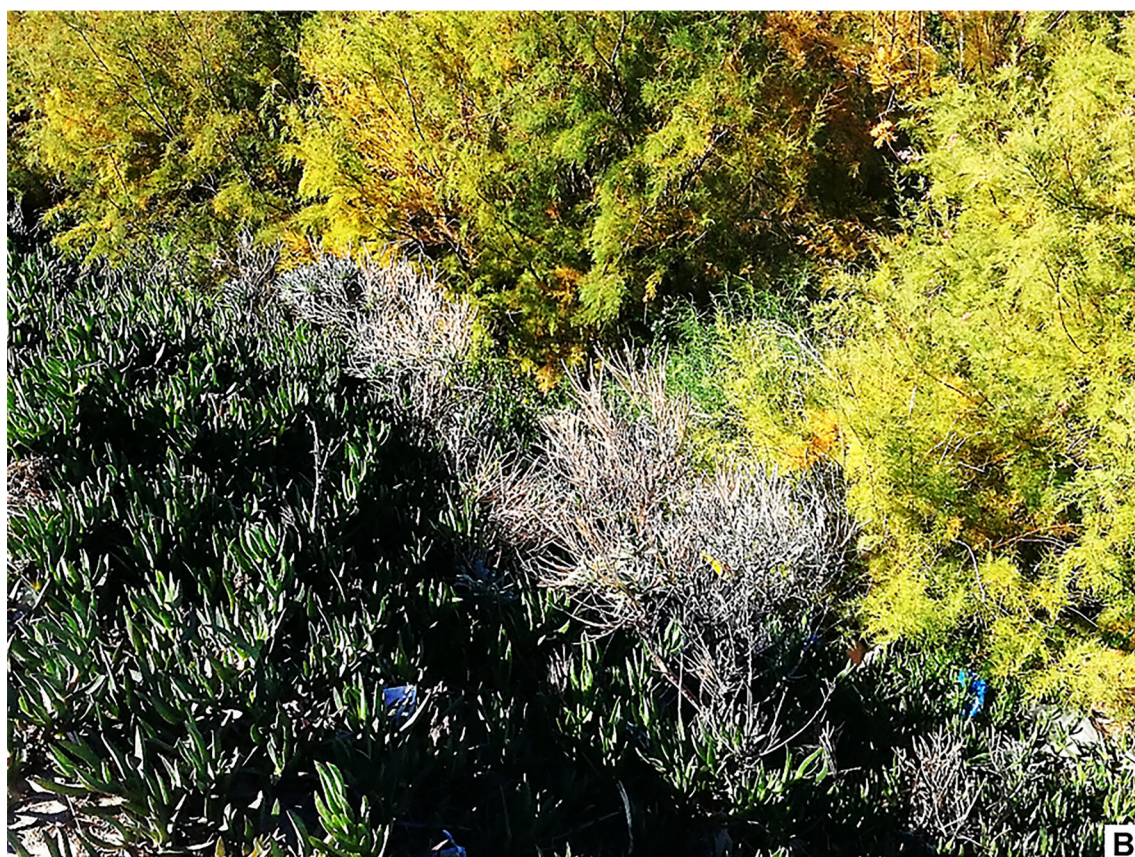


Fig. 2. *Matthiola incana*. **A:** Ejemplares en un acantilado, acompañados principalmente por *Carpobrotus* sp.
B: Ejemplares en la parte superior de un acantilado, acompañados principalmente por *Tamarix ramossissima* y *Carpobrotus* sp.



Fig. 3. *Matthiola incana*. **A:** Ejemplares en fructificación. **B:** Ejemplar en estado vegetativo, nótese las hojas dispuestas principalmente en roseta. **C:** Ejemplar en floración, nótese la coloración y dimensión de las flores. **D:** Flor. Escalas= A: 9 cm; B: 5 cm; C: 2,5 cm; D: 1 cm.

Se observó que cohabita con *Carpobrotus* sp. N. E. Br., *Diploaxis tenuifolia* (L.) DC., *Gazania rigens* (L.) Gaertn., *Grindelia chilensis* (Cornel.) Cabrera, *Hyalis argentea* D. Don ex Hook. & Arn.

var. *latisquama* Cabrera, *Malva dendromorpha* M.F. Ray, *Mesembryanthemum nodiflorum* L., *Sporobolus rigens* (Trin.) E. Desv. var. *rigens*, *Suaeda argentinensis* A. Soriano, *S. divaricata*

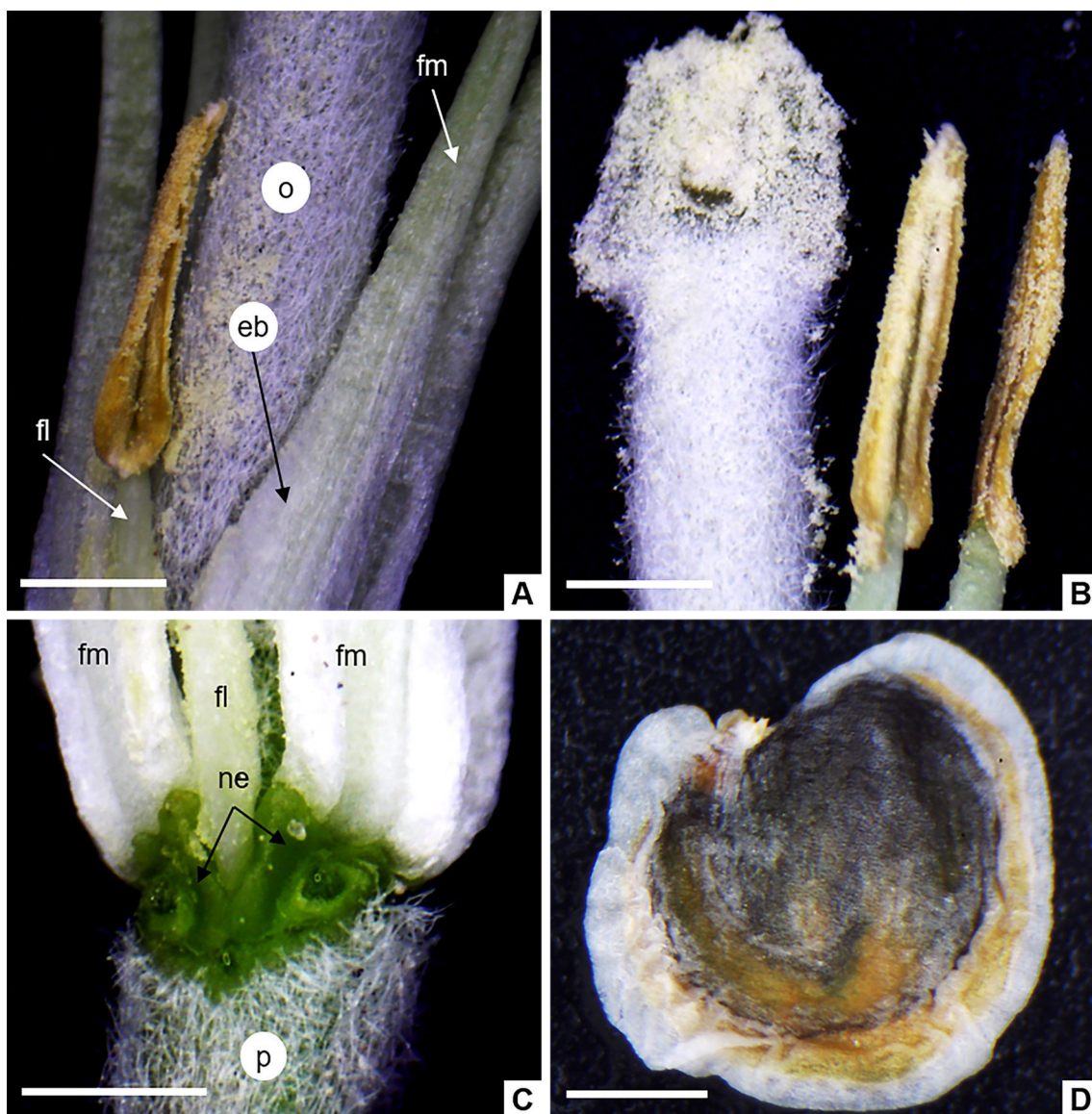


Fig. 4. *Matthiola incana*. **A:** Estambre lateral (externo), nótese la pubescencia del ovario y la base ensanchada de los filamentos medianos (internos). **B:** Ápice del gineceo y dos anteras de estambres medianos (internos). **C:** Nectarios triangulares. **D:** Semilla, nótese el ala alrededor de la misma. Abreviaturas= eb: ensanchamiento de la base; fl: filamento lateral; fm: filamento mediano; ne: nectarios; o: ovario; p: pedicelo. Escalas= A-D: 1 mm.

Moq. y *Tamarix ramosissima* Ledeb. De acuerdo a lo mencionado por Grieve *et al.* (2006) y Carter & Grieve (2008) y debido a la presencia de especies indicadoras de suelos salinos, puede inferirse que *M. incana* presenta una tolerancia a niveles medios a altos de salinidad. El sitio de naturalización de *M.*

incana presenta una temperatura máxima absoluta de 39,8°C, una media de 14,4°C, una mínima absoluta de -7,3°C y una precipitación media anual de 189,9 mm (<http://dpa.gov.ar/clima>). En este sentido, puede afirmarse que se trata de una especie euriterma y tolerante a la sequía.

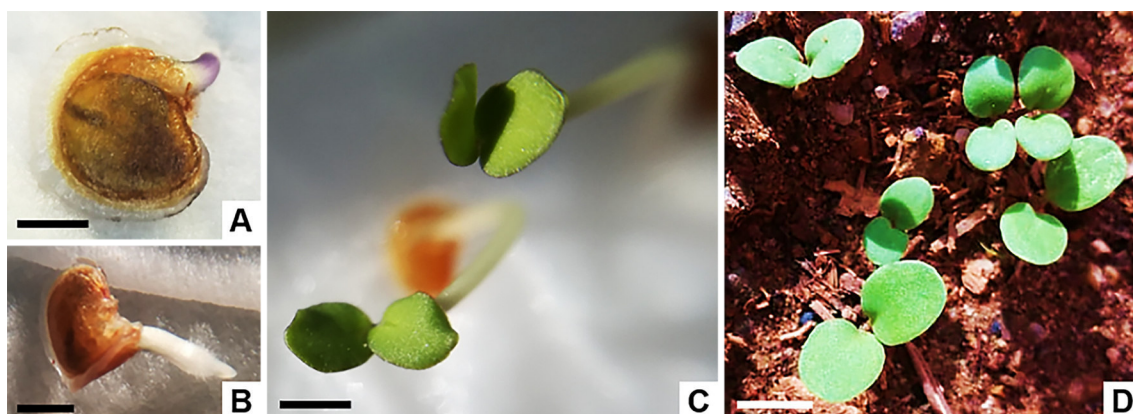


Fig. 5. *Matthiola incana*. **A:** Germinación de semillas a las 24 hs, nótese la hidratación del tegumento. **B:** Germinación a las 48 horas, nótese los pelos radicales. **C:** Cotiledones a las 72 hs. **D:** Plántulas, nótese la morfología de los cotiledones. Escalas= A-C: 1,5 mm; D: 4 mm.

Usos. Se utiliza principalmente como ornamental por su vistosa y fragante floración (Dimitri, 1975; Cheers, 1999; Al-Shehbaz, 2010; Flora of Pakistan, 2019). Se destaca el uso de numerosos cultivares, entre ellos los de flores dobles, blancas, rosas, violetas, púrpuras o variegadas; con mayor o menor pubescencia y desde anuales a perennes (Dimitri, 1972; Maire, 1976; Cheers, 1999). Se cultivan principalmente para macizos o borduras y como flores de corte (Tlahuextl-Tlaxcalteca *et al.*, 2005; Grieve *et al.*, 2006; Eid *et al.*, 2009). Cerón Martínez (2006) indica que en Ecuador es utilizada como medicinal para inflamaciones, tos y afecciones nerviosas, estomacales y cardíacas.

Observaciones. Para complementar la descripción y facilitar la interpretación de la misma, se presentan fotografías de ejemplares en fructificación (Fig. 3A), en estado vegetativo (Fig. 3B) y en floración (Fig. 3C-D). Además, se detallan estructuras internas de la flor (Fig. 4A-C) y la semilla (Fig. 4D).

Las características que permiten distinguir al género *Matthiola* son la presencia de silicua dehiscente de sección circular a tetragonal, con el nervio medio bien marcado y semillas uniseriadas comprimidas, suborbiculares, con ala periférica completa. Por otra parte, *M. incana* se distingue fácilmente de otras especies por los pedicelos fructíferos mayores a 8 mm long., silicuas entre 3-5 mm de ancho, sin glándulas estipitadas, pétalos con limbo de 11-15 × 7-10 mm y hojas de margen entero.

El ensayo de germinación demostró que el 95% de las semillas germinaron a las 24 hs y a las 72 hs las 100 semillas alcanzaron el estado de plántula (Fig. 5A-C), con un completo desarrollo de los cotiledones. Esta característica, junto a la alta producción de semillas aladas, son de relevancia en el proceso de naturalización. Asimismo, la población en el área de estudio se encuentra establecida, sin intervención del hombre, desde al menos ocho años (comunicación personal con pobladores). Estos datos confirman que *Matthiola incana* se encuentra naturalizada, de acuerdo a los conceptos establecidos por Pyšek *et al.* (2004).

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Río Negro: Dpto. San Antonio, San Antonio Oeste, Balneario Las Grutas, 21-IV-2019, Jocou & Minué 2239 (ARC).

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Todos los autores participaron conjuntamente y a partes iguales tanto en la recolección de datos como en la redacción del manuscrito. El material vegetal fue recolectado por Adriel Jocou y Carlos Minué.

AGRADECIMIENTOS

A los revisores anónimos y la editora Carolina Calviño, por sus valiosos comentarios y sugerencias

que permitieron mejorar el manuscrito. Al Sr. Graciano, de la Biblioteca Digital del Real Jardín Botánico de Madrid por proveer parte de la bibliografía solicitada.

BIBLIOGRAFÍA

- AL-SHEHBAZ, I. A. & D. L. SALARIATO. 2012. *Flora argentina: flora vascular de la República Argentina. Dicotyledoneae, Brassicaceae*, vol. 8. Editorial Sigma, Buenos Aires.
- AL-SHEHBAZ, I. A. 2010. *Matthiola*. In: Flora of North America Editorial Committee (eds.), *Flora of North America*, vol. 7, pp. 253-255. Oxford University Press, New York. Disponible on-line en: eFloras.org.
- BAXTER, W. 1843. *British Phaenogamous Botany; or, Figures and descriptions of the genera of British flowering plants*, vol. 6. Published by the Author, London. Disponible en: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/192133>
- BERG, C. 1877. Enumeración de las plantas europeas que se hallan como silvestres en la provincia de Buenos Aires y en Patagonia. *Anales Soc. Ci. Argent.* 3: 183-206. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.9301>
- CARTER, C. T. & C. M. GRIEVE. 2008. Salt tolerance of floriculture crops. In: KHAN, M. A. & D. J. WEBER (eds.), *Ecophysiology of high salinity tolerant plants, Tasks for vegetation science*, vol. 40, pp. 279-288. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/1-4020-4018-0_19
- CERÓN MARTÍNEZ, C. E. 2006. Plantas medicinales de los Andes ecuatorianos. En: MORAES, M., B. ØLLGAARD, L. P. KVIST, F. BORCHSENIUS & H. BALSLEV (eds.), *Botánica Económica de los Andes Centrales*, pp. 285-293. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz.
- CHEERS, G. 1999. *Botanica, the illustrated A-Z of over 10,000 garden plants and how to cultivate them*, 3ra ed. Könemann, Milsons Point.
- CLEMENTE MUÑOZ, M. & A. PUJADAS SALVÁ. 1987. *Matthiola*. En: VALDÉS, B., S. TALAVERA & E. FERNÁNDEZ-GALIANO (eds.), *Flora de Andalucía Occidental*, vol. 1, pp. 86-97. Ketres editora, Barcelona.
- CONTI, P. 1900. Les espèces du genre *Matthiola*. *Mém. Herb. Boissier* 18A:1-118.
- DIMITRI, M. J. 1972. *Matthiola*. En: DIMITRI, M. J. (dir.), *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería*, 2da ed., vol. 1, pp. 416. ACME, Buenos Aires.
- DIMITRI, M. J. 1975. Consideraciones sobre la vegetación espontánea y las plantas cultivadas en las Islas Malvinas. *Anales Soc. Ci. Argent.* 199: 99-132.
- EID, A. R., M. N. AWAD & H. A. HAMOUDA. 2009. Evaluate effectiveness of bio and mineral fertilization on the growth parameters and marketable cut flowers of *Matthiola incana* L. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.* 5: 509-518.
- FLORA OF PAKISTAN, 2019. *Matthiola*. Disponible en: <http://www.tropicos.org/Project/Pakistan> [Consulta: 29-IV-2019].
- GRIEVE, C. M., J. A. POSS & C. AMRHEIN. 2006. Response of *Matthiola incana* to irrigation with saline wastewaters. *HortScience* 41: 119-123. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.41.1.119>
- HICKEN, C. M. 1910. *Chloris platensis* Argentina. *Apuntes Hist. Nat.* 2. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.8586>
- KIRTIKAR, K. R. & B. D. BASU. 1918. *Indian medicinal plants*. Indian press, Allahabad. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.137025>
- MAIRE, R. 1976. *Flore de L'Afrique du Nord (Maroc, Algérie, Tunisie, Tripolitaine, Cyrénaïque et Sahara)*, vol. 14. Lechevalier, Paris.
- MATTHEI, O., C. MARTICORENA & T. F. STUESSY. 1993. La flora adventicia del Archipiélago de Juan Fernández. *Gayana Bot.* 50: 69-102.
- MILLER, J. 1777. *An illustration of the sexual system of Linnaeus*. Published and sold by the Author, London.
- MOHLENBROCK, R. H. 1980. *The Illustrated Flora of Illinois. Flowering Plants: Willows to Mustards*. Southern Illinois University Press, Carbondale.
- 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>
- ROLLINS, R. C. 1981. Weeds of the Cruciferae (Brassicaceae) in North America. *J. Arnold Arbor.* 62: 517-540.
- SPEGAZZINI, C. 1905. *Flora de la Provincia de Buenos Aires*, vol. 1. M. Biedma e Hijo, Buenos Aires. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.9303>
- SYME, J. T. B. 1863. *English botany; or, Coloured figures of British plants*, 3ra. ed, vol. 1. Robert Hardwicke, London. Disponible en: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/45036>
- THIERS, B. 2019. Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff.

A. I. Jocou *et al.* - *Matthiola incana* en Argentina

- New York Botanical Garden's Virtual Herbarium.
Disponible en: <http://sweetgum.nybg.org/science/ih> [Acceso: abril 2019].
- TLAHUEXTL-TLAXCALTECA, C., J. M. ÁVILA-SÁNCHEZ & H. LESZCZYŃSKA-BORYS. 2005. Flores de corte y follaje en florerías y mercados de Puebla, México. *Revista Chapingo, Ser. Hort.* 11: 323-327. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2004.04.026>
- VALDÉS, B. 1993. *Matthiola*. En: CASTROVIEJO, S., C. AEDO, C. GÓMEZ CAMPO, M. LAÍNZ, P. MONTSERRAT, R. MORALES, F. MUÑOZ GARMENDIA, G. NIETO FELINER, E. RICO, S. TALAVERA & L. VILLAR (eds.). *Flora Ibérica: Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares*, vol. 4, pp. 86-97. CSIC, Madrid.
- VIZOSO, M. T. 2011. *Matthiola*. En BLANCA G., B. CABEZUDO, M. CUETO, C. SALAZAR & C. MORALES TORRES (eds.), *Flora Vascular de Andalucía Oriental*, 2da ed., pp. 946-948. Universidades de Almería, Granada, Jaén y Málaga, Granada.



LAS MANZANAS EN OCUMAZO (JUJUY, ARGENTINA) COMO PARTE DE LA DIVERSIDAD DE CULTIVOS TRADICIONALES: USOS Y PERCEPCIONES

THE APPLES IN OCUMAZO (JUJUY, ARGENTINA) AS PART OF THE DIVERSITY OF TRADITIONAL CROPS: USES AND PERCEPTIONS

María Soledad Villalba¹  y Daniela Alejandra Lambaré^{1,2} * 


1. Cátedra de Botánica Sistemática y Fitogeografía, Laboratorio de Botánica Sistemática y Etnobotánica (LABOSyE), Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy, Argentina.

2. Instituto de Ecoregiones Andinas (INECOA). CONICET-Universidad Nacional de Jujuy, Argentina.


*alejandralambara@gmail.com

Citar este artículo

VILLALBA, M. S. & D. A. LAMBARÉ. 2019. Las manzanas en Ocumazo (Jujuy, Argentina) como parte de la diversidad de cultivos tradicionales: usos y percepciones. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 54: 431-449.

 DOI: <http://dx.doi.org/10.31055/1851.2372.v54.n3.25368>



Recibido: 8 Abril 2019
Aceptado: 5 Agosto 2019
Publicado: 30 Septiembre 2019
Editora: Norma Hilgert 

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

SUMMARY

Background and aims: The introduction of the Euroasiatic fruit trees from the Rosaceae's botanical family in northwestern Argentina during the Colonial period, gave rise to processes of cultural selection and diversification, being recognized as their own crops by the local communities that inhabit the Quebrada de Humahuaca. The objective of this work is to present the diversity of ethno-varieties "apple" (*Malus domestica*, Rosaceae), their uses and the locally perceived attributes that are used for their differentiation in the community of Ocumazo (Department of Humahuaca, Jujuy, Argentine).

M&M: The ethnobotanical methodology, mainly qualitative, is what allowed the development of this work, which was carried out between 2016-2018.

Results: The producers interviewed (28) establish the presence of (15) ethno-varieties of "apples" used in food and for the production of products often marketed locally. The fruit is the main vegetal organ cited to define the criteria or cultural descriptors used for the differentiation of the ethno-varieties.

Conclusion: The use, the way of selection, conservation, its consideration as part of the diversity of "Andean fruits" and the presence in different religious and celebration instances, define the relevant role of this crop of Eurasian origin for the local population, which allows to promote the conservation of main economic activities such as agriculture and its food autonomy.

KEY WORDS

Biocultural, ethnobotanical diversity, fruit trees of La Quebrada, Rosaceae.

RESUMEN

Introducción y objetivos: La introducción de los frutales Euroasiáticos de la familia botánica de las Rosáceas en el noroeste argentino durante el periodo Colonial, dio lugar a procesos de selección cultural y diversificación, siendo reconocidos como cultivos propios por las comunidades locales que habitan en la Quebrada de Humahuaca. El objetivo de este trabajo es presentar la diversidad de etnovariedades de "manzanas" (*Malus domestica*, Rosaceae), sus usos y los atributos localmente percibidos que se emplean para su diferenciación en la comunidad de Ocumazo (Departamento de Humahuaca, Jujuy, Argentina).

M&M: La metodología etnobotánica, principalmente de corte cualitativo es la que permitió el desarrollo de este trabajo, el cual se llevó a cabo entre el año 2016-2018.

Resultados: Los productores entrevistados (28) establecen la presencia de (15) etnovariedades de "manzana" empleadas en alimentación y para la elaboración de productos muchas veces comercializados localmente. El fruto es el principal órgano vegetal citado para definir los criterios o descriptores culturales empleados para la diferenciación de las etnovariedades.

Conclusiones: El uso, la forma de selección, conservación, su consideración como parte de la diversidad de "frutas andinas" y la presencia en distintas instancias religiosas y de celebración, definen el papel relevante de este cultivo introducido para el poblador local, que a su vez le permite promover la conservación de actividades económicas principales como las agrícolas y su autonomía alimentaria.

PALABRAS CLAVE

Diversidad biocultural, etnobotánica, frutales de la Quebrada, Rosaceae.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo se inscribe en la etnobotánica, considerada como campo inter y transdisciplinar (Crivos, 2010), entendida como el estudio de las relaciones planta - humanos incluidos en ecosistemas dinámicos con componentes naturales y sociales; es decir el estudio del uso de las plantas contextualizado (Alcorn, 1995). Desde esta perspectiva, estudia -entre otros temas tanto utilitarios como simbólicos- la percepción y manejo local que las personas realizan sobre los recursos de su ambiente y, en base a ello se propone generar interpretaciones científicas que den privilegio a la visión y a la voz de las poblaciones locales sobre sus propias prácticas (Toledo, 1990).

Una de sus herramientas conceptuales es el Conocimiento Botánico Tradicional (CBT), conjunto de saberes y prácticas, generados y seleccionados por el continuo contacto entre los seres humanos y los elementos que forman el ambiente (Berkes *et al.*, 2000). El CBT se acumula a lo largo del tiempo, se conserva mediante la práctica, de naturaleza dinámica, pudiendo transmitirse de una generación a otra (Berkes, 1999; Luna-Morales, 2002; Pochettino & Lema, 2008). El complejo *kosmos-korpus-praxis* propone que las prácticas y uso de plantas (*praxis*) ocurren y cobran sentido cuando se las enlaza a un cuerpo de conocimientos (*korpus*) y creencias (*kosmos*) (Toledo, 2002). Así, la *praxis* juega un rol importante en la conservación de las plantas ya que se materializa en la toma de decisiones y los criterios de selección de la variabilidad (Stampella *et al.*, 2013).

En el Noroeste de Argentina, principalmente en la Quebrada de Humahuaca, la agricultura es el sistema productivo de mayor relevancia para los grupos familiares, siendo una alternativa de subsistencia que se realiza desde la antigüedad. Esta actividad combina la conservación de cultivos andinos con aquellas plantas que, por ciertos fenómenos globales ocurridos en la historia, como el ingreso de frutales euroasiáticos en América a partir de finales del siglo XV, se incorporaron a la biodiversidad local. Dentro de este elenco de plantas se pueden citar las “manzanas” (*Malus domestica* Borkh., Rosaceae). En la actualidad este frutal y otros pertenecientes a las Rosáceas, son una alternativa para la obtención de forraje, combustible, sombra, medicina, aunque se destacan como una fuente importante de alimento, tanto tradicional como novedoso/innovador. Estos

frutales están integrados a espacios y prácticas culturales que caracterizan a las comunidades que habitan la zona y pueden combinarse con la flora autóctona para cubrir una gran diversidad de usos (Lambaré, 2015).

Desde hace tiempo, se empezaron a revalorizar las variedades locales de frutales euroasiáticos (Rosaceae: “manzanos”, “perales” -*Pyrus communis* L., “almendros” - *Prunus dulcis* L., “membriillos” -*Cydonia oblonga* Mill., “cerezos”, -*Prunus avium* L.- “ciruelos” -*Prunus domestica* L., “durazneros” - *Prunus persica* (L.) Batsch.; Rutaceae: “cítricos” -*Citrus* spp.; Cucurbitaceae: “melones” -*Cucumis melo* L.- y Moraceae: “higueras” -*Ficus carica* L.), introducidos tempranamente en América y que se encuentran tanto cultivados como espontáneos en diferentes países como Brasil (Shanley *et al.*, 2012), Perú (Pearregaard, 1994), España (Herrero, 1964; Rivera-Núñez *et al.*, 1997; Pereira-Lorenzo *et al.*, 2001; Martín, 2010; Sierra del Rincón, 2010; Sanz-García, 2011; Egea-Fernández *et al.*, 2014), México (Rosales-Bustamante *et al.*, 2009), Chile (Rosales, 1877; Lacoste *et al.*, 2015; Castro, 2016; Salamanca, 2017; Castro *et al.*, 2018) y Argentina (Stampella *et al.*, 2013, 2014; Hilgert *et al.*, 2014; Lambaré, 2014, 2015; Lambaré *et al.*, 2015). En general, estos trabajos resaltan los conocimientos, clasificaciones, prácticas de manejo, usos, participación de los sistemas tradicionales de intercambio, selección y conservación de esta agrobiodiversidad que los grupos humanos implementaron y que en la actualidad forma parte de su cultura.

Entre los antecedentes bibliográficos sobre *Malus domestica*, desde el punto de vista etnobotánico, destaca el trabajo de Rivera-Núñez *et al.* (1997). En esta publicación detallan y describen etnotaxa de *Malus* (categorías subespecíficas según las clasificaciones locales) señalando características del fruto y planta, época de maduración, duración del fruto, importancia cultural, usos y su presencia en distintos rituales locales. Asimismo, en la Reserva la Sierra el Rincón (España) se realizó un catálogo de variedades tradicionales de este frutal, donde además se detallan diferentes preparaciones y festejos patrimoniales relacionados a la diversidad identificada (Sierra del Rincón, 2010).

Otras investigaciones -empleadas como base conceptual para nuestro estudio- dan cuenta de la presencia de cítricos (*Citrus* spp.) en Argentina, específicamente en el sur de Misiones (Stampella,

2015). En este estudio, desde un abordaje interdisciplinario, se identificaron 9 etnoespecies que incluyen 30 etnovariedades, diferenciadas por 25 descriptores organolépticos (morfológicos y sensoriales) y agronómicos (fisiológicos y ecológicos). Asimismo para el NOA, Lambaré (2015) reconoció un conjunto de 9 etnovariedades de “durazno” en comunidades rurales. Éstas se distinguen entre sí por el carácter de adherencia del endocarpo y coloración del epicarpo, además presentan usos específicos como consumo directo, elaboración de dulces y conservas o deshidratados, estando presente en instancias de celebraciones y ferias de intercambio.

Este estudio plantea una perspectiva que va más allá del concepto de cultivo-introducido, donde la aplicación del marco teórico aportado por la Etnobotánica resulta un eje de consideración que permite la identificación de taxa locales, como alternativa para caracterizar la relación grupo humano-planta-ambiente y generar conceptos novedosos relacionado a la Enotaxonomía (Stampella, 2015). En referencia a ello, la diversidad puede ser reconocida a nivel global -“cultivariedades” según el Código Internacional de Nomenclatura de Plantas Cultivadas (Brickell *et al.*, 2009)-, o tratarse de discontinuidades establecidas localmente, a la que denominaremos etnoespecies o etnovariedades según sea el caso (Lambaré, 2015; Stampella, 2016). Para el presente estudio la denominación de etnotaxa se emplea para referirse colectivamente a las categorías locales, por lo que la etnovariedad queda definida como un tipo particular de cultivariedad, caracterizada por un contexto cultural tradicional y temporal, por un atributo o combinación de atributos siendo diferenciables, uniformes y estables (Rivera-Núñez *et al.*, 1997). Estas etnovariedades –también denominadas *landraces* (razas locales)- están caracterizadas por sus adaptaciones a las condiciones climáticas, edáficas locales y a las prácticas culturales; lo que redundan en características morfo-fisiológicas particulares (Harlan, 1992). Esta serie de discontinuidades, percibidas como diferentes, conforman la riqueza de etnovariedades sobre la cual acciona la selección cultural (Berlin, 1992; Lambaré & Pochettino, 2012). La cual es percibida (reconocida y diferenciada) a partir de criterios, descriptores o atributos que aluden a características morfológicas, algún aspecto ecológico, agronómico

o utilitario de la planta o partes de la misma (hojas o fruto) (Stampella, 2015).

En otro orden, desde el punto de vista de su valoración, estos frutales se consideran especies alternativas o subutilizadas (NUS por su sigla en inglés), entendiéndose como aquellas especies o variedades domesticadas con usos limitados o particulares de importancia para determinados grupos humanos (Hernández-Bermejo, 2013). Ciertamente, estas especies que son parte de la dieta de indígenas y campesinos, han aportado nutrientes, medicina natural y su adaptación a sistemas de bajos insumos favorecieron la sostenibilidad del sistema agrícola, por lo que retomar su importancia agrícola y social puede ser una alternativa hacia la búsqueda de la autonomía de los pueblos (Bravo *et al.*, 2017). Es así que muchos de estos cultivos y sus productos derivados podrían generar importantes beneficios, no sólo en la alimentación local, sino también en instancias de comercialización reconocidos como “productos autóctonos con identidad de territorio”. Éstos recursos que conforman la gastronomía local, tienen un valor socio-cultural que identifica y caracteriza al pueblo que los cultiva y produce, dando lugar a la promoción del patrimonio biocultural (Folgado-Fernández *et al.*, 2017).

Los conceptos tratados hasta aquí, como el de etnovariedad, son generalmente relegados en otras escalas de análisis, siendo relevante en este espacio como referencia para la comparación, dado que el objetivo de este trabajo es presentar la diversidad de “manzanas” en una comunidad rural de la Quebrada de Humahuaca, así como los criterios que permiten su caracterización, diferenciación y la valoración local de las distintas etnovariedades.

Las preguntas que guían esta propuesta son ¿Cómo perciben este cultivo los pobladores desde la perspectiva de su origen? ¿Cómo se relaciona la diversidad vegetal con la diversidad de usos? ¿Qué diferencias y similitudes existen respecto de la caracterización y valoración de cada etnovariedad?

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Se efectuaron trabajos de campo en una comunidad asentada en la Quebrada de Humahuaca, Ocumazo (Departamento de Humahuaca, Provincia de Jujuy) (Fig. 1). Desde

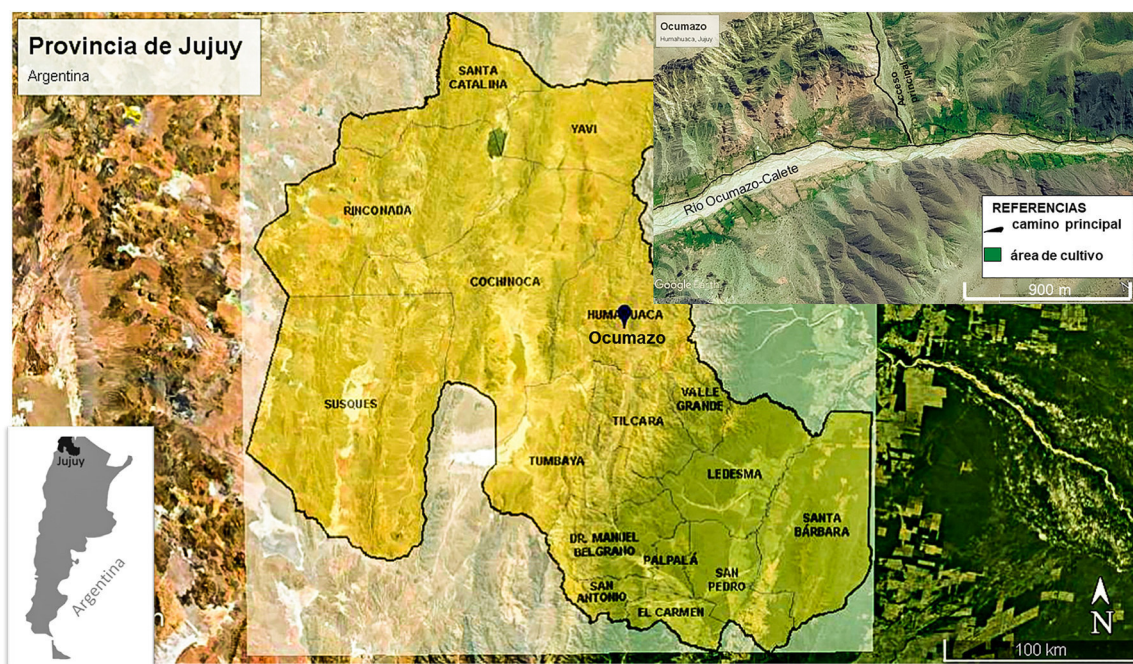


Fig. 1. Área de trabajo: Localidad de Ocumazo en la Quebrada de Humahuaca, Jujuy.

el punto de vista fitogeográfico pertenece a la Provincia Prepuneña, cuya vegetación está compuesta por especies arbustivas, como *Gochnatia glutinosa* (D. Don) Hook. & Arn., *Senna crassiramea* (Benth.) H.S. Irwin & Barneby, *Aphyllocladus spartioides* Wedd., *Caesalpinia trichocarpa* Griseb., *Proustia cuneifolia* D. Don, *Cercidium andicola* Griseb., *Chuquiraga erinacea* D. Don, *Zuccagnia punctata* Cav., *Adesmia inflexa* Griseb., *Krameria lappacea* (Dombey) Burdet & B.B. Simpson, *Baccharis boliviensis* (Wedd.) Cabrera, *Lycium tenuispinosum* Miers, *L. ciliatum* Schldtl., *Junellia juniperina* (Lag.) Moldenke, *Justicia floribunda* (C. Koch) Wassh., *Bulnesia schickendantzii* Hieron. ex Griseb., *Bougainvillea spinosa* (Cav.) Heimerl, mezcladas con cardonales de *Trichocereus atacamensis* (Phil.) Backeb. y *T. terschecki* (Parm. ex Pfeiff.) Britton & Rose (Cabrera, 1976). Predomina un clima semidesértico con escasas precipitaciones concentradas en el período estival (Paoli *et al.*, 2002). Las temperaturas medias diarias oscilan entre una máxima de 24 °C y 2,3 °C de mínima con una amplitud media anual de 19.6 °C (Difrieri, 1978).

Ocumazo, conocida comúnmente como *valle escondido*, es una comunidad originaria de los Omaguaca que se ubica 18 km al este de la ciudad de Humahuaca, a una altitud de 3.050 msnm (S 23°14'13,0" W 065°16'41,5"). Este grupo étnico, denominado Omaguaca -que en aymara significa *agua sagrada*-, se distribuía al este de la Puna, sobre el eje del Río Grande y quebradas afluentes y tenían los sitios agrícolas en el fondo de los valles y en áreas elevadas; además eran hablantes de lenguas Kunza y Quechua (García-Moritán & Cruz, 2011), las que en la actualidad no se emplean entre los pobladores del lugar.

El poblado de Ocumazo está asentado a ambos lados de una estrecha quebrada surcada por un río de curso permanente, cuyo nombre cambia de acuerdo a la comunidad que atraviesa, constituyendo un afluente del margen izquierdo del río Grande de la Quebrada de Humahuaca (Fig. 2). Sus pobladores viven de la agricultura, predominando principalmente la producción de distintas hortalizas, legumbres, cereales y frutales (“manzanas”, “peras” y “duraznos”), integran la Red Argentina de Turismo Rural Comunitario (RATuRC), orientada por la Secretaría de Turismo de la Provincia y el



Fig. 2. Comunidad de Ocumazo (Dpto. de Humahuaca, Jujuy).

Ministerio de Turismo de la Nación, alternativa para exponer las distintas actividades culturales que realizan tales como, el modo de labranza (por medio de un arado romano tirado por yuntas de bueyes), la presencia de un molino hidráulico utilizado para triturar los cereales producidos, así como los distintos festivales tradicionales, paisajes naturales y las comidas típicas del lugar.

En esta localidad viven 70 personas (36 familias). Sólo dos a tres familias residen de forma permanente (generalmente los adultos mayores), mientras que las demás tienen sus domicilios en la ciudad de Humahuaca. La que es considerada centro de abastecimiento y como una alternativa para trasladar la familia o a los jóvenes para estudiar. Las familias por lo general regresan a la comunidad los fines de semana, en épocas de cosecha, festividades, asambleas o por el arrendado de la tierra a personas ajenas a la comunidad (Muñoz, 2014).

Metodología

Se trabajó con 28 personas (11 mujeres y 17 hombres) -40% de la población-. Durante las primeras instancias se obtuvo el consentimiento previamente informado para la participación en la investigación y difusión de los resultados.

En este trabajo se utilizó metodología propia de la etnobotánica cualitativa. Se realizaron observaciones participantes y entrevistas abiertas, semi-estructuradas y en profundidad a pobladores seleccionados previamente mediante muestreo diferencial; es decir a aquellos pobladores reconocidos localmente por su saber especializado (Cotton, 1998; Albuquerque *et al.*, 2010). Se implementaron caminatas etnobotánicas. Todas estas instancias se llevaron a cabo en los distintos espacios que recorre el productor, como el rastrojo (lugar del terreno destinado para el cultivo de especies de temporada), la quinta (nombre que adquiere todo el campo o terreno perteneciente a una familia), la toma (lugar del cual se adquiere el recurso agua para el riego de los terrenos), el patio (espacio alrededor de la casa principal), centro vecinal (salón empleado para realizar las reuniones mensuales y eventos sociales de la comunidad) y los domicilios familiares en la ciudad de Humahuaca.

Las entrevistas y las visitas a los espacios de cultivo se realizaron a partir del año 2016 y se completaron en el 2018, realizándose en el estadio reproductivo y vegetativo del cultivo. Durante las entrevistas se indagó sobre la diversidad

percibida -entendida como discontinuidades que se presentan, perciben y aprecian en la naturaleza y que configuran la riqueza de una determinada especie sobre la que opera la selección cultural (Berlin, 1992; Stampella, 2016). Se indagó asimismo, sobre los criterios, descriptores y apreciaciones locales empleados para la clasificación y diferenciación de las etnovariedades. Además, se registraron los usos, las preparaciones obtenidas y las valoraciones personales sobre la diversidad identificada. Las entrevistas se registraron en grabaciones digitales y cuadernos de campo. Asimismo, se registró la diversidad presente a partir de fotografías. Los nombres de las etnovariedades fueron tomados de forma complementaria de los rótulos o etiquetas presentes en instancias de comercialización en los que se participó. Se recolectaron frutos correspondientes a cada etnovariación, mediante el reconocimiento directo en campo con la ayuda del poblador local. Posteriormente, las muestras fueron acondicionadas y se depositaron en el Laboratorio de Botánica Sistemática y Etnobotánica perteneciente a la Cátedra de Botánica Sistemática y Fitogeografía de la Facultad de Ciencias Agrarias (UNJu), con el fin de garantizar su conveniente documentación (Martin, 2001).

Análisis de la información

Se confeccionó una tabla con el listado de especies tratadas, sus nombres vernáculos y los distintos criterios de identificación local descriptos por los colaboradores (Tabla 1). Se calcularon desviación estándar y frecuencia de citas.

Material examinado. Malus domestica Borkh. ARGENTINA. Jujuy. Depto. Humahuaca, Ocumazo. Villalba, M. S., 14-II-2017, "Grani", M-CBSF 846 (frutos); 15-II-2017, "Deliciosa chiquita", M-CBSF 847 (frutos); "Criolla", M-CBSF 848 (frutos); "Pera", M-CBSF 849 (frutos); "Deliciosa grande", M-CBSF 850 (frutos); "Verde", M-CBSF 851 (frutos); "Inverniza", M-CBSF 852 (frutos); 16-II-2017, "Melona", M-CBSF 853 (frutos); 06-V-2017, "Ojenri", M-CBSF 854 (frutos); "Gran esmitt", M-CBSF 855 (frutos); "Del bien y del mal", M-CBSF 856 (frutos); 10-VI-2017, "Roja", M-CBSF 857 (frutos); "Can", M-CBSF 858 (frutos).

RESULTADOS

La diversidad percibida

En esta localidad el cultivo de "manzana" resulta ser el que predomina y se observa en asociación con otros frutales como "duraznos", "peras", "ciruelos", "nueces" (*Juglans regia* L.), "membrillos" y cultivos hortícolas como "papa" (*Solanum tuberosum* L. subsp. *andigenum* (Juz. & Bukasov) Hawkes), "maíz" (*Zea mays* L.), "haba" (*Vicia faba* L.), "quinoa" (*Chenopodium quinoa* Willd.), "trigo" (*Triticum aestivum* L.), "zanahoria" (*Daucus carota* L.), "zapallo" (*Cucurbita* spp.), "zapallito" (*Cucurbita* spp.), "cayote" (*C. ficifolia* Bouché), "arveja" (*Pisum sativum* L.), "rabanito" (*Raphanus sativus* L.), "remolacha" (*Beta vulgaris* L. var. *vulgaris*), "tomate" (*Solanum lycopersicum* L.), "pimiento" (*Capsicum annum* L.), "acelga" (*B. vulgaris* L. var. *ciela* L.), "lechuga" (*Lactuca sativa* L.), "cebada" (*Hordeum vulgare* L.).

La diversidad percibida está constituida por un total de 15 etnovariedades de "manzanas" en Ocumazo. Todas pertenecen a la especie botánica *M. domestica* y son agrupadas localmente bajo el término de "manzana", el mismo va acompañado de diversos epítetos, que hacen referencia a: su origen (como por ejemplo "Criolla"), a la época de cosecha ("Inverniza"), o algún criterio organoléptico como la morfología o el sabor ("Deliciosa grande") (Fig. 3).

En la Tabla 2 se resume la diversidad definida para la localidad y los criterios que permiten su descripción. Estos criterios se agrupan en tres categorías: *organolépticos* (morfológico y sensorial); *utilitarios* (alimenticio y otros usos); *agronómicos* (relacionado con la época de floración/cosecha y duración de la fruta pos-cosecha). Estas categorías o descripciones abarcan criterios principalmente relacionados con el fruto.

Todas las etnovariedades se encuentran bajo cultivo, sin identificar ejemplares espontáneos. Predominan las que se reproducen por semilla, con una sola etnovariación "Criolla", que se multiplica de forma asexual por esquejes. De acuerdo al relato local, la historia de ingreso y la diversidad actual del cultivo deriva de dos vertientes. Las primeras, etnovariedades consideradas como *autóctonas* o *las de aquí*, son resultado de la introducción de estos frutales en

Tabla 1. Diversidad, origen y tiempo de ingreso a la comunidad de Ocumazo.

Grupos reconocidos de acuerdo a su origen	Etnovariedad	Procedencia y tiempo de ingreso
"autóctonas"	"Criolla"	Autóctona ("las de aquí")- aprox. de 100 años
	"Pera"	Autóctona ("las de aquí")- aprox. de 100 años
	"Inverniza"	Autóctona ("las de aquí")- aprox. de 100 años
	"Melona"	Autóctona ("las de aquí")- aprox. de 100 años
"coloradas", "mendocinas", "las del sur" o "abajañas".	"Deliciosa chiquita"	Mendoza- aprox. de 60 años
	"Deliciosa grande"	Rio Negro/Mendoza- aprox. de 60 años
	"Amarilla"	aprox. 12 años
	"Can"	Rio Negro - aprox. 12 años
	"Rayada"	Rio Negro - aprox. 12 años
	"Roja"	Rio Negro - aprox. 12 años
	"Verde"	Mendoza /Rio Negro (sin registro)
	"Gran esmitt"	Rio Negro/San Pedro de Bs. As.- aprox. 10 años
	"Grani"	Rio Negro - aprox. 4 años
	"Del bien y del mal"	aprox. de 54 años
"Ojenrri"	Rio Negro - aprox. 10 años	

la Quebrada de Humahuaca durante el Período Colonial a partir del siglo XVI, las que ingresan y se establecen en Ocumazo recién en el siglo XX. El ingreso aproximado es de 100 años, entre ella se cita la "Criolla" "Inverniza", "Melona", "Pera". Don C.M. (77 años) comenta sobre la manzana "Criolla": *"es riquísima, esa la buscan mucho en el campo, esa manzana les gusta a todos porque esa ya viene de antes", "es la que más hay aquí en Ocumazo, y es la mejor, la más querida, todos la compran a esa"*. Don F.M. (68 años) relata: *"la inverniza esa, es como pie porque es una planta muy autóctona de la zona y deber haber sido unas de las primeras plantas que había aquí"*.

La otra vertiente de ingreso es actual y consiste en material genético de variedades comerciales, incorporadas hace poco tiempo en la comunidad (12 años aproximadamente). Estos materiales llegaron a la zona de la mano de algún familiar desde otra zona de la Argentina, como el Sur o Mendoza, o por técnicos de entidades como el INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria), las que se preservan bajo las mismas prácticas de manejo y selección local. Este grupo de etnovariedades recientemente introducidas se las reconoce como "coloradas", "mendocinas", "las del sur" o "abajañas". Ejemplo de ello es la etnovariedad "Grani", "Ojenrri" (Tabla 2).

Estas etnovariedades (las autóctonas y las de reciente inserción) son reconocidas por los ocumaceños como "frutas criollas" o "frutas andinas". El sentido de apropiación y la profundidad temporal de este cultivo por algunos entrevistados aparece en citas como: *"porque esas han sido las primeras manzanas que han traído aquí, no sé de adonde habrán traído mis padres, pero son las primeras por eso le decimos criollas"* (don S.M., 76 años), *"la criolla esa, es antigua. Mi papá llevó plantas de no sé dónde, no dijo mi papá. -Me traje unas plantitas de manzanas, nomás dijo. No teníamos nada, compré la finca ahí en Ocumazo. Él era comprador, entonces ahí se hicieron sus casitas, se pusieron sus plantitas, ya hace años. Yo ya conocí cuando yo tenía 16 años. Cuando mi papa murió, ya tenía las manzanas: la larga (= "Pera") y la criolla, nada más"* (doña P.A., 85 años).

El promedio de etnovariedades cultivadas por familia es de 4, con un desvío estándar de 1,8; siendo 2 la menor cantidad hallada y 8 la mayor. Las etnovariedades más frecuentemente citadas son: "Criolla" (81%), "Deliciosa grande" (58%), "Verde" (42%), "Inverniza" (35%), "Melona" (27%) y "Deliciosa chiquita" (15%), de las cuales tres etnovariedades son las reconocidas como las "autéctonas".



Fig. 3. Etnovarietades reconocidas como propias del lugar “las de aquí”. **A:** “Criolla”. **B:** “Inverniza”. **C:** “Pera”. **D:** “Melona”. Escala: 5 cm.

Los atributos en el relato local

El reconocimiento de las etnovarietades de “manzanas” se basa principalmente en las características del fruto; son escasas las menciones relacionadas a caracteres vegetativos de la planta que permita la diferenciación de la diversidad presente. Los entrevistados que señalan estos caracteres vegetativos, los utilizan para realizar comparaciones entre las autóctonas (específicamente la “Criolla”) y las recientemente introducidas, “coloradas”, “mendocinas”, “las del sur” o “abajeñas”.

En la Tabla 3 se presentan todos los descriptores utilizados por los ocumaceños, para la caracterización de las etnovarietades. Se puede

apreciar que los descriptores más citados fueron: color (27), sabor (25), consistencia (21), tamaño (19) y forma (14).

Como se estableció, los criterios utilizados por los agricultores están basados en apreciaciones principalmente organolépticas que poseen del fruto de las distintas etnovarietades, así aparecen criterios que combinan expresiones generalizadas con otras de origen local. Por ejemplo, para el criterio sabor aparecen las expresiones: “dulce, menos ácida” (etnovarietad “Criolla”), “bien dulce, algo ácida”, “mimosa” (dulce) (etnovarietad “Deliciosa grande”), “bien dulce antes de cocer” (madurar) (etnovarietad “Melona”), “ácida y amarga,

Tabla 2. Diversidad, origen y tiempo de ingreso a la comunidad de Ocumazo

N°	ETNOVARIEDAD	Criterios locales de identificación									
		Del fruto				De otros órganos			Agronómicos		
		Color del epicarpo	Tamaño de la fruta (Diámetro y longitud)	Forma de la fruta	Sabor	Consistencia	Hoja	Flor	Planta	Floración/ cosecha	Duración Pos-cosecha
1	Amarilla	Amarillo verdoso	Mediano (sin dato)	Globosa cónica	Dulce	Jugosa	-	-	Porte pequeño	Cosecha fines de enero	1-2 meses
2	Can	Amarillo con manchas naranjas	Mediano a grande Diámetro: 6,02 mm Longitud: 5,27 mm	Globosa cónica	Dulce	Harinosa	Grande	-	Porte grande	Cosecha marzo-abril	8 meses
3	Criolla (=Redonda, Chata, Amarilla)	Amarillo	Pequeño Diámetro: 6,79 mm Longitud: 5,34 mm	Esférica, aplanada por los extremos	Dulce y ácida	Jugosa	Pequeñas anchas inclinadas	Amarilla	Porte grande, corteza leñosa, escabrosa	Septiembre/ abril	7-8 meses
4	Del bien y del mal	Amarillo verdoso	Mediano, Diámetro:7,83 mm Longitud: 7,42mm	Globosa cónica	Dulce y ácida	Jugosa			Porte grande	Octubre/marzo	1-2 meses
5	Deliciosa chiquita (=abajefña)	Roja	Pequeño, Diámetro: 5,51 mm Longitud: 3,98 mm	Globosa	Bien dulce	Harinosa	-	Rosa suave	Tronco brillante/ aceitoso	Cosecha diciembre	1-2 meses
6	Deliciosa grande	Roja	Grande Diámetro:7,55 mm Longitud: 6,72 mm	Globosa cónica	Dulce y ácida	Harinosa	Medianas a grandes	Blanca	Porte grande	Septiembre/ febrero-marzo	1-2 meses después se hacen huecas
7	Gran Esmitt (=Gran smit)	Amarillo verdoso, a veces con estrías rojas	Pequeño Diámetro: 7,01 mm Longitud: 6,18 mm	Globosa cónica	Dulce y ácida	Jugosa	-	Blanca	-	Octubre/fines de febrero	1-2 meses
8	Grani	Amarillo verdoso	Grande Diámetro: 7,11 mm Longitud: 7,32mm	Globosa tronco-cónica	Dulce	Jugosa	-	-	-	Septiembre-octubre/fines de abril-mayo	3-4 meses
9	Inverniza (antes Manzano)	Amarillo verdoso	Mediano Diámetro: 5,41 mm Longitud: 5,03 mm	Globosa tronco-cónica	Ácida/ amarga, al guardarla se hacen más dulces	Harinosa	Grande, blanca en el envés	Blanca	Porte mediano	Noviembre/ Marzo a mayo	7-8 meses

N°	ETNOVARIEDAD	Criterios locales de identificación									
		Del fruto				De otros órganos			Agronómicos		
		Morfológico		Forma de la fruta	Sensorial		Morfológico			Floración/cosecha	Duración Pos-cosecha
	Color del epicarpo	Tamaño de la fruta (Diámetro y longitud)		Sabor	Consistencia	Hoja	Flor	Planta			
10	Pera (=Manzana Larga)	Amarillo claro	Mediano Diámetro: 5,61 mm Longitud: 6,32 mm	Oblonga cónica	Agria	Verde es jugosa, madura es harinosa	-	-	-	Noviembre/diciembre	-
11	Melona	Roja con estrías verdosas	Mediano Diámetro: 5,41 mm Longitud: 4,42 mm	Globosa cónica	Dulce antes de madurar	Harinosa	Pequeñas, de un color verde oscuro, anchas	Matizada blanca con rosado	Porte pequeño	Octubre/abril-mayo	2-3 meses
12	Ojenri (=Tempranilla)	Rojo y naranja con estrías rojas	Mediano a pequeño Diámetro: 5,22 mm Longitud: 4,77 mm	Globosa cónica	Dulce	Harinosa	-	Colorada	Porte pequeño	Octubre/diciembre-enero	1-2 meses
13	Henri, Ohenry)	Verde con estrías rojas	Grande (sin dato)	Grande	Ácida	Jugosa	-	-	Porte coposo y abundantes hojas	Cosecha marzo-abril	3-4 meses
14	Rayada	Rojo	Pequeño Diámetro: 5,91 mm Longitud: 5,76 mm	Globosa asimétrica	Ácida	Harinosa	Anchas	-	Con ramas flexibles (inclinados por el peso del fruto)	Cosecha en marzo	1 mes o menos
15	Verde	Verde amarillenta con algunas manchas naranjas	Grande Diámetro: 7,83 mm Longitud: 7,72 mm	Esféricas otras medias alargadas	Dulce y ácida	Jugosas a harinosa	Grande	Matizada blanca con rosado y grande	Porte mediano, ramas más separadas,	Fines de agosto-octubre/abril-mayo	2-3 meses

al almacenarla es más dulce” (etnovarietad “Inverniza”), “media agrita” (agria) (etnovarietad “Pera”).

En relación a la consistencia se emplearon términos como “arenosa” (consistencia del fruto debido a la pérdida de turgencia), “aguachenta” o “jugosa” (con gran cantidad de agua en su composición), “blandita”, que se combinan entre sí y con distintos grados de intensidad, como por ejemplo “primero es aguachenta, después arenosa” (etnovarietad “Verde”), medio arenosa (etnovarietad “Roja”). El color de la fruta, por su parte, queda clasificado por “amarillenta”, “roja” o “colorada” y se combina a la presencia de estrías (“rayas” o “rayitas”) de distintas tonalidades: “bien rojita con rayas verdosas” (etnovarietad “Melona”), “verde con rayitas rojas” (etnovarietad “Rayada”), “amarillenta con partes coloradas al cocer” (etnovarietad “Can”). En relación a este criterio también se asocia con el color de otro frutal, por ejemplo: la etnovarietad Verde “es como la pera de agua”, también con la época de cosecha: “es verde al cosecharla y cuando se la guarda, se madura y es amarillenta” (etnovarietad “Inverniza”). Se citan referencias que combinan sabor y consistencia: “la criolla es bien agria de chiquita, ya cuando está bien cocinada ya es dulce y jugosa”. La forma es un carácter que citan los productores, pero no suele ser tan detallado para toda la diversidad de “manzana”, se menciona por ejemplo en referencia a la forma términos como: “es redonda media alargona” (“Deliciosa grande”).

Algunas etnovarietades están presentes en celebraciones religiosas y populares andinas. Como ofrenda para el 1 de noviembre (Todos los Santos), para la celebración patronal de la Virgen del Rosario de Ocumazo (5 al 15 de octubre), en las de fin de año (Navidad y Año Nuevo) y en las del primero de Agosto (Pachamama). Cuando se preguntó sobre ello, los pobladores respondieron: “sí, cuando hay si para todo santo” (R.F., 75 años), “cuando hay Inverniza esa se pone a la mesa” (S.F., 69 años), “Todo ponemos a la mesa, para la Pachamama también porque es fruta de la tierra” (M.C., 64 años). Además, se identificó que el cultivo posee un valor sentimental o emotivo para cada ocumaceño, ello está relacionado con la presencia de este frutal desde tiempo pasado en la zona, especialmente de la etnovarietad “Criolla”. En los relatos se identifica que existe una relación de reciprocidad entre el cultivo y productor, mientras que se obtiene

Tabla 3. Descriptores utilizados para la caracterización de las etnovarietades de Ocumazo.

Parte de la planta	Descriptor	Nº de menciones(n=28)
Fruto	Color	27
	Sabor	25
	Consistencia	21
	Tamaño	19
	Forma	14
	Espesor del epicarpo	4
Hoja	Color	8
	Tamaño	8
	Ancho	4
	Forma	3
	Inclinación	1
	Cantidad	6
Flor	Color	7
	Tamaño	1
Planta	Porte	9
	Tronco	1
	Producción	1

alimento e insumo para comercializar, el poblador cuida de este cultivo como un miembro más de su familia, con el cual entabla conversaciones en los momentos de soledad o al realizar alguna actividad como riego, poda, abonado: “están ahí, las hablás. Es como una persona, yo veo así, que tienen plantas que no las cuidan. Así, nadie las van a ver, se empiezan a secar. En cambio, si vos las vas a ver se ponen hermosas. Son como un hijo. Vos vas, las hablas, decís: - pachita dame fruta, y dan -cuando uno cree-” (don J. F., 65 años), “es parte de mi familia, si las dejás mucho tiempo se secan, tenés que pasar más tiempo con ellas, podando, regando” (don T.F., 67 años), “toda mi vida, desde que yo he conocido las manzanas, son importantes para mi vida. En mis recuerdos son las preferidas porque no solo me alimentaron, cuando fui adolescente, me ayudaron con mis estudios. Porque papá las llevaba a Ledesma y las vendía” (doña M.F., 73 años). “Toda mi vida, desde que yo he conocido las manzanas, son importantes para mi vida” (M.F., 73 años), “y

las manzanas son importantes para mí porque es mi fruta predilecta” (E.M.), *“Es una cultura más que todo, porque siempre están para vender, comerlas y para repartir a mi familia”* (N.L., 73 años).

Usos tradicionales y preparaciones

En el ámbito familiar el principal uso es el consumo directo de la fruta como alimento, además se emplea como materia prima para la elaboración de diversos productos en base a la misma (Fig. 4). Se identificaron un total de 18 preparaciones que se obtienen de las distintas etnovariedades. La elaboración de la mayor parte de estos productos está a cargo de las mujeres (45%), entre los preparados en los que se involucran los hombres (38%) se citaron dulces, mermeladas, licores y sidra.

En la Fig. 5 se indican la forma de consumo y los preparados que se obtienen de cada etnovariiedad. Este gráfico permite visualizar la intensidad de uso que tiene cada etnovariiedad en la elaboración de distintos productos. Se puede observar que de la variedad local “Criolla” derivan la mayor cantidad de preparaciones (82%), lo que evidencia su importancia tanto por ser una de las variedades más apreciada como por estar presente en todos los espacios de cultivos. Importancia que se refleja en el relato Don RF (75 años) *“Las criollas esas salen y son las más queridas, son lindas para el dulce, la mermelada, pal anchi, para todo”*. La etnovariiedad “Deliciosa grande” (41%) también resulta ser una alternativa para la preparación de diversos productos, seguida de las etnovariiedades “Verde” (23%) e “Inverniza” (23%) respectivamente.



Fig. 4. Derivados de las manzanas de Ocumazo. **A:** Manzana deshidratada. **B:** Buñuelos de manzana. **C:** Dulce de manzana. **D:** Tarta de manzana.

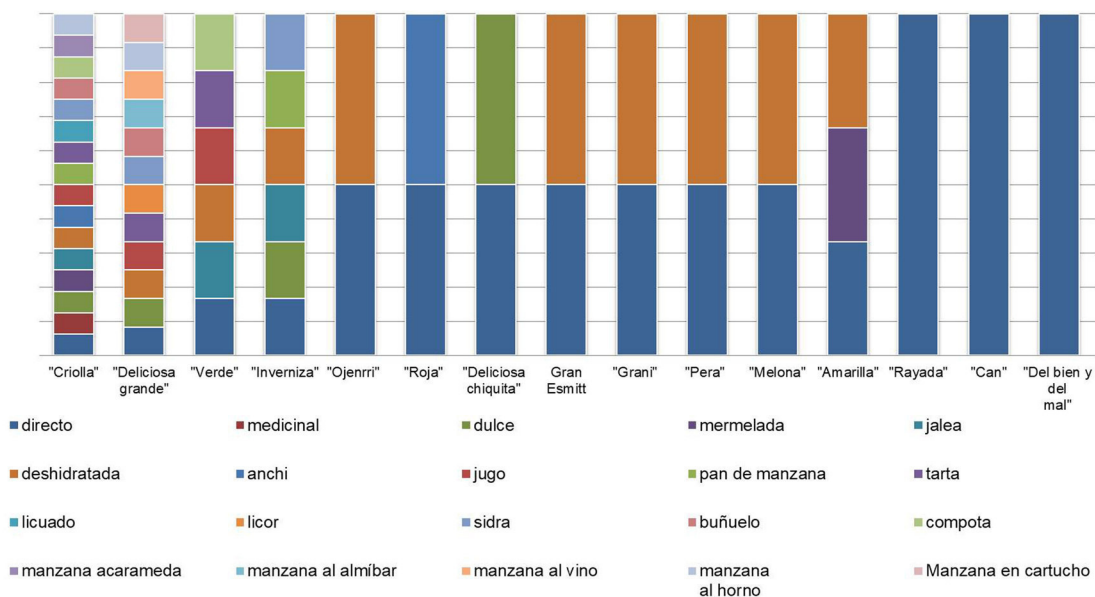


Fig. 5. Frecuencias de citas de uso de las etnovariedades de manzanas.

En instancias de comercialización la fruta también está presente en estado fresco o como algún derivado, conocidos localmente como “dulces de Ocumazo”. Como se observa la Fig. 6. de las 15 etnovariedades definidas, 9 son las más empleadas en la elaboración de productos: “Criolla” (60%), “Inverniza” (12%), “Deliciosa grande” (8%), “Verde” (8%), “Deliciosa chiquita” (4%), “Roja” (4%), “Gran esmitt” (4%), “Ojenrri” (4%) y “Melona” (4%).

De los resultados presentados se desprende que la diversidad de preparaciones depende con mayor frecuencia de las etnovariedades autóctonas (“Criolla” e “Inverniza”). Por otro lado, se puede establecer que existe una relación entre las preparaciones y la frecuencia en el uso de las etnovariedades (Fig. 5 y 6), coincidiendo también con las que resultan de ingresar a la comunidad aproximadamente hace 100 años. Cuando se indagó entre los entrevistados quienes fueron los encargados de transmitir sobre el uso y la elaboración de los preparados de “manzana”, la respuesta común a todos fue que aprendieron de sus padres y abuelos, y que con el paso del tiempo lo fueron perfeccionando con la ayuda de técnicos.

Entre las novedades de preparados se encuentra la elaboración de sidra. Esta propuesta innovadora

tiene como objetivo recuperar y revalorizar aquellas variedades antiguas y poco propagadas, como es el caso de la etnovariiedad “Inverniza”, situación que expresa doña MF (años) “*ya estaba descartada*

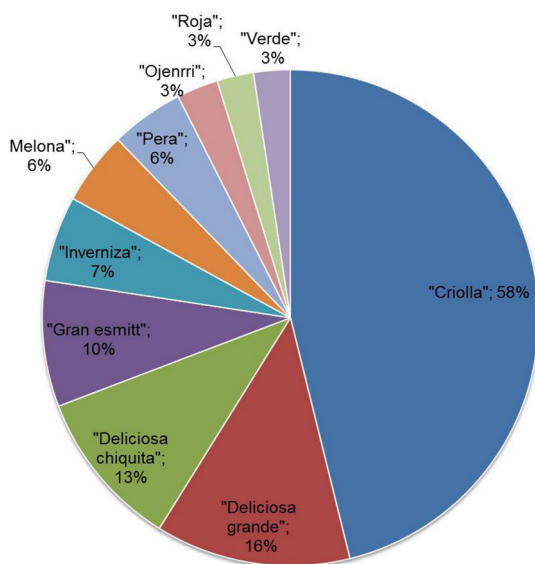


Fig.6. Frecuencia de citas de las etnovariedades empleadas en la elaboración de dulces artesanales de Ocumazo.

y ahora la van apreciar más a esa porque sirve para la sidra. Se han hecho las plantas viejas y nosotros ya no hemos trasplantado porque vimos que no tenía salida”, también lo manifiesta don HF (57 años) “la que a nosotros nos han dicho que es buenísima para la sidra, esa es la que madura al último, esa es la inverniza”.

DISCUSIÓN

Este trabajo permitió identificar y caracterizar la diversidad de “manzanas” en Ocumazo, la que está conformada por 15 etnovariedades. Este registro es menor al promedio expuesto en otros trabajos sobre la diversidad de la misma especie en distintos lugares de España, país donde existen evidencias que permiten comparaciones (Rivera-Núñez *et al.*, 1997; Sierra del Rincón, 2010; Sanz-García, 2011; Egea-Fernández *et al.*, 2014). Sin embargo, dicho número resulta relevante si se considera su reciente introducción y una primera presentación al estudio de etnotaxonomía y diversidad de “manzanas” en la Quebrada de Humahuaca.

En relación a la introducción de este cultivo, posiblemente al igual que el caso de los “duraznos” en Juella (Lambaré, 2015), las etnovariedades más antiguas de “manzana” pudieron ingresar durante el periodo Colonial (Sica, 2010). Por lo que la continuidad de este germoplasma introducido es resultado de las propiedades inherentes del cultivo que se aclimata a las condiciones ambientales de la Quebrada que resultan óptimas para su crecimiento y desarrollo (Schneider & Scarbrough, 1980; Lang, 1989; Janick, 2002). Asimismo, su incorporación y resignificación dependen de las particularidades del grupo humano que selecciona y conserva las características deseables que se materializan y proyectan al paisaje biocultural al que se incluyen.

La conservación de las etnovariedades consideradas autóctonas y las foráneas, se basa en procesos culturales de manipulación, con los que se mantienen, adaptan y/o criollizan como el caso de algunos de los maíces en el NOA Ramos *et al.* (2013). La preferencia de una nueva etnovariiedad por parte de los productores queda definida en parte a nuevas necesidades, usos, beneficios y demandas, siendo una valoración otorgada por la comunidad. En este sentido se puede entender el proceso de apropiación y resignificación de este cultivo como lo

plantean Hilgert *et al.* (2014), es decir la decisión de incorporar elementos ajenos, debe entenderse en el marco de las cosmovisiones de estos grupos nativos que se ven influenciados por una incesante dinámica social e histórica, donde el poblador local participa activamente, ya sea rechazando, incorporando, resignificando o abandonando costumbres -o partes de su costumbres-. Dentro de ese marco cultural, al igual que la apropiación de los “duraznos” en la Quebrada y los “cítricos” en el NEA (Stampella *et al.*, 2014), estos frutales originariamente foráneos se convierten en elementos identitarios que contribuyen a la definición de las costumbres y prácticas cotidianas de una comunidad.

Respecto a la popularidad compartida de la etnovariiedad “Criolla”, en coincidencia a lo ya expresado en Lambaré *et al.* (2015) y Artieda-Rojas *et al.* (2017), la misma probablemente se explique por su temprana incorporación en los circuitos de intercambios (trueques y cambalaches) como recurso para obtener divisas (sinónimo de dinero) de otras zonas de la Quebrada y de la región. Una situación contraria está ocurriendo con las otras tres etnovariedades (“Pera”, “Melona”, “Inverniza”) que si bien son significativas por formar parte del patrimonio agrícola local, su representación en los espacios de cultivos e instancias de comercialización son bajas, y el uso de la frutas se limita al consumo familiar y en la elaboración de algunos derivados como sucede con “Inverniza”.

En el trabajo de Egea-Fernández *et al.* (2014) se hace mención de la recuperación de una variedad tradicional de “manzana” llamada “Pero de Cehegin” en Chile. Esto se desarrolló a partir de un proyecto cuyo objetivo fue destacar sus cualidades y valoraciones, así como identificar y recuperar variedades de “manzana chilota” que poseen una antigua historia en la zona desde periodo de la conquista y colonización hispana de Chile (Salamanca, 2017). De forma similar en Ocumazo, la generación de un proyecto fruti-hortícola iniciado por los mismos productores, con la ayuda de organizaciones nacionales que trabajan en la zona, buscan revalorizar la diversidad de “manzanas”, principalmente de aquellas etnovariedades menos demandadas, como es el caso de la “Inverniza”, que posee cualidades específicas para la producción de sidra como alternativa comercial. Esta variedad local dejó de propagarse en los espacios de cultivos situación que se observa en la presencia de escasos

ejemplares de manzanos de “Inverniza” y en el relato de los pobladores. El desarrollo de estos proyectos locales promueve, además de la recuperación del cultivo de la etnovarietal, la diversificación de usos en base a la demanda local con el objetivo de buscar nuevos destinatarios y la ampliación de la oferta gastronómica de la comunidad.

En el presente análisis se consideran caracteres diferenciales de cada etnovarietal, que a su vez definen los criterios, descriptores o atributos locales utilizados para su clasificación. Estos criterios han sido mencionados en otros estudios referidos a la especie, Rivera-Núñez *et al.* (1997), citaron caracteres organolépticos (morfológicos y sensoriales) y agronómicos (fecha de maduración), así como el uso que se les asigna a las variedades identificadas. Sanz-García (2011) destaca la utilización específicamente del color, forma, tamaño del fruto, textura de la piel, sabor y de igual manera la fecha de maduración. No solo para el caso de este frutal se utilizan dichos descriptores, sino que también se registra su uso e importancia para la caracterización de otros cultivos como “duraznos”, “citrus”, “melones”, “pitaya”, “maíz” (Rosales-Bustamante *et al.*, 2009; Martín, 2010; Lambaré & Pochettino, 2012; Ramos *et al.*, 2013; Stampella *et al.*, 2014). De acuerdo a las menciones registradas, las características al estado vegetativo resultan poco relevantes. Los entrevistados que citaron algún criterio relacionado (como la forma y tamaño de la hoja y porte de la planta) lo hacen estableciendo la diferencia entre las autóctonas (específicamente la “Criolla”) y las etnovariedades de incorporación reciente. Stampella (2016) hace referencia que el aroma, forma de las hojas y el porte de la planta son descriptores locales que se mencionan para el reconocimiento y distinción de las etnotaxa de *Citrus*.

Asimismo, los atributos locales que definen a cada etnovarietal son acompañados de descripciones personales o anecdóticas que refleja la consideración de esta especie cultivada como antropizada, es decir un recurso foráneo que sufrió un proceso de naturalización y/o apropiado y luego de resignificación Hilgert *et al.* (2014). Esta valoración representa una de las formas en que el poblador local se relaciona con su cultivo y lo define como parte de su paisaje biocultural.

Entre las etnovariedades nombradas, la “Inverniza” posee características que permiten su

diferenciación con las demás, como la morfología (epicarpo grueso y sedoso), el carácter sensorial (al cosechar sabor ácido), y la duración post-cosecha (necesita un periodo de almacenamiento de 7 a 8 meses para que adquiera el dulzor). Estas se comparten con los registros de Rivera-Núñez *et al.* (1997) y Sanz-García (2011) para el grupo de “manzanas” denominadas “peros”, especialmente para la etnovarietal “Pero de alcuza” conocido también como “Pero de invierno”. Según lo descrito por estos autores, los agricultores depositan las “manzanas” en sótanos o despensas para que la fruta alcance su madurez y sabor adecuado. De forma similar en el área de estudio se utilizan trojas (hornos de barro con piso de paja), el que constituyen un lugar especialmente construido para mantener condiciones necesarias para el almacenamiento de la fruta cosechada y su conservación durante todo el invierno. En el ámbito andino, el empleo de troja, o troje, resulta una estrategia de almacenamiento que se practica desde la antigüedad y en cierto momento del calendario agrícola para preservar -por ejemplo- las “semillas” (para el caso del “maíz” y las papas) que se emplearán en el próximo ciclo productivo (Hilgert, 1998; Ramos, 2009). Asimismo, otra característica que permite su comparación, es la presencia de una piel gruesa, lo que aporta mayor duración cuando la fruta se almacena (Sánchez, 2017).

En cuanto a los usos (18), se constató una amplia riqueza de categorías nombradas por los pobladores locales, que engloba consumo directo o en fresco y elaborados, contrariamente a lo citado en la bibliografía de referencia (Rivera-Núñez *et al.*, 1997; Sierra del Rincón, 2010; Sanz-García, 2011) donde se destacan pocos productos en base a la fruta como postre verde, sidra, repostería, manzana asada, frita o cocida en vino o manteca y compota. Esta diferencia permite corroborar que los ocumaceños han logrado del conocimiento adquirido y transmitido, así como de la práctica cotidiana, diferentes formas de consumo y conservación de las etnovariedades de acuerdo a las particularidades que presenta cada una de ellas. Una de las costumbres que se realizan desde la antigüedad para la conservación y asegurar la presencia de ciertos alimentos en las distintas estaciones del año, es la elaboración de deshidratados. Estas preparaciones pueden realizarse por las condiciones microclimáticas

de los valles secos, siendo uno de los productos que característicos y de importante demanda en las ferias locales de la quebrada de Humahuaca (Lambaré, 2015).

CONCLUSIONES

Esta presentación da continuidad al estudio en la Quebrada de Humahuaca de las plantas cultivadas desde una perspectiva etnobotánica. Su realización permitió identificar un total de 15 etnovariedades de “manzana” cultivadas en Ocumazo. Datos que resultan una primera mención de la etnotaxonomía del cultivo. Esta diversidad se organiza y presenta en categorías éticas y quedan definidas desde criterios émicos, propios del productor local, por lo que a partir de su estudio se da a conocer lo que el productor de Ocumazo percibe de este cultivo foráneo. Las etnovariedades son reconocidas desde distintos criterios, descriptores o atributos como los organolépticos y de uso, por citar algunos de relevancia y, se unen a factores prácticos-simbólicos que definen el rol de este recurso para la interpretación del paisaje biocultural que integran. Asimismo, se establece que la variabilidad descripta y -adaptada al ambiente/paisaje de altura-, revela una alta agrodiversidad, en relación a la que poseen otras comunidades quebradeñas y a otros cultivos cuya historia de ingreso y apropiación son similares.

Los emprendimientos que se desarrollan en la zona, como por ejemplo la elaboración de sidra, propiciaron una revaloración de etnovariedades que se encontraban olvidadas, ampliando sus usos y su consideración como alternativa económica. Esto define el rol, o significado, de las diferentes etnovariedades, el cual se modifica de acuerdo a los cambios por lo que atraviesan las familias de la comunidad de Ocumazo.

El uso, la forma de selección, conservación, su consideración como parte de la diversidad de “frutas andinas” y la presencia en distintas instancias religiosas y de celebración, definen el relevante papel de este cultivo de origen euroasiático para el poblador local. El que, a su vez, le permite promover la conservación de las principales actividades económicas -como las agrícolas- y, a la vez, su autonomía alimentaria.

Asimismo, el estudio del CBT cobra relevancia, dado que su abordaje ofrece información valiosa que puede contribuir al desarrollo de estrategias de

conservación *in situ*, a partir del conocimiento y promoción del mantenimiento de los espacios de cultivo bajo manejo tradicional.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Ambas autoras han realizado conjuntamente el diseño del trabajo, la interpretación de datos y redacción del manuscrito. El trabajo de campo lo realizó en su mayoría la primera autora como parte de su tesina de grado, con el asesoramiento de su directora la Dra. Lambaré.

AGRADECIMIENTOS

A las autoridades del Centro Vecinal y productores de la comunidad de Ocumazo, por la autorización, hospitalidad y predisposición brindada durante el desarrollo del trabajo. A la Secretaria de Ciencia y Técnica y Estudios Regionales de la Universidad Nacional de Jujuy por la financiación de los Proyectos 08/A182 y A/B 043. A M. L. Pochettino y N. D. Vignale por sus aportes en distintas instancias del trabajo. A los evaluadores anónimos y a la editora Dra. Hilgert, sus observaciones enriquecieron el manuscrito.

BIBLIOGRAFÍA

- ALBUQUERQUE, U. P., R. F. PAIVA DE LUCENA & L. V. F. CRUZ DA CUNHA. 2010. *Métodos e técnicas na pesquisa Etnobiológica y Etnoecológica*. Ed. Nuppea.
- ALCORN, J. 1995. The scope and aims of ethnobotany in a developing world. En: Schultes, R. E. & S. Von Reis, (eds.) *Ethnobotany. Evolution of a discipline*. Portland, Dioscorides Press.
- ARTIEDA-ROJAS, J. R., R. I. MERA ANDRADE, M. S. MUÑOZ ESPINOZA & P. S. ORTIZ TIRADO. 2017. El trueque como sistema de comercialización - Desde lo ancestral a lo actual. *Uniandes Episteme* 4: 288-300.
- BERKES, F. 1999. *Sacred ecology: traditional ecological knowledge and management systems*. Philadelphia and London: Taylor & Frances.
- BERKES, F., J. COLDING & C. FOLKE. 2000. Rediscovery of traditional ecological knowledge as

M. S. Villalba y D. A. Lambaré - Las manzanas en Ocumazo (Jujuy): usos y percepciones

- adaptative management. *Ecological Applications* 10: 1251-1262. [https://doi.org/10.1890/1051-0761\(2000\)010\[1251:ROTEKA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(2000)010[1251:ROTEKA]2.0.CO;2)
- BERLIN, B. 1992. *Ethnobiological Classification. Principles of categorization of plants and animals in traditional societies*. New Jersey: Princeton University Press.
- BRAVO, M., M. I. ARTEAGA & F. F. HERRERA. 2017. Bioinventario de especies subutilizadas comestibles y medicinales en el norte de Venezuela. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas* 16: 347-360.
- BRICKELL, C. D., C. ALEXANDER, J. C. DAVID, W. L. A. HETTERSCHEID, A. C. LESLIE, V. MALECOT, X. JIN & J. J. CUBEY. 2009. International Code of Nomenclature for Cultivated Plants. *Scripta Horticulturae* 10: 1-184.
- CASTRO, A. 2016. Chicha y Sidra de manzana en Chile (1870-1930): Manzanas con identificación de origen. *RIVAR* 3: 4-25.
- CASTRO, A., F. M. FERNÁNDEZ & D. U. GÓMEZ. 2018. Chicha de manzana de Chiloé: Historia épica de un producto típico, siglos XIX-XX. *Revista Estudios Hemisferios y Polares* 9: 1-24.
- COTTON, C. M. 1998. *Ethnobotany: Principles and applications*. J. Wiley y Sons, England.
- CRIVOS, M. 2010. Implicancias teóricas y metodológicas de las estrategias de investigación etnobotánica. En: VIGNALE, N. D. & M. L. POCHETTINO (eds.), *Avances sobre plantas medicinales andinas*, pp. 5-10. San Salvador de Jujuy, CYTED.
- DIFRIERI, H. 1978. *Aspectos de la vegetación de altura y el Jardín botánico de altura*. Entregas del Instituto Interdisciplinario Tilcara 2. Tilcara.
- EGEA-FERNÁNDEZ, J. M., J. M. EGEA-SÁNCHEZ & J. A. GALÁN. 2014. *Varietades locales de frutales de pepita de la región de Murcia*. Análisis preliminar. XI Congreso de SEAE: Agricultura ecológica familiar. Facultad de Biología, Universidad de Murcia. Murcia, pp. 11.
- FOLGADO-FERNÁNDEZ, J. A., P. RAMIRO, A. M. CAMPÓN-CERRO, & J. M. HERNÁNDEZ-MOGOLLÓN. 2017. Productos gastronómicos con identidad y desarrollo del destino turístico. Un estudio sobre rutas del queso en España. *International Journal of Scientific Management and Tourism* 3: 93-109.
- GARCÍA-MORITÁN, M. & M. B. CRUZ. 2011. *Comunidades originarias y grupos étnicos de la provincia de Jujuy*. Salta, Ed. del Subtrópico.
- HARLAN, J. R. 1992. *Crops & Man*. 2nd edition. Madison: American Society of Agronomy, Inc.
- HERNÁNDEZ- BERMEJO, J. E. 2013. Cultivos infrautilizados en España: pasado, presente y futuro. *Ambienta* 102: 2-18.
- HERRERO, J. 1964. *Cartografía de Frutales de Hueso y Pepita*. Capítulo IV: Apéndice de variedades: Manzano. Aula Dei. CSIC, Zaragoza, pp. 285.
- HILGERT, N. I. 1998. *Las plantas vinculadas con el ámbito doméstico y la subsistencia de los campesinos de la cuenca del río Zenta, Dpto. Orán, Prov. Salta*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba. Argentina.
- HILGERT, N. I., D. A. LAMBARÉ, N. D. VIGNALE, P. C. STAMPELLA & M. L. POCHETTINO. 2014. ¿Especies naturalizadas o antropizadas? Apropiación local y la construcción de saberes sobre los frutales introducidos en época histórica en el norte de Argentina. *Rev. Biodivers. Neotrop.* 4: 69-87.
- JANICK, J. 2002. Wild apple and fruit trees of Central Asia. *Horticultural Reviews* 29, pp. 416.
- LACOSTE, P., P. PSZCZOLKOWSKI, F. BRIONES, P. AGUILERA, F. MUJICA & A. GARRIDO. 2015. Historia de la chicha de uva: un producto típico en Chile. *IDESIA* 33 (2): 87-96. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292015000200011>
- LAMBARÉ, D. A. 2014. Manejo de variedades locales de *Prunus persica* (Rosaceae) en la Quebrada de Humahuaca, Argentina y su Relación con los Sistemas Agrícolas Tradicionales. *Zonas Áridas* 15: 128-147. <http://hdl.handle.net/11336/35673>
- LAMBARÉ, D. A. 2015. *Procesos locales de selección cultural en poblaciones de frutales de la familia Rosaceae originarias del Viejo Mundo utilizadas por comunidades rurales del noroeste argentino*. Tesis Doctoral, Universidad Nacional de La Plata, La Plata. Argentina.
- LAMBARÉ, D. A. & M. L. POCHETTINO. 2012. Diversidad local y prácticas agrícolas asociadas al cultivo tradicional de duraznos *Prunus persica* (Rosaceae), en el Noroeste de Argentina. *Darwiniana* 50: 174-186. <https://www.jstor.org/stable/41825707>
- LAMBARÉ, D. A., N. D. VIGNALE & M. L. POCHETTINO. 2015. Las ferias y festivales regionales como instancia de reafirmación del patrimonio biocultural en la Quebrada de Humahuaca (Jujuy, Argentina): el intercambio de duraznos (*Prunus persica*). *Gaia Scientia. Edição*

- especial Etnobiología na Argentina* 9: 7-16.
<http://www.periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/gaia/article/view/27242>
- LANG, G. A. 1989. Dormancy-models and manipulations of environmental physiological regulation. In: Wright, C.J. (Ed.), *Manipulation of Fruiting*. Butterworths, pp. 79-98, London.
- LUNA-MORALES, C. DEC. 2002. Ciencia, conocimiento tradicional y etnobotánica. *Etnobiología* 2: 120-135.
- MARTIN, G. 2001. *Etnobotánica. Manuales de Conservación Serie Plantas y gente*. WWF-UNESCO. Nordan-Comunidad, Montevideo.
- MARTÍN, S. E. 2010. *Caracterización etnobotánica, agro-morfológica, sensorial, física-química, nutricional y molecular de las variedades locales de Melón de Villaconejos*. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid. España.
- MUÑOZ, N. G. 2014. *Estudio de una iniciativa de turismo comunitario asociada a pueblos originarios en el norte argentino: la experiencia Ocumazo, Jujuy, Argentina*. Repositorio Digital del Ministerio de Turismo de Argentina, pp. 19.
- PAOLI, H., A. R. BIANCHI, C. E. YAÑEZ, J. N. VOLANTE, D. R. FERNÁNDEZ, M. C. MATTALÍA & Y. E. NOÉ. 2002. Recursos hídricos de la Puna, valles y bolsones áridos del Noroeste Argentino. *Convenio INTA EEA Salta-CIED*, pp. 274.
- PEARREGAARD, K. 1994. Más allá del dinero: trueque y economía categorial de un distrito en el valle del Colca. *Anthropologica* 11: 211-251.
- PEREIRA-LORENZO, S., J. ASCASÍBAR-ERRASTI, A. M. RAMOS-CABRER & J. PIÑEIRO-ANDIÓN. 2001. Colección de cultivares autóctonos gallegos de manzano (*Malus x domestica*) del Banco de Germoplasma de Mabegondo. *Monografía INIA, Serie Agricultura*, pp. 454.
- POCHETTINO, M. L. & V. LEMA. 2008. La variable tiempo en la caracterización del conocimiento botánico tradicional. *Darwiniana* 46: 227 – 239.
<https://www.jstor.org/stable/23228355>
- RAMOS, R. S. 2009. Factores culturales, ambientales y de manejo involucrados en la pérdida y/o conservación de variedades criollas de maíces en la comunidad rural de Caspalá, Provincia de Jujuy. Tesina de grado. Universidad Nacional de Jujuy, Jujuy. Argentina.
- RAMOS, R. S., N. I. HILGERT & D. A. LAMBARÉ. 2013. Agricultura tradicional y riqueza de maíces (*Zea mays*). Estudio de caso en Caspalá, provincia de Jujuy, Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 48: 607-621.
http://www.botanicargentina.com.ar/boletin/48-4/22_ramos.pdf
- RIVERA-NÚÑEZ, D., C. OBÓN DE CASTRO, S. RÍOS-RUIZ, C. S. FERNÁNDEZ, F. MÉNDEZ-COLMENERO, A. VERDE-LÓPEZ & F. CANO-TRIGUEROS. 1997. *Las variedades tradicionales de frutales de la Cuenca del Río Segura. Catálogo Etnobotánico (1): Frutos secos, oleaginosos, frutales de hueso, almendros y frutales de pepita*. Servicio de Publicaciones, Universidad de Murcia, pp. 359.
- ROSALES, R. P. D. 1877. *Historia general del reyno de Chile*. Flandes Indiano. Tomo I, Valparaíso, Imprenta del Mercurio.
- ROSALES-BUSTAMANTE, E. P., C. DEL C. LUNA-MORALES & A. CRUZ-LEÓN. 2009. Clasificación y selección tradicional de pitaya (*Stenocereus pruinosus* (Otto) Buxb.) en Tianguistengo, Oaxaca y variación morfológica de cultivares. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 15: 75-82.
- SALAMANCA, F. M. 2017. *Recuperación de antiguas variedades de manzanas chilotas*. Instituto de Producción y Sanidad Vegetal de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Austral de Chile [online]. Disponible en: <https://agrarias.uach.cl/recuperacion-de-antiguas-variedades-de-manzanas-chilotas>. [Acceso: 13 de junio de 2018].
- SÁNCHEZ, E. 2017. *Valoración de variedades tradicionales hortícolas para su uso en Agricultura Ecológica. Jornada de exposición de variedades tradicionales de tomate conservadas en Bagerim. Banco de Germoplasma del IMIDA*. Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario. Alberca, Murcia. 25 pp.
- SANZ-GARCÍA, I. 2011. *Estudio sobre conocimiento campesino en relación con el manejo de las semillas en una comarca de interés agroecológico: la sierra de Huelva*. Tesis de Maestría, Universidad Internacional de Andalucía. España.
- SCHNEIDER, G. W. & C. C. SCARBOUROUGH. 1980. *Cultivo de árboles frutales*. Compañía Editorial Continental S.A., pp. 154. México.
- SHANLEY, P., M. CYMERYS, M. SERRA & G. MEDINA. 2012. *Frutales y plantas útiles en la vida amazónica. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Centro para la Investigación Forestal Internacional y Pueblos y Plantas Internacional. Roma.

M. S. Villalba y D. A. Lambaré - Las manzanas en Ocumazo (Jujuy): usos y percepciones

- SICA, G. 2010. Del tráfico caravanero a la arriería colonial indígena en Jujuy. Siglos XVII y XVIII. *Revista Transporte y Territorio* 3: 23-39.
- SIERRA DEL RINCÓN. 2010. Variedades tradicionales de frutales de la Reserva de la Biosfera Sierra del Rincón. [online]. Disponible en: http://www.sierradelrincon.org/pdf/publicaciones/Catalogo_de_Frutales_en_la_Sierra_del_Rincon.pdf. htm [Acceso: 20 Marzo 2019].
- STAMPELLA, P. C. 2015. Historia local de los cítricos (*Citrus* L., Rutaceae) del viejo mundo asilvestrados en el corredor de las antiguas misiones jesuíticas de la provincia de misiones (Argentina). Caracterización desde una perspectiva interdisciplinaria. Tesis Doctoral, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina.
- STAMPELLA, P. C. 2016. Local variability of citrus (*Citrus* L., Rutaceae) in pluricultural enclaves in the South of Misiones (Argentina): Diversity, uses and perception, and classification of variability. *Journal of Ethnobiology* 36: 637-657. <https://doi.org/10.2993/0278-0771-36.3.637>
- STAMPELLA, P. C., D. A. LAMBARÉ, N. I. HILGERT & M. L. POCHETTINO. 2013. What the Iberic conquest bequeathed to us: the fruit trees introduced in argentine subtropic, their history and importance in present traditional medicine. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. Article ID 868394, 17 p. <http://dx.doi.org/10.1155/2013/868394>
- STAMPELLA, P. C., G. DELUCCHI, H. KELLER & J. A. HURRELL. 2014. Etnobotánica de *Citrus reticulata* (Rutaceae; Aurantioideae) naturalizada en la Argentina. *Bonplandia* 23: 151-162. <https://www.jstor.org/stable/26413063>
- TOLEDO, V. 1990. The ecological rationality of peasant production. In: ALTIERI, M. & S. HECHT (eds.), *Agroecology and small-farm developmet*, pp. 51-58. Boca Raton, CRC Press.
- TOLEDO, V. 2002. Ethnoecology. A conceptual framework for the study of indigenous knowledge of nature. In: Stepp, R., F. Wyndham & R. Zarger (eds.), *Ethnobiology and biocultural diversity*, pp. 511-522. University of Georgia. Athens, Georgia, USA.



‘LA YAQUISPALA’: PRÁCTICAS LOCALES, MEMORIA Y CONSERVACIÓN

‘YAQUISPALA’: LOCAL PRACTICES, MEMORY AND CONSERVATION


Bárbara Bartl* 

Laboratorio de Etnobotánica y Botánica Aplicada (LEBA), Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP, La Plata, Argentina. Becaria Doctoral Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

*anacoreta14@hotmail.com

Citar este artículo

BARTL, B. 2019. ‘La yaquispala’: prácticas locales, memoria y conservación. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 54: 451-471.

 DOI: <http://dx.doi.org/10.31055/1851.2372.v54.n3.25369>



SUMMARY

Background and aims: ‘Yaquispala’ is the local name given to *Puya yakespala* (Bromeliaceae) in the Municipality of Iruya, Salta province, Argentina. It is an endemic plant in the north of the province and declared by official organisms as an endangered species to be protected. Even when it is mentioned only to Santa Victoria Department in floristic repertories, it has been recorded in Iruya Department where this research is conducted. This contribution seeks to be a first approach to the contextualization of ‘yaquispala’ uses, as well as to local management practices related to this plant.

M&M: Ethnographic fieldwork was performed, along which observations in different contexts and both open and semi-structured interviews (referred to the approached subject) to 25 people were carried out in Iruya village and Rodeo Colorado. Reference plant material was collected.

Results: The plant itself as well as related practices are described by means of local terms. As with practices, local uses are described having in mind contexts, moments and memories to which they are linked. Finally, it is focused on local management practices of the species, mainly burning and harvesting.

Conclusions: By means of this case, it is intended to reflect on local practices and the importance of their inclusion in discussions, regulations and policies related to conservation of biocultural diversity.

KEY WORDS

Biocultural diversity, Bromeliaceae, conservation, ethnobotany, Iruya, local practices, memory, *Puya yakespala*.

RESUMEN

Introducción y objetivos: ‘Yaquispala’ es el nombre local que recibe *Puya yakespala* (Bromeliaceae) en la zona del Municipio de Iruya, provincia de Salta, Argentina. Se trata de una planta endémica del norte de la provincia, declarada desde organismos del Estado como especie amenazada y a ser protegida. Si bien en los catálogos florísticos ha sido mencionada únicamente para el Departamento de Santa Victoria, esta investigación se desarrolla en el Departamento de Iruya, donde hemos observado su presencia. Este trabajo busca ser un primer acercamiento etnobotánico a los usos contextualizados de la ‘yaquispala’, así como a las prácticas de manejo locales asociadas a esta planta.


M&M: Se realizó trabajo de campo de carácter etnográfico, durante el cual se llevaron a cabo observaciones en diferentes contextos, así como entrevistas abiertas y semiestructuradas con 25 personas (sobre este tema en particular) en el pueblo de Iruya y Rodeo Colorado. Se recolectó a su vez material vegetal de referencia.

Resultados: Se describen en términos locales la planta misma y las prácticas vinculadas con esta especie en la zona; con respecto a las prácticas, se describen los usos dados a esta especie teniendo en consideración contextos, momentos y memorias con los que se encuentran vinculados; por último, se focaliza en las prácticas de manejo locales de esta especie, fundamentalmente las quemadas y la recolección.

Conclusiones: A partir de este caso se pretende aportar en las discusiones referidas a las prácticas locales y la relevancia de considerarlas en los debates, normativas y políticas asociadas a la conservación de la diversidad biocultural.

PALABRAS CLAVE

Bromeliaceae, conservación, diversidad biocultural, etnobotánica, Iruya, memoria, prácticas locales, *Puya yakespala*.

Recibido: 29 Abril 2019
Aceptado: 26 Julio 2019
Publicado: 30 Septiembre 2019
Editora: Norma Hilgert 

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

INTRODUCCIÓN

‘Yaquispala’ es el nombre local que recibe en la zona del Municipio de Iruya (provincia de Salta, Argentina) la inflorescencia de *Puya yakespala* A. Cast. (Bromeliaceae), la especie de mayor tamaño del género encontrada en territorio argentino (Castellanos, 1945; Grau *et al.*, 2010). Se trata de una planta endémica del norte de la provincia de Salta, descrita generalmente para el Departamento de Santa Victoria (Castellanos, 1945; Gómez Romero & Grau, 2009), con escasas referencias para el Departamento de Iruya (Quiroga Mendiola, 2000; Califano, 2019), área de estudio de esta contribución, donde hemos observado su presencia y las formas en que la gente de la zona se vincula con ella –a través de prácticas, memorias y sentires. La literatura disponible sobre esta especie se aboca fundamentalmente a su descripción botánica, así como a aspectos ecológicos y de conservación (Castellanos, 1945; Gómez *et al.*, 2006; Gómez Romero & Grau, 2009; Grau *et al.*, 2010). En estos trabajos son prácticamente inexistentes las menciones de índole etnobotánica, referidas a sus usos y saberes asociados y se cita únicamente la descripción original de Castellanos (1945), quien señala una mención del uso de los raquis de la inflorescencia en la construcción de ranchos. Por otro lado, es referida brevemente en el marco de trabajos etnobotánicos más amplios. Zardini & Pochettino (1983) describen para Santa Victoria e Iruya el uso de sus pétalos en guisos, tartas, pasteles y bocadillos; así también, señalan la utilización del tronco y la base de las hojas de la ‘taraca’ para combustible y de las raíces para la elaboración de los peines denominados ‘sejranía’. Puntualmente para el Departamento de Iruya es mencionada por Quiroga Mendiola (2000) como forraje medianamente palatable para el ganado menor, y por Califano (2019) como muy palatable para bovinos, considerada excelente alimento y forrajera de emergencia; además, esta autora cita la preparación del ‘guiso de uto’, y la utilización de las rosetas basales secas como combustible y yesca para el fuego.

Es de destacar que al tratarse de una especie endémica ha sido declarada desde organismos del Estado como amenazada y a ser protegida. En ese contexto, desde el año 2010 se encuentra en la Lista Roja Preliminar de las Plantas Endémicas de

la Argentina –por medio de la Resolución 84 de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable del ámbito nacional–. Con dicha resolución se busca la conservación de plantas endémicas amenazadas en virtud de lo establecido en el artículo 7 del Convenio sobre la Diversidad Biológica, el cual plantea el objetivo de identificar los componentes de la diversidad biológica que sean importantes para su conservación y utilización sostenible. En dicha lista *P. yakespala* fue incorporada en la categoría 5, que incluye plantas de distribución restringida “con poblaciones escasas o sobre las que se presume que puedan actuar uno o más factores de amenaza (destrucción de hábitat, sobreexplotación, invasiones biológicas, etc.)” (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, 2010).

El concepto de conservación que se asocia a la elaboración de estas listas rojas –y a la implementación de políticas a partir de estas clasificaciones– suele implicar la idea de intangibilidad, considerando la actividad humana como antagónica al ambiente que debe ser preservado (Evans, 1993; Diegues, 2000). De acuerdo con Nazarea (1999), en cambio, la conservación no puede abstraerse de los usos locales y de los valores culturales que conforman las opciones seleccionadas por aquellos cuyas vidas y modos de vida están conectadas inextricablemente con ciertos recursos. Esta forma de entender la relación entre los usualmente llamados recursos naturales y las vidas humanas conectadas con ellos, que plantea tales dimensiones culturales y biológicas como inseparables, se condice con los enfoques centrados en la diversidad biocultural. A partir de este último concepto se entiende que la diversidad de la vida se compone no sólo de la diversidad de especies vegetales y animales, hábitats y ecosistemas que se encuentran en el planeta, sino también de la diversidad cultural y lingüística (Maffi, 2010a). Así, Maffi (2010a) señala que estas son diversidades que no existen en reinos separados y paralelos, sino que son manifestaciones diferentes de un todo único y complejo. Siguiendo los planteos de estas autoras al abordar el caso de la ‘yaquispala’ –como planta endémica sobre la que recae la categoría de “amenazada”–, resulta aún más notoria la ausencia de investigaciones sobre los usos, prácticas de manejo asociadas y valoración de esta planta en el ámbito local.

B. Bartl - 'La yaquispala': prácticas, memoria y conservación

La investigación de tesis doctoral en etnobotánica en la cual se enmarca este trabajo tiene como centrales las plantas alimenticias y medicinales, y sus usos con cambios y continuidades, que se procura vincular con procesos más amplios. Se entiende aquí la etnobotánica en los términos de Alcorn (1995) como “el estudio de las interrelaciones de plantas y seres humanos incluidas en ecosistemas dinámicos de componentes naturales y sociales” (nuestra traducción). Esta autora plantea que el uso de plantas y las interrelaciones planta-humano son moldeadas por la historia, por los contextos sociales y ambientales, y por las cualidades inherentes de las plantas mismas. De este modo, la etnobotánica no sería otra cosa que el estudio del uso de plantas contextualizado (Alcorn, 1995). Dado el énfasis que se procura dar aquí a las prácticas en su devenir, para abordar estos usos en su contexto se parte de lo planteado por De Munter (2016), quien retomando la propuesta de Michael Cole (1996), busca romper con las aproximaciones cognitivistas “dinamizando el conocido término de ‘contexto’ como una constante *práctica de contextualización*, en su plena dimensión ecológica y culturalmente relacionadora” (De Munter, 2016). En este sentido, aquí abordaremos algunas dimensiones a partir de las cuales el caso de la ‘yaquispala’ aporta a la discusión de cambios y continuidades, buscando una mejor comprensión de las vidas y la socialidad iruyananas; a su vez, consideramos que el lugar de esta planta en el tejido de relaciones se comprende mejor teniendo en cuenta esas dinámicas de cambio y continuidad.

Este trabajo, entonces, busca ser un primer acercamiento etnobotánico a la contextualización

de los usos dados a la ‘yaquispala’ en el Municipio de Iruya, así como a las prácticas de manejo asociadas a esta especie. Esto implica describir en los términos locales la planta misma y las prácticas vinculadas con esta especie en la zona. Por otra parte, a partir de este caso se pretende aportar en las discusiones referidas a la conservación de la diversidad biocultural, resaltando la relevancia de considerar las prácticas locales en estos debates y las políticas asociadas –prácticas que, para el caso de esta especie, se encuentran por lo pronto invisibilizadas tanto en la bibliografía académica como en las normativas para su conservación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El Departamento de Iruya, al norte de la provincia de Salta, ocupa un área de 3515 km² (el 2,5 % de la superficie total de la provincia), y sus límites geopolíticos son, al norte, el Departamento de Santa Victoria; al este y al sur, el Departamento de Orán (provincia de Salta), y al oeste, el Departamento de Humahuaca (provincia de Jujuy). El departamento comprende dos municipios: el de Iruya, al oeste (la localidad de Iruya es, a su vez, la cabecera del Departamento), e Isla de Cañas, al este. Este trabajo se llevó a cabo puntualmente en las localidades de Iruya y Rodeo Colorado (Fig. 1).

El límite interprovincial Salta-Jujuy está dado por la Sierra de Zenta, con una altura promedio de 4500 msnm, que constituye parte de la Cordillera Oriental. La misma se continúa hacia el norte con la Sierra de Santa Victoria de 4600 msnm de altitud

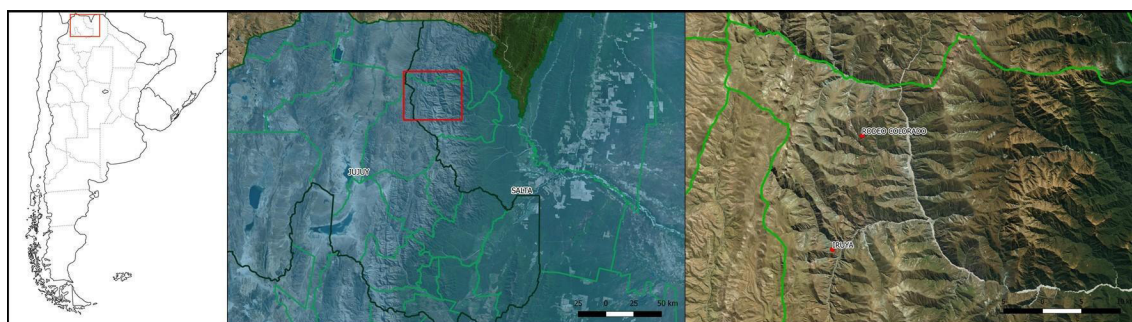


Fig. 1. Ubicación geográfica de las localidades de Iruya y Rodeo Colorado.

media, donde se encuentran los nacientes de los ríos Iruya y Santa Victoria, que fluyen hacia el este y desembocan en el río Bermejo. Esto implica un gran salto altitudinal entre ambos municipios del Departamento, ubicándose Isla de Cañas en tierras bajas. Los suelos son someros y rocosos, susceptibles al movimiento en masa (Matteucci, 2012). Desde el punto de vista fitogeográfico, la zona en la que se desarrolló este trabajo corresponde a los pastizales de altura de las Yungas, ubicados entre los 2500 y 4000 msnm (Hurrell, 1990, 1991, 1995; Hurrell & de la Sota, 1996).

Según las cifras oficiales del Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas de 2010, el Departamento de Iruya cuenta con una población de 5987 habitantes (INDEC, 2010) repartida en los pueblos cabecera de los respectivos municipios y veinte comunidades, cada una de las cuales se integra por parajes en los que viven familias dispersas (Califano, 2019). En cuanto al territorio, el departamento se encuentra dividido en diferentes ‘fincas’. En una primera instancia el origen de las ‘fincas’ actuales puede vincularse con las haciendas andinas propias del periodo colonial. Esta división territorial se conectaría luego –por lo general a través de subastas públicas– con el sistema de plantación/ingenio, asociando control territorial con sujeción de mano de obra, contexto en el que se insertan finalmente los procesos de lucha por la tenencia de la tierra de las distintas comunidades, los cuales comienzan a rendir sus frutos en 1994 con la sanción de la primera ley de expropiación, la correspondiente a Finca Santiago (Weinberg, 2005, 2019; Reboratti 2009; Hocsmán, 2011; Cladera, 2015; Califano, 2019). Es así que, actualmente, la organización comunitaria –y la propiedad comunal de la tierra– se establecen en torno a las ‘fincas’, que se corresponden en cierta medida con las divisiones socio-políticas previas a la devolución de las tierras a las comunidades (Califano, 2019).

Actualmente, la mayor concentración de población se encuentra en el pueblo de Iruya, cabecera del Departamento homónimo, con 1500 habitantes. Esto es resultado de un proceso que Milana (2013) califica como de urbanización, y se basa fundamentalmente en la migración proveniente de distintos parajes y comunidades del Departamento hacia el pueblo. La mayor parte de la población se reconoce a sí misma como kolla, si bien siempre está presente la

ambivalencia de su adscripción identitaria como criollos (Occipinti, 2002). En el decir local ‘ser de la cultura’ implica referirse a aquellas formas de ser y hacer reconocidas como propias de Iruya.

La economía local se caracteriza fundamentalmente por combinar una economía agropastoril –con una producción de ganado bovino de tipo trashumante relacionada con el uso y propiedad comunal de la tierra y el manejo vertical del ambiente– (Hocsmán & Quiroga Mendiola, 2003; Califano, 2019), con trabajos asalariados como los que implican una migración estacional (que comenzó con la inserción, en muchos casos forzada, al trabajo en los ingenios azucareros), empleos y pensiones estatales, así como ocupaciones vinculadas al turismo. Por otro lado, además de la migración hacia el pueblo u otros centros urbanos del país y la migración estacional, la movilidad territorial dentro del Departamento es importante a lo largo del ciclo anual, relacionándose con diferentes fenómenos como pueden ser la escolaridad o la trashumancia ganadera, que se articula a su vez con diversas formas de intercambio y circulación de bienes (Bugallo, 2008; Hocsmán, 2011; Milana, 2013; Cladera, 2015; Califano, 2019).

Aspectos metodológicos

El trabajo de campo etnobotánico se realizó a lo largo de 12 viajes periódicos al municipio de Iruya entre los años 2015 y 2018, con un enfoque basado en la etnografía como método. Se entiende la observación participante, crucial para este trabajo, en los términos de Ingold (2018), como una forma de vivir atentamente con aquellos entre los cuales trabajamos. Esa atencionalidad ha ido de la mano durante la investigación en la que se inserta este trabajo, de la búsqueda de llevar a la práctica metodologías horizontales y basadas en la reciprocidad (Corona Berkin & Kaltmeier, 2012; Pérez Daniel & Sartorello, 2012) e instancias de coautoría formal con los participantes de la investigación (por ejemplo: Bartl & Califano, 2018).

Para la redacción de los resultados aquí se remite fundamentalmente a lo conversado en entrevistas abiertas y semiestructuradas con 25 personas acerca de la ‘yaquispala’, usos conocidos, recuerdos y prácticas vinculadas. Cuatro de los participantes viven actualmente en Rodeo Colorado, donde se realizaron las entrevistas, y el resto de los mismos en

B. Bartl - 'La yaquispala': prácticas, memoria y conservación

el pueblo de Iruya, si bien en todos los casos se trata de personas que nacieron y se criaron en diferentes parajes y comunidades del Departamento. Los participantes con quienes se dialogó sobre este tema, de diferentes edades –entre 25 y 90 años–, fueron en su mayoría mujeres (19), y se realizaron entrevistas con 6 varones. Esta participación diferencial por género puede relacionarse con cuestiones variadas. Si bien no puede desestimarse el propio género de la investigadora con el hecho de que el contacto inicial haya sido muchas veces con las mujeres de una familia, se considera que probablemente ha tenido mayor peso la percepción local del tema que orienta la investigación, donde los conocimientos de las plantas medicinales y alimenticias suele ser considerado, en líneas generales, como parte del ámbito femenino.

Los distintos tipos de entrevistas fueron por lo general en el contexto doméstico, muchas veces acompañadas por tareas cotidianas compartidas, como cocinar o regar la huerta. Diferentes viajes en camioneta hacia y desde Rodeo Colorado permitieron observar ejemplares de *P. yakespala* a lo largo del camino en diferentes momentos del año. Durante uno de esos viajes fue posible realizar una de las entrevistas, lo que permitió compartir la observación conjunta de las 'yaquispala' *in situ* y la conversación sobre el tema con una dinámica particular –dada por el camino y las 'yaquispala'–, así como la toma de fotografías de lo señalado durante la conversación y la recolección de material vegetal (roseta foliar). Se participó, asimismo, de actividades y acontecimientos de diferente índole, ya sea referidos a labores cotidianas –agrícolas y artesanales–, como festivos, rituales e instancias de intercambio. La experiencia en el campo llevó a considerar como cruciales gestos, relatos y actitudes que muchas veces se desestiman en los trabajos académicos, por diminutos o anecdóticos; son esos pequeños relatos, gestos y situaciones cotidianas, sin perder de vista su contextualización, los que permiten aportar a una discusión más amplia acerca de las nociones de conservación. Si bien se remitirá principalmente a las entrevistas realizadas, las observaciones, conversaciones informales y fundamentalmente la participación de diferentes circunstancias en las que se mencionó o se compartió la 'yaquispala', resultan fundamentales para esta práctica de contextualización y la realización de un análisis en progreso (Taylor & Bogdan, 1987). Vale la pena subrayar que dada la recursividad del trabajo etnográfico esta progresión del análisis,

que comienza en el campo, no es lineal sino en espiral (LeCompte & Schensul, 2013). Se registró en notas de campo lo percibido en estos momentos, y las entrevistas a su vez mediante grabaciones (acompañadas de fotografías y filmación en algunos casos).

Es de destacar que la primera instancia insoslayable ha sido la obtención del consentimiento previamente informado por parte de los iruyanos para su participación en la investigación y difusión de los resultados. Emplearemos en este trabajo comillas simples para enunciar términos y expresiones locales, y comillas dobles para citas textuales de nuestros interlocutores.

Material estudiado. ARGENTINA. Prov. Salta: Dpto. Iruya, Camino a Rodeo Colorado, división del camino a Vizcarra, 22/09/2016, Califano & Bartl, 269 (MCNS).

RESULTADOS

Durante el trabajo de campo en la zona del Municipio de Iruya, la 'yaquispala' resultó ser una planta conspicua dentro de aquellas comestibles silvestres. Suele ser mencionada frecuentemente durante las entrevistas –muchas veces en primer lugar al enumerar las plantas silvestres comestibles– y, en general, es considerada valiosa incluso por quienes la consumieron siquiera una vez. La recurrencia y la forma en que es evocada llevaron a darle una relevancia particular a lo largo de la investigación. Ello permitió que con el tiempo fueran surgiendo en los relatos usos variados dados a esta especie –algunos de los cuales no se hallaban registrados en la bibliografía académica–, y que su recuerdo permitiera abordar diferentes dimensiones de la vida. Se trata de saberes y usos prominentemente locales vinculados a prácticas de manejo y estrategias de conservación ignoradas fuera del ámbito local.

'La yaquispala'

Se enumeran a continuación, en los términos locales, las características principales empleadas para la descripción de esta planta. Se denomina 'taraca' a la roseta foliar de *Puya yakespala*. Esta denominación es dada a su vez a diferentes especies de bromeliáceas –a pesar de ser distinguidas entre sí como diferentes 'tipos de taraca'. 'Yaquispala' es el

término que refiere específicamente a la inflorescencia (de tipo racimo) y resulta ser entonces el término que identifica a esta especie entre las 'taracas'. Por ello, hay quienes nombran a la planta indistintamente como 'taraca', 'yaquispala' o 'taraca yaquispala'. Sin embargo, para algunas personas 'taraca' y 'yaquispala' son términos que refieren a plantas diferentes, en cuyo caso se usa únicamente 'yaquispala' para denominar a la planta completa.

Los diferentes 'tipos de taraca' crecen en general en las mismas zonas, y suelen encontrarse muchas plantas del mismo tipo juntas. La 'taraca yaquispala' crece en los cerros de 'la parte del alto' de Iruya, en filos y quebradas, por lo cual se la encuentra sólo en ciertas comunidades; es descripta como una 'taraca muy grande', una planta 'espinuda', 'con espinas fieras', y por su tipo de crecimiento va formando un 'tronco'.

De la especie que nos ocupa, la 'taraca' propiamente dicha, es decir 'la parte verde de la planta' (roseta foliar), sale un 'palo' (raquis de la inflorescencia) que termina en la 'cabeza de yaquispala' (inflorescencia). El 'palo' en su interior es blando, a lo que se denomina 'corazón' (médula). En la 'cabeza de yaquispala' se encuentra el 'madurativo': cada uno de los 'utos' (primordio floral) dispuestos en 'racimos'. El 'uto' o 'pimpollo' de la 'flor' se encuentra en invierno, generalmente de mayo a septiembre. Cuando la planta 'enflora' la 'cabeza de yaquispala' se cubre con 'lana' y sus 'flores' son amarillas (Fig. 2; 3A, B).

La descripción original de esta especie, realizada por Castellanos (1945), refleja en ciertos aspectos cómo es vista y el tono con que es descripta esta especie en la zona, principalmente cuando el autor dice que se trata de "plantas gigantes" con "flores lanosas". Estos son dos caracteres conspicuos que la gente de Iruya de modo similar suele resaltar cuando describe esta planta a quien no la conoce: se trata de 'una taraca muy grande, de flores lanudas'.



Fig. 2. 'Yaquispalas' (*P. yakespala*). Puede observarse la 'yaquispala' propiamente dicha (inflorescencia) con la 'lana' característica de sus flores, y la 'taraca' (roseta foliar) de diferentes ejemplares.



Fig. 3. A: 'Cabeza de yaquispala' con 'utos' y 'flores'. **B:** 'Flor' con 'miel de yaquispala'.

B. Bartl - 'La yaquispala': prácticas, memoria y conservación

Usos, contextos, momentos y memorias

En esta sección se pretende realizar una descripción de los usos que se da en Iruya a esta especie, enfocando no sólo en una dimensión utilitaria, sino buscando retomar las formas en que se hace presente, dinámicamente, en relación con prácticas y recuerdos de ciertas personas. Así, se busca dar cuenta de momentos, contextos y memorias que vinculan a iruyanos y 'yaquispala'. Se realiza una breve caracterización de cada uno de estos usos, que se organizará de acuerdo con las prácticas que se van entrelazando con cada una de las partes de la 'yaquispala' a lo largo de los diferentes momentos de su ciclo de floración y fructificación. Finalmente, se describen los usos dados a la 'taraca'.

'LOS UTOS': De mayo a septiembre aproximadamente se encuentran los 'utos' o 'pimpollos' con los que se prepara el 'guiso de yaquispala'. Sobre el guiso se conversó con las 25 personas entrevistadas, siendo el uso más ampliamente conocido de los dados a esta planta. Sólo 7 de los participantes nunca han probado este guiso, pero lo conocen y tienen presente. Afirman por ejemplo, que es rico o que alguien de su familia antes lo preparaba y les ha hablado sobre ello. Entre las 18 personas restantes hay quienes hacen referencia a haberlo comido alguna vez, en general de niños, cuando vivían 'en el campo'; en otros casos, era y es consumido como algo estacional, vigente como receta familiar y se prepara –de ser posible– todos los años. Hombres y mujeres suelen hacer referencia a alguna mujer mayor de la familia, la 'mamita' o 'abuelita', como las conocedoras, las que preparaban el guiso, las que juntaban los 'utos' e indicaban a los niños cómo pelarlos. De las mujeres entrevistadas cinco de ellas relatan cómo es la preparación del guiso, también como algo aprendido de mujeres mayores de su familia, ya sea su madre o abuela. Una de ellas es Ilda y su relato comienza por el concurso de comidas regionales del pueblo de Iruya. Varias mujeres en entrevistas realizadas con anterioridad habían hecho referencia a Ilda y su participación en el concurso con el 'guiso de yaquispala', razón por la que se decidió entrevistarla. Es usual escuchar en Iruya, tanto en entrevistas como en conversaciones circunstanciales, que se defina al 'guiso de yaquispala' como 'una comida de aquí',

'una comida típica' o 'regional', fundamentalmente 'de la parte del alto' de Iruya, donde se encuentra la 'yaquispala'. Ilda cuenta que una de las gestiones municipales hace varios años impulsó ese concurso y desde entonces se realiza para el 9 de julio, asociando las comidas regionales con la patria; comidas regionales, propias de la zona, que "no vas a conseguir si vas a la ciudad". Ella participó en varias oportunidades, y una de las veces en que ganó el concurso fue precisamente con el 'guiso de yaquispala'. Su marido le trajo los 'utos', y preparó el guiso sabiendo que "nadie más iba a hacer"; era muy probable, por lo tanto, que ganara el premio. Y como dice Ilda, nunca viene mal una jarra, unos vasos, o una plancha como ganó en esa oportunidad. Preparó el guiso para el concurso y nunca lo había hecho antes, sería recién luego del mismo que irían con su prima a buscar los 'utos' y lo prepararían por su propio gusto. La receta provenía de lo relatado por su madre –que nunca lo había preparado–, a partir del hacer, a su vez, de la abuela de Ilda. Sin embargo, ella aclara que ya no hizo como le decía su mamá, sino que decidió agregar otros ingredientes, de acuerdo a cómo suele preparar ella misma otros guisos: sus abuelitos no le echaban cebolla, morrón, pimentón o comino. También le agregó arroz "para que no sea sólo el uto que esté ahí". El guiso del que le hablaba su madre "se hacía sólo con los utos, el agua, charqui y la sal (...) le ponían el verdeo del cebollín y nada más" (el 'charqui' es carne disecada, aun más valorada que la carne fresca tanto por su sabor como por su facilidad de conservación, transporte y cocción). El relato de Ilda se entrelaza con recuerdos y reflexiones sobre la vida de otro tiempo en el campo en Casagrande, sobre la forma de obtener productos o las decisiones acerca de qué sembrar.

Por otra parte, hablando con Ofelia puede entenderse que para ella la preparación del 'guiso de yaquispala' es algo estacional –dada la disponibilidad de los 'utos'– pero que no sale de lo vivido como cotidiano. Su madre, en su pago, lo preparaba muy seguido y para ella esto no es posible, pero tiene conocidos que todos los años le traen los 'utos' –por ejemplo, "cuando van a echar o a ver las vacas al cerro"–. Según cuenta, es un guiso con charqui; se saltean con sal y aceite la cebolla, zanahoria, morrón, aunque puede ser frito o hervido; y al final se agrega la papa –puede ser la 'criolla' o la 'abajaña'–, y los 'utos'. Aquí vemos el

término ‘criollo’ para referirse a lo propio, lo local, mientras que ‘abajero’ nombra a aquello venido ‘de abajo’, ‘de afuera’. Sobre la preparación de los ‘utos’ dice que cada uno se pela sacándole tres hojitas, y agrega que “en la colita tiene lana, eso lo tenés que raspar y dejar limpito”. Luego, y una vez hervidos aparte, se pueden triturar con cuchillo o machacar, y se agregan a la salsa.

Esta comida también es parte de lo cotidiano para María, quien a principios de octubre de 2017 preparó el ‘guiso de yaquispala’ y pudimos compartirlo. En su casa, en el pueblo de Iruya, tenía además la ‘cabeza de yaquispala’ que había recolectado una semana atrás, con ‘utos’ aún para preparar y algunas ‘flores’. Ya habíamos hablado otras veces sobre el tema, pero conversar compartiendo el guiso y luego examinando juntas la ‘cabeza de yaquispala’ habilitó otras preguntas y otros recuerdos de otros usos (Fig. 3A).

Antonia, quien viviendo en el pueblo ya no prepara este guiso, cuenta cómo había aprendido a prepararlo cuando vivía en su pago, Abra de Araguayoc: “lo preparaba con charqui, majaba el charqui y lo picaba blandito, menudito, y lo hacíamos con tomate, con cebolla, con zanahoria, todo picado; (...) fritaba la verdura con el charqui, le hacía cocer un poco, después le echaba la papa y hacía con un poquito de arroz, si no fideos, así lo hacíamos”. Los ‘utos’ se cocían por separado y se agregaban al final, tal como indican otras mujeres.

Es común durante las entrevistas la referencia a que ‘hay que saber cuándo sacar la flor’. En general, la explicación es que el ‘uto’ fuera de su tiempo es amargo. Matilda explicaba, además, que ‘si ya estaba por largar la flor no cocía, quedaba duro, y para poder hacer el guiso tenía que estar tiernito’. Para la recolección de los ‘utos’, cuando es posible se suele cortar la ‘cabeza de yaquispala’ –con parte del palo en su base. Esto no sólo hace más práctica la colecta, sino que además garantiza su mejor aprovechamiento, ya que manteniendo los ‘utos’ en la ‘cabeza’ se conservan más tiempo en buen estado, y por lo tanto se van retirando a medida que van a ser utilizados. Una vez retirados de la cabeza –o, más aun, una vez pelados–, los ‘utos’ deben ‘ocuparse’ inmediatamente; por ejemplo, haciéndolos hervir para guiso o escabeche. Si no es posible trasladar la ‘cabeza’ completa, ya sea por la dificultad de cortarla y/o de transportarla, se colecta por ‘racimos’ manteniendo la ‘lana’.

Otro saber-hacer que es considerado fundamental, es la forma de pelar los ‘utos’: en general se considera que si no se pelan correctamente el guiso queda amargo. De hecho, darles un hervor previo antes de agregar a la preparación, también sería para que ‘se le vaya lo amargo’. Por otro lado, hay quienes explican que de no pelar bien los ‘utos’ al comer “se pega en la garganta la lanita” (MV).

Varias son las entrevistas en que se rememora como una comida de la infancia, ‘del campo’, que no se comía muy seguido y era muy rico; con respecto a los ‘utos’ suele resaltarse su sabor y consistencia particulares. En algunos casos cuentan que la tarea de pelar los ‘utos’ era asignada y explicada a los niños por las madres o abuelas. Ese saber-hacer de madres y abuelas –cuándo juntar, cómo pelar los ‘utos’, preparar el guiso– es rememorado y relatado con orgullo, con afecto, con añoranza. Matilda así recordaba que cuando eran chicos su mamá juntaba antes de que saliera la flor y decía “vayan a deslorarlo”, que es sacar el ‘utito’, pelarlo, y después de sacar todo “queda como un fideo, como una muela de ajo”. Ella lo recordaba como un guiso riquísimo, mejor que el de fideos.

Según los Agentes Sanitarios del Hospital Ramón Carrillo de Iruya “antes los viejitos de aquí encargaban, pero ya no se come mucho”. Señalan además que muchos ya no saben que se come, y que sería bueno hacer un análisis de las propiedades alimenticias de esta planta para poder promocionarla. Ofelia, por su parte, dice ver las hojitas de los ‘utos’ descartadas cuando es la época, por ello su impresión es que muchos usan.

Los ‘utos’ también se emplean, aunque con menor frecuencia, para la elaboración de sopas, escabeches y ensaladas. En uno de los locales de venta de artesanías y productos de la zona, en el pueblo de Iruya, encontramos frascos de ‘utos’ en escabeche para la venta. Esta fue la única oportunidad en que pudimos observar un elemento de la ‘yaquispala’ que, trascendiendo los contextos domésticos, se enfocara fundamentalmente al turismo para salir del ámbito local.

‘LA FLOR’: A medida que avanza la época fría la inflorescencia se cubre de ‘flores amarillas’, lo que ocurre gradualmente y podemos encontrar en una misma ‘cabeza’ tanto ‘utos’ como ‘flores’. Estas ‘flores’ son evocadas hoy por los adultos como parte de las prácticas de sus infancias transcurridas en los

B. Bartl - 'La yaquispala': prácticas, memoria y conservación

cerros, fundamentalmente referidas a la 'miel de yaquispala'. Mirar juntas la 'cabeza de yaquispala', que María trajo de una visita a su pago, trajo también estos recuerdos que comienza a rememorar y señalando la 'flor', comenta: "esto tiene la miel, es de lo que come el picaflor", y cuenta porqué de niños la buscaban: "es bien dulce, cuando éramos chicos nos poníamos a comer". "En el campo no hay golosinas, sabíamos comer igual que el picaflor" nos cuenta, se ríe, y nos enseña a sacar la miel con los dedos. Las 'flores' están bien amarillas, rodeadas de la 'lana' característica. "Cuando está bien florecido se prenden los picaflores" sigue diciendo María, mientras señala la 'miel', amarronada, que sale de las 'flores' (Fig. 3B).

Cuando la 'flor' ya se dejó pasar en la planta, la práctica con la que se asocia suele ir de la mano de recordar a los abuelitos, que coqueaban con 'yista de yaquispala'. "Ya de ahí pasao está seco, le vas sacar y hacés yista" cuenta Estefanía. La 'yista' es un material alcalino que se elabora a partir de cenizas de diferentes plantas –en este caso 'yaquispala'– para acompañar la 'coca' (*Erythroxylum coca* Lam.). Estefanía coquea con 'yista' porque de ese modo "la coca no es amargo". La prepara ella misma de diferentes plantas: cuando va para el 'monte' de 'sacha' (*Chamissoa altissima* (Jacq.) Kunth), cuando va para Sala Esculla de 'yaquispala'. Para preparar la 'yista de yaquispala' quema la 'cabeza' completa en una olla vieja. Finalmente, la ceniza se muele con naranja, manzana o yacón (*Smalanthus sonchifolius* (Poepp.) H. Rob.). María también cuenta sobre la preparación de 'yista', que aprendió de su abuelito. "Se usa para yista pero cuando se seca (...) Se florece todo esto –dice señalando la 'cabeza'– bien florecido y se hace una flor más dura, estas hojas se abren y son bien duras, se ponen bien marrón (...) eso se hace yista para coqueen los abuelos". Por lo que nos dice María "no es tan fuerte como la comprada" –que generalmente proviene de Bolivia y a la que se accede en distintas ferias de la zona– "es más simplecita y más dulce".

'EL PALO DE YAQUISPALA': El primer domingo de octubre, en la feria que se realiza en el marco de la fiesta patronal del Departamento de Iruya, hemos podido observar 'aros de caja' a la venta, hechos con madera de 'yaquispala' (Fig. 4). Se trata de los aros con los que se confeccionan las cajas, instrumentos de percusión que se usan

para coplear, por ejemplo, durante el carnaval o las fiestas patronales. Tal como cuenta Estefanía, si bien los aros se fabrican con diferentes maderas, los de 'yaquispala' son muy valorados: "con el palo hacen los aros pa` caja, son de lo mejor". La mejor época para hacer los aros, según Estefanía, es el verano. María relata la fabricación del aro y nos dice que "se parte el palo, se lo saca el corazón, se forma el redondo y se lo deja que seque". Refiriéndose al momento en que es oportuno realizar esa tarea, explica que "cuando está más secando el palo –como se dice, cacho–, se abre". 'Cacho' quiere decir "cuando están ya secándose las plantas". Es entonces cuando se parte el palo, se limpia sacando el corazón blando y ya queda como una cáscara. Luego se unen ambos extremos, se moldea y se deja atado con un hilo o con 'chilca' (*Baccharis sculpta* Griseb.) para que seque a la sombra, donde no le dé el viento. "Mi abuelito sabía hacer así y hacían cajas para carnaval (...) son re sonadoras. No estar comprando el aro, que sale carísimo" dice María. En el caso de su abuelo, cosía el aro con alambre "como coser la ropa", otros lo cosen con tiento. Finalmente, lo que resta para terminar la caja es poner panza y cuero a cada lado, o nylon gruesito de un lado y más fino del otro.

Por otro lado, cuando el palo se seca se usa como poste o como tirante para techar puestos y pequeñas construcciones, principalmente, pero también las casas –al menos las de barro– como parte de los palos menores que conforman las aguas del techo. Para esta finalidad, como explica María, "lo moldean cuando está verde": "le tratan de emparejar, le atan todos juntos", y a diferencia de los aros de caja se dejan secar al sol "así seca más duro".

Una vez seco –generalmente cuando ya se ha secado en la planta– el palo puede emplearse también como leña. Al ser más duro es leña propiamente dicha, no combustible como puede ser empleada la 'taraca' tal como describiremos a continuación.

'LA TARACA': Si bien la hacienda en ciertas épocas puede consumirla como forraje, son otros 'tipos de taraca' los que consumen más comúnmente. De todos modos, "las vacas la comen cuando está verde y es más tierna" (JV).

Por otro lado, diferentes personas relacionan la forma de crecimiento de la 'taraca' con su aprovechamiento como leña (Fig. 5A). Por ejemplo,



Fig. 4. Venta de ‘aros de caja’ de madera de ‘yaquispala’ en la feria realizada durante la fiesta patronal del Departamento de Iruya.

que la ‘taraca’ se va cerrando y se seca, dejando un ‘tronco’ que es de las hojas. Según otras descripciones, cuando van cayendo las hojas año a año va quedando el corazón. Otra explicación de esto refiere a que “hay un tiempo en que partes de la misma planta la rechazan” –lo que remite a la conformación de una roseta foliar gruesa, que conserva las hojas visiblemente muertas— “y esas partes que se van secando se amontonan, como si fueran troncos de leña bien gruesos” (MV). Eso es lo que se hacha, se corta para leña. Antes de llevarlo se golpea (por si tiene ‘bichos’ adentro, como lagartijas) y se suele cargar a lomo de burros. La ‘taraca’, entonces, se emplea para iniciar el fuego, como ‘combustible’ y luego se agrega ‘leña’. Por otro lado, como son troncos muy ‘caldosos’ –que dan mucho calor–, también se usan para cocinar o para hacer chicha. Sin embargo, no necesariamente se trata de la especie que aquí nos ocupa. De hecho, generalmente las menciones sobre el uso de la ‘taraca’ como leña conllevan la aclaración de que otros ‘tipos de taraca’ son usados más habitualmente para tal fin. Cabe la posibilidad de que esto se relacione con la disponibilidad, de acuerdo a la zona del Departamento a la que se remita nuestro interlocutor. En Rodeo Colorado es común ver en los patios de las casas ‘taracas de yaquispala para leña’.

Cosechar y soltar fuego en el cerro

‘COSECHANDO’: Cuando hablamos acerca de esta planta en Iruya suelen describirla como ‘una planta silvestre’; nos dicen “eso madura en el campo, no se planta” (PC). Sin embargo, si bien su forma y lugar de crecimiento se distingue de las plantas ‘de huerta’, no se considera distintiva la recolección ni las consecuencias de dicha práctica. De hecho, se refieren a esta práctica como ‘cosecha’ y asimilan los efectos de la misma con lo que le ocurre a cualquier planta, ya sea ‘silvestre’ o ‘de huerta’. En Iruya, se considera que la recolección que se produce para su aprovechamiento (fundamentalmente de las partes secas, ya sea para leña, como postes o tirantes, para ‘yista’, etc.), tiene como contrapartida la estimulación del crecimiento de la planta.

En las zonas del Municipio donde crece esta especie, algunas comunidades presentan una población que ha mermado notoriamente por las migraciones hacia el pueblo de Iruya como a diversas ciudades de la provincia o el país. Para nuestros interlocutores resulta notorio que en esas zonas las ‘yaquispala’ son mucho menos cosechadas que en el pasado. Por ejemplo, mientras miramos con María una foto que tomaron con amigas al recolectar la ‘yaquispala’, señala las cabezas negras, secas, que se pueden ver y explica

B. Bartl - 'La yaquispala': prácticas, memoria y conservación

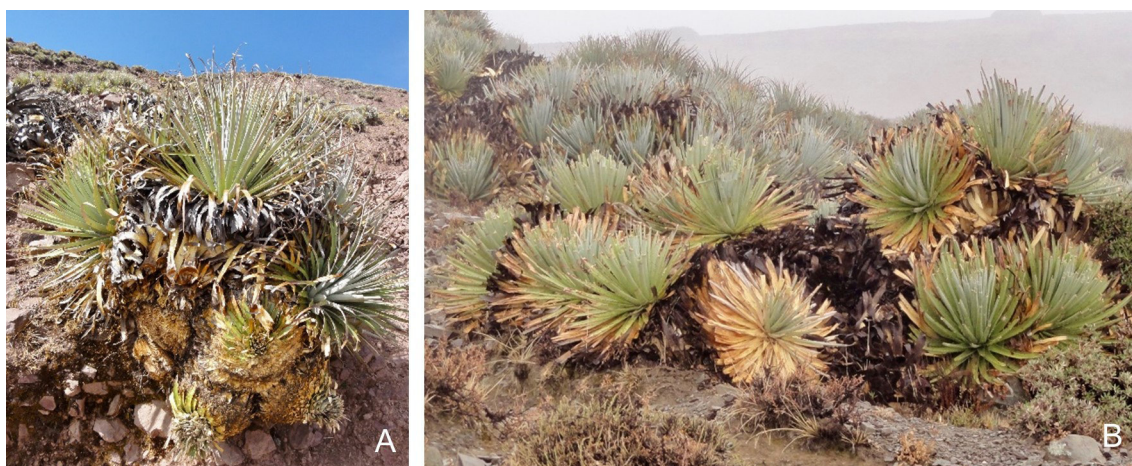


Fig. 5. A: 'Taraca'. Se observa la formación del 'tronco'. **B:** 'Taracas' luego de las quemas.

que “esos están para cortarle; como ahora no hay mucha gente le dejan, antes no quedaba seco, entonces salían rápido los otros verdes. Ahora no porque no hay muchas familias”.

Algunas de las comunidades y parajes del Municipio de Iruya, donde o desde las cuales se recolecta comúnmente –según lo mencionado y lo que hemos podido observar–, son: San Isidro, San Juan, Rodeo Colorado, Abra del Sauce, Rodio y Matancillas de Valle Delgado, Las Capillas, Abra de Araguayoc –donde “tienen las taracas al lado de las casas” (OD)– y Sala Esculla. Quienes recolectan tienen en cuenta que cuando las plantas se encuentran en territorio que corresponde a comunidades de las que no forman parte, hace falta pedir permiso al coordinador o presidente de la finca, que “es el encargado de la finca, porque dueños son todos los que habitan” (IT).

Para la preparación del guiso y otras comidas en el pueblo de Iruya, los ‘utos’ se consiguen en general encargándolos a quienes salen al cerro, por ejemplo cuando van a ver las vacas, quienes “andan pastoreando la hacienda traen” (SMH) –de hecho, es común la referencia a la presencia de ‘yaquispala’ donde ‘se tienen las vacas’ en los cerros–; en algunos casos pueden programarse salidas específicamente para la recolección, pero lo más usual es que se aprovechan otros viajes: a una fiesta patronal o cuando se va de visita al pago. Con respecto a la época de recolección de los ‘utos’, se presta atención en el cerro a la floración

de la ‘maicha’ (*Senecio rudbeckiifolius* Meyen & Walp.): si ésta florece antes “la yaquispala no da o da más tarde” (MV), y se esperan los ‘utos’ a partir de agosto, a diferencia de los años en que están disponibles desde mayo o junio –este fue el caso del año 2017, en que para junio la ‘yaquispala’ no había ‘dado’ y a principios de octubre se encontraban los ‘utos’ para consumir.

‘SOLTANDO FUEGO’: En el Municipio de Iruya encontramos que se producen incendios controlados de las ‘taracas’ con el fin de acelerar su secado. Esto se realiza con el objetivo de obtener leña, así como para promover su crecimiento posterior. Javier lo describe diciendo que “la taraca se hace como unas pelotas, es cuando está bien hojuda; se prende fuego y queda el corazón”. María nos explica que cuando no se sabe si la planta se “va a reproducir o si va a secar, entonces van, le sueltan fuego y se seca, (...) pero la raíz no se quema”. De este modo, se considera que gracias al fuego las plantas aceleran su proceso de secado para luego regenerarse más rápido, pero además se trata de una práctica que por esa misma razón forma parte de la recolección de leña. Con tal fin, se realizan quemas para que luego quien necesite y encuentre oportuno recolecte la leña. Para septiembre pudimos observar ‘taracas’ quemadas en el cerro en el camino hacia Rodeo Colorado (Fig. 5B). Lo que Javier explica durante ese trayecto, es que las que veíamos quemadas eran las que quemó la gente, “dejan

quemando y ya cualquiera lo lleva”. Es decir, la recolección de ‘taracas’ para leña implica muchas veces hacer posible el acceso a la ‘taraca’ como leña mediante el fuego.

Siempre se remarca que nunca se cosecha todo ni se prende fuego en zonas donde no pueda ser controlado, como puede ser el caso de lugares donde las ‘taracas’ se encuentran muy próximas entre sí. Dentro del manejo que la gente de la zona de Rodeo Colorado hace de las comunidades vegetales del cerro, es importante tener en cuenta que nunca se queman los pastos, y únicamente se queman las ‘yaquispala’ que están solas. Esto se relaciona con la especial atención que se presta a que no pueda extenderse el fuego por el cerro, y con la prohibición de la quema de pastos por las normas comunitarias. Si alguien busca que crezca más rápido el pasto puede quemar dentro de su propiedad; pero esos cerros, nos dice Javier, “son todos pastóreos, de toda la gente, no se pueden quemar” y continúa explicando que la prohibición de las quemadas se recuerda en todas las asambleas del Consejo Indígena que se realiza cada dos meses.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Usar recordando, recordar usando

Realizar esta breve caracterización de los usos dados a esta planta, teniendo en cuenta no sólo los fines con los que se utiliza, sino también cómo y cuándo se la obtiene y transforma, así como los recuerdos que evoca en relación con la vida en el campo y la infancia, es crucial para comprender el tejido donde se inserta la ‘yaquispala’. Por otro lado, permite abordar las formas en que esta planta se vincula con los cambios y continuidades en Iruya, que se observan en el devenir de las prácticas y en relación con procesos más amplios –dando lugar a las diversas maneras en que se constituyen y reconstituyen las tradiciones y modernidades iruyananas.

En concordancia con Milana (2013) consideramos que la movilidad espacial de sus pobladores caracteriza a Iruya. Respecto a la ‘yaquispala’, tanto las migraciones como las movilidades territoriales periódicas están estrechamente vinculadas con los saberes sobre esta planta, al igual que la posibilidad de continuar su consumo a través del mantenimiento de un tejido de relaciones con

quienes salen al cerro o se trasladan entre las comunidades y el pueblo. Nos referimos, por un lado, a las diversas movilidades del presente, y puntualizando en aquellas que se desenvuelven al interior del Departamento podemos señalar la movilidad propia de la ganadería trashumante, un elemento clave de la economía local; la vinculada con la escolaridad –muchas familias viven en el pueblo durante el año escolar y en su pago en el verano–; el movimiento mensual de familias que se acercan al pueblo desde las comunidades para la fecha del cobro de pensiones y jubilaciones, que conlleva la realización de una feria; así como otras ferias y otros encuentros que se producen en distintas fechas, como las fiestas patronales de las comunidades y del Departamento (en el pueblo de Iruya) (Bugallo, 2008; Reboratti, 2009; Hocsman 2011; Milana, 2013; Cladera, 2015; Califano, 2019). Por otro lado, la movilidad espacial en diferentes momentos o etapas de la vida puede implicar, en los relatos, que nuestros interlocutores hayan vivido en su comunidad de origen parte de su infancia y un periodo con sus abuelos en otra comunidad, como el haberse mudado al pueblo hace muchos años o recientemente, y mantener lazos afectivos y muchas veces vacas o terrenos productivos en su comunidad de origen (Califano, 2019). Esto lleva a que, por ejemplo, la ‘yaquispala’ pudiera ser parte de lo cotidiano en su comunidad hasta tiempos más o menos recientes, que haberla conocido y consumido sea un recuerdo lejano de momentos compartidos con sus abuelos, o que sólo la conozcan por relatos de sus mayores. En general, la precisión en las descripciones de esta especie y la cantidad de usos conocidos es mayor cuando nuestros interlocutores son oriundos de las comunidades donde ‘se cría’ la ‘yaquispala’, cuando la planta es de su ‘pago’. Resultan palpables a través de relatos y prácticas esas movilidades espaciales iruyananas, del pasado y del presente, y podrían reconstruirse siguiendo cómo sus trayectorias se entrelazan con las ‘yaquispala’: dónde, con quién, en qué comunidad o paraje, las diferentes personas han conocido, probado, hablado, recordado y recreado el ‘guiso de yaquispala’. Esto permite reflexionar con claridad sobre el carácter situado de los conocimientos, que no por ello son menos dinámicos y fluidos (Nazarea, 1999, 2006; Follér, 2002). Las mujeres que actualmente preparan el guiso en el pueblo de

B. Bartl - 'La yaquispala': prácticas, memoria y conservación

Iruya también han migrado desde comunidades donde la 'yaquispala' es cercana, presente en lo cotidiano, y son quienes sostienen el tejido que permite 'hacer traer los utos del cerro'. Esas salidas al cerro, si bien suelen tener otra finalidad principal o expresa, ponen en relación a la gente y las 'yaquispala' fundamentalmente por medio de la atención. Por empezar, esa atención al transitar por el cerro permite saber y comunicar a otros si las 'yaquispala' enflorarán esa temporada', cuándo brindarán sus 'utos', si será temprano o floreció antes la 'maicha'.

Resulta recurrente, cuando se recuerda la preparación del 'guiso de yaquispala', la relevancia dada al saber-hacer, fundamentalmente en relación con las formas de tratamiento y transformación de los 'utos'. Por lo demás, se trata de un guiso como cualquier otro, pero en este caso 'hay que saber' cuándo recolectar y cómo pelar los 'utos'. Ese saber-hacer refiere a su vez a la pertenencia, a la experiencia, al lugar, a lo propio, a la transmisión –o a la falta de ella–. Tal como plantean Lema & Pochettino (2012) la diversidad biocultural es parte de modos de hacer situados localmente, fundados en el conocimiento ambiental tradicional; este último, de construcción comunitaria basada en la oralidad y manifiesto en prácticas y tecnologías, da lugar a capacidades técnicas que se gestionarán comunitaria o individualmente.

Si repasamos las distintas formas en que las memorias nos traen al presente el 'guiso de yaquispala', incluso haciendo posible su preparación saltando una generación (como es el caso de Ilda), evocando recuerdos gratos de madres, abuelas y lugares de la infancia, o como algo que se hace presente año a año recordando a las mujeres que lo transmitieron, podemos remitirnos a Nazarea (2006), quien nos dice que la memoria cultural se materializa en "plantas antiguas" que persisten, en semillas e historias que viajan, en recetas que recuerdan intimidades y comodidades del pasado y que revitalizan el presente. Parece posible, según esta autora, que la comida reconfortante y los lugares familiares envuelvan a las personas con calidez, sabores y aromas que hacen que el ambiente mismo sea trascendente y tangible. Este guiso es rememorado como placentero y valioso, no sólo porque se vincula con mujeres apreciadas que sabían y enseñaban a hacer mediante la atención, con los

cerros de la infancia, con lo propio del lugar que reivindica una identidad compartida, sino que además se trata de un guiso valorado en sí mismo por su sabor, todos estos elementos fundamentales a la hora de referirnos a las memorias sensoriales (Stoller, 1989; Sutton, 2001; Nazarea, 2006).

La experiencia de Ilda, con su participación en el concurso de comidas regionales, remite a las formas en que lo considerado tradicional es recreado, reinterpretado, resignificado en un nuevo contexto, y cómo a la vez nuevos contextos pueden incentivar, por ejemplo, la reaparición de esta receta en las prácticas de una familia que la había abandonado. Este tipo de concursos implica procesos de patrimonialización en los que intervienen objetivos e intereses diversos, muchas veces contradictorios (Álvarez & Sammartino, 2009). Si bien las lógicas que se ponen en juego resultan ajenas en gran medida a los modos de hacer tradicionales de Iruya, este evento es vivido desde la importancia dada localmente al compartir, con el gusto recurrente por conocer lo que hacen otros, y se incorpora al ritmo local de rituales y eventos de distinta índole que dan pulso a la socialidad en Iruya. Es decir, aunque aleja al 'guiso de yaquispala' de las pautas tradicionales de consumo, en este nuevo contexto compartir este guiso no deja de ser una forma de practicar la comunidad, entendiéndola no como algo que contiene a sus miembros sino como ligazón de vidas (Ingold, 2012).

Grau *et al.* (2010) describen la evolución conjunta de las *Puya* con los colibríes. Una vez más, esto que en la literatura académica se presenta como ajeno a las personas, es sabido por quienes se han criado en Iruya: conocen que los colibríes consumen la 'miel de la yaquispala', que es bien dulce, y no sólo eso, sino que a su vez de niños también la consumían como golosina. Esas prácticas, recordadas entre risas como propias de infancias 'en el campo', dan cuenta de cómo las vidas se tejen con las de otros seres, de diferentes modos en diferentes etapas de la vida, pero siempre a través de la práctica y con la atención como parte inherente del hacer (Ingold, 2018). Por otro lado, se trata de un uso que remite a momentos en que las pautas de consumo eran muy diferentes a las actuales. Por lo pronto no hemos podido constatar si en las comunidades donde la 'yaquispala' es conspicua, sigue siendo vigente que los niños

consuman su ‘miel’ y no podríamos, por supuesto, afirmar la pérdida de esta práctica; sin embargo, lo relevante aquí es que los adultos la recuerdan y relatan –a diferencia del guiso– como una práctica abandonada, como una de las formas en que manifiestan su percepción acerca de las diferencias entre generaciones: su infancia en el campo a diferencia de la infancia de sus hijos en el pueblo, se distingue entre otras cosas por las pautas de consumo, por el acceso a otros bienes como las ‘golosinas’ y las preferencias alimentarias.

Con respecto a los usos dados a esta planta registrados en la bibliografía, hemos podido confirmar y profundizar en torno a algunos de ellos, como la preparación de guisos y otras comidas (Zardini & Pochettino, 1983; Califano, 2019), su utilización como postes para la construcción (Castellanos, 1945), como forraje (Quiroga Mendiola, 2000; Califano, 2019) y precisar la utilización de diferentes partes de la planta como ‘leña’ y ‘combustible’ (Zardini & Pochettino, 1983; Califano, 2019). Por otro lado, respecto a la confección de ‘sejranias’ citada por Zardini & Pochettino (1983) como hecha de la raíz de ‘taraca’, en el marco de este trabajo distintas personas nos han explicado que aquella de la que se hacen las ‘sejranias’ se trata de otro ‘tipo de taraca’, más pequeña, cuyas raíces suelen encontrarse en la playa del río donde se recolectan. No hemos encontrado referencias, hasta el momento, del uso de la raíz de *P. yakespala*. Finalmente, hemos podido relevar usos de los que no teníamos registros previos: la confección de instrumentos musicales, el consumo de ‘miel de yaquispala’ y ‘yista de yaquispala’ (ver Fernández Distel 1997 y Hilgert 2000). Esta diversidad de prácticas permite aproximarnos a la vinculación de la gente con esta planta. La ‘yaquispala’ permite recordar el hacer/atender de diferentes figuras, femeninas y masculinas, recordar formas de vida del pasado así como es parte del presente. En este usar recordando y recordar usando, resulta clave el componente espacial; se trata de prácticas enraizadas en el lugar, pero siempre de modo dinámico: cambia la planta, junto con sus usos, a través de las estaciones del año, así como a lo largo de las etapas de la vida de nuestros interlocutores, y hemos recorrido a través de los relatos cambios, continuidades, rupturas e incluso restablecimientos de estas prácticas a través de las generaciones.

Atendiendo: quemas y recolección como prácticas de manejo

Grau *et al.* (2010) plantean que el género *Puya* se encuentra adaptado al estrés hídrico, con una morfología similar a los agaves mexicanos. *Puya yakespala* en particular, es una de las especies policárpicas del género y se encuentra entre aquellas que crecen en altura, desarrollándose en las laderas rocosas y barrancas de arroyos, entre los 3400 y 4000 msnm (Gómez Romero & Grau, 2009). Según los autores, esta ubicación –que implica temperaturas bajas e intensidad de los rayos solares elevadas– en este género se vincula con una gruesa aislación como adaptación; por ejemplo, una gruesa roseta de hojas que se mantiene aun después de muertas; por otro lado, el eje que lleva las flores no presenta engrosamientos, pero suele estar constituido por pelos y hojas delgadas (Grau *et al.*, 2010). Ambos aspectos son resaltados por los entrevistados en su caracterización de esta especie, al relatar el comportamiento de la ‘taraca’ y su conformación de ‘truncos’ leñosos conformados por las hojas mismas, como en la descripción de la ‘lana’ que cubre la ‘cabeza de la yaquispala’ cuando ‘enflora’. En estas descripciones se hacen evidentes las observaciones de la planta por parte de nuestros interlocutores –en diferentes momentos del año, y año a año–, tanto en lo que refiere a su forma de criarse como en el entrelazamiento de su vida con otros seres, del mismo modo que puede notarse en los relatos acerca de los usos –cuando los niños sabían hacer como el colibrí o cuando una mujer conoce el punto justo de recolección de los ‘utos’–. La observación no se trata, como es usualmente concebida, de una práctica dedicada a la objetivación de seres y cosas; observar es atender a personas y cosas para aprender de ellos (Ingold, 2018). Aquí es donde Ingold (2018) equipara la forma de atención de aquellos con quienes trabajamos con la propia experiencia de observación participante, ya que “como gente de cualquier parte y en todo momento, somos al mismo tiempo observadores y participantes”. De este modo, de acuerdo con el autor, el conocimiento que crece a partir de las vidas vividas con otros no consiste de preposiciones acerca del mundo, sino “en las habilidades de percepción y capacidades de juicio que se desarrollan en el curso de conexiones directas, prácticas y sensoriales con los seres y las cosas con quienes y con las cuales nuestras vidas son compartidas” (Ingold, 2018).

B. Bartl - 'La yaquispala': prácticas, memoria y conservación

Con respecto al fuego, como fuerza modeladora del paisaje en la Cordillera, Grau *et al.* (2010) señalan que se trata de uno de los factores que dañan a las poblaciones de *Puya*, pero al mismo tiempo observan que los espacios en los que el fuego ha eliminado la vegetación y resultan parcialmente erosionados parecen ser ambientes propicios para la colonización por estas plantas. Esto se corresponde, a su vez, con la sugerencia de que disturbios como deslizamientos o la construcción de caminos pueden favorecer el establecimiento de algunas especies del género (Asesor *et al.*, 2012) (Fig. 6 A-C). Puntualmente sobre el fuego, los autores concluyen que aparentemente estas plantas podrían prosperar con fuegos de una frecuencia e intensidad intermedias (Grau *et al.*, 2010). Si bien recalcan que la acción del fuego se ha incrementado en los últimos 10.000 años por la acción humana y el pastoreo del ganado doméstico, su trabajo no toma en consideración cómo caracterizan los propios pobladores de la zona la relación entre el fuego y las *Puya*, como tampoco el hecho de que el fuego forma parte de sus prácticas de manejo de esta especie.

De acuerdo con lo surgido durante las entrevistas, esta práctica de 'soltar fuego' con el fin de acelerar la producción de la planta y promover un mejor rendimiento de la 'yaquispala', puede entenderse como una práctica de manejo *in situ*, que particularmente se incluye dentro de aquellas definidas como estrategias de fomento o inducción (Casas, 2001). Casas (2001) define este tipo de manejo como aquel que incluye estrategias para aumentar la densidad de especies útiles en una comunidad vegetal. Diferentes casos que cita el autor estudiados desde la arqueología, la etnobotánica y la etnografía, refieren a las quemaduras para estimular la regeneración de las poblaciones o eliminar competidores, cuando la especie que se busca favorecer es resistente al fuego (Casas *et al.*, 1997; Casas, 2001). Así, para el caso de la 'yaquispala' y su adaptación mediante el aislamiento, vemos con claridad lo que plantea Alcorn (1995), cuando resalta que para comprender las formas de relación entre seres humanos y plantas no deben dejar de tomarse en consideración las cualidades inherentes de las plantas mismas. Estudios arqueológicos indican que estas formas de manipulación precedieron por milenios a la agricultura como forma principal de subsistencia.

Por otro lado, estudios etnobotánicos y etnográficos han mostrado que diferentes formas de producción no agrícola, como el caso del uso del fuego que permitiría mantener o aumentar la productividad de las áreas sujetas a quemaduras, son practicadas tanto por algunas sociedades actuales de cazadores-recolectores como por numerosas sociedades de agricultores que siguen practicando la caza y la recolección (Casas *et al.*, 1997).

Por otro lado, podemos considerar la propia recolección –tanto de la 'taraca', como de la 'yaquispala' en los diferentes momentos del ciclo de floración– como práctica de manejo. Por un lado, debemos tener en cuenta tal como se planteó anteriormente, que 'soltar fuego' como forma de manipulación de la población de 'yaquispala' es a su vez una práctica entendida en Iruya como parte de la recolección de la 'taraca', particularmente de que esta última se conforme como leña con mayor celeridad. Por otro, si bien se trata de una recolección oportunista con un fin utilitario, no deja de ser una práctica que es reconocida localmente como forma de manejo: la gente considera que la cosecha tiene como contrapartida la estimulación del crecimiento de cada planta a un ritmo más acelerado y que la población de 'yaquispala', como la de cualquier planta que se cosecha, prospere de una mejor manera. Nuestros interlocutores señalan que en las zonas donde la población de las comunidades kollas se ha reducido drásticamente, pueden verse en la actualidad las partes secas de la planta que ya nadie retira; es decir, pueden encontrarse plantas que no presentan esa intervención de la recolección, lo que se entiende como una situación desfavorable para las 'yaquispala'. De este modo, la recolección –como manera de obtención de productos útiles– es vista localmente, a su vez, como una práctica de fomento. Si bien Casas (2001) plantea que la recolección generalmente no incluye un manejo de la vegetación y su impacto es mínimo, no podemos dejar de destacar que los efectos de la cosecha –vinculados a los procesos de regeneración de la vegetación– son resaltados por la gente de Iruya como iguales en las plantas silvestres que en las plantas cultivadas. En este sentido no se percibe como diferente el manejo de las plantas del cerro del de aquellas domesticadas y en espacios domésticos.

Tal como plantea Lema (2010) entendemos fundamental estudiar los procesos por los cuales



Fig. 6. A y C: 'Yaquispala' a un costado del camino hacia Rodeo Colorado. **B:** Maquinaria durante el mantenimiento del mismo tramo del camino.

tienen lugar las distintas formas de manejo del entorno vegetal, lo que provoca una nueva perspectiva de análisis. Focalizando en el caso de la 'yaquispala' nos encontramos ante formas de producción no agrícolas, llevadas adelante por comunidades agropastoriles; por otro lado, son los propios productores quienes relativizan –desde la

descripción de sus prácticas– la distinción entre las plantas silvestres y domesticadas. En este recorrido, retomando las conclusiones de Lema (2010), reconocer una diversidad simultánea de prácticas referidas al entorno vegetal se plantea como una forma de alejarse de miradas dicotómicas o dualistas como aquellas que abordan estos

B. Bartl - 'La yaquispala': prácticas, memoria y conservación

fenómenos en términos de silvestre-domesticado, cazador recolector-agricultor, productor-no productor, autóctono-alóctono. Incluso, si consideramos un concepto amplio de cultivo, ya sea como todo acto deliberado de cuidado (Lema, 2010), o como la manipulación del ambiente y la inducción o propagación deliberada de plantas en él (Casas, 2001), la práctica de recolección de la 'yaquispala' puede entenderse en esos términos. Por otro lado, considerar al cultivo como cuidado conlleva entenderlo en términos de atencionalidad del mismo modo que ocurría con la observación. Atender refiere a una forma de observar y prestar atención, como decíamos, pero también se refiere al cuidado, a la consideración; a su vez tiene relación con la espera, con obedecer y seguir lo que hacen otros, remitiéndonos a un mundo que no está hecho, que siempre es incipiente en una emergencia continua (Ingold, 2018). Podemos entonces considerar a las que denominamos prácticas de manejo como prácticas atencionales. A lo largo de las generaciones se aprende a convivir con, y por ende a atender, el complejo entrelazamiento de vidas del que se forma parte, tanto a través de prácticas cotidianas como a través de instancias rituales o político-sociales (De Munter *et al.*, 2019).

En definitiva, la atencionalidad se basa en anhelar aquello que se descubre al caminar por la vida que nos educa; de hecho, a través de la atención nos dejamos educar o criar por la vida (Ingold, 2018; De Munter *et al.*, 2019). Como expone sintéticamente Pazzarelli (2013), retomando a diversos autores, la crianza en los Andes implica relaciones recíprocas entre seres que se involucran mutuamente en diálogos, pactos, negociaciones, reciprocidades, intercambios y acuerdos, permitiendo la continuidad de la vida. Los humanos crían (plantas, animales, hijos), pero pueden hacerlo en tanto las entidades no-humanas se lo permitan (como la Pacha y los cerros); por otro lado, plantas y animales crían a su descendencia y participan en la crianza de las personas, en lo que podría denominarse una red de crianzas mutuas (Pazzarelli, 2013). De este modo, vincular cultivo con cuidado y cuidado con atención, es una perspectiva que nos acerca directamente a las conceptualizaciones sobre crianza mutua para dar cuenta de la socialidad en los Andes (PRATEC, 1998; Bugallo & Tomasi, 2012; Lema, 2014), donde el trabajo productivo se trata de un verdadero diálogo y una crianza simbiótica (Van Kessel & Condori Cruz, 1992).

Conservando: Usar, recordar, atender

La conservación, como término relativamente reciente, es definida frecuentemente sólo en sus aspectos técnicos y científicos, sin verse inserta en teorías más amplias relativas a las relaciones entre los seres humanos y la naturaleza (Diegues, 2000). Esto conlleva una serie de problemas, ya que como plantea Diegues (2000) habrá tantas definiciones como presupuestos teóricos y corrientes de pensamiento y acción constituyan la llamada conservación.

Como mencionamos en la introducción, el Convenio sobre Diversidad Biológica (aprobado en Argentina por ley nacional N° 24.375) insta a realizar una evaluación preliminar de la situación de conservación de las especies vegetales conocidas, lo que impulsa la conformación de la Lista Roja del proyecto PlanEar en la que se incluye *P. yakespala*. En su artículo 8 este Convenio plantea que cada parte contratante “con arreglo a su legislación nacional, respetará, preservará y mantendrá los conocimientos, las innovaciones y las prácticas de las comunidades indígenas y locales que entrañen estilos tradicionales de vida pertinentes para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica y promoverá su aplicación más amplia, con la aprobación y la participación de quienes posean esos conocimientos, innovaciones y prácticas, y fomentará que los beneficios derivados de la utilización de esos conocimientos, innovaciones y prácticas se compartan equitativamente”. Esta propuesta de conservación podría considerarse afín con lo que plantean autoras como Nazarea (2006) y Maffi (2010b), para quienes conocimientos y prácticas son indisociables de la biodiversidad y por lo tanto de su conservación. En concordancia con estos abordajes se han llevado adelante en nuestro país numerosos trabajos desde la etnobiología (Hilgert *et al.*, 2013; Riat & Pochettino, 2014; Bonicatto *et al.*, 2015; Eyssartier *et al.*, 2015; Martínez & Manzano-García, 2016). Sin embargo, en la práctica la elaboración de listas, la evaluación de amenazas sobre las especies vegetales, así como las medidas asociadas, demuestran que es otra la noción de conservación puesta en juego. Por lo tanto, de acuerdo con Diegues (2000) se considera necesario partir de una definición restringida de conservación, aduciendo que más allá de discursos diversos esa es la modalidad que se lleva a la práctica: la noción de conservación se limita a las actividades de protección, mantenimiento

y restauración del mundo natural, con medidas como la implantación de áreas protegidas o corredores ecológicos, desconectadas así de las aspiraciones o necesidades de las poblaciones locales.

Este modelo dominante de conservación, desarrollado en los países del Norte global – importado por los países del Sur– se caracteriza por considerar que las cuestiones naturales exigen soluciones aplicables en todos los rincones del mundo, a pesar de haber sido generados por sociedades con una visión del mundo natural construida en base a principios y representaciones simbólicas difícilmente extrapolables a las demás (Diegues, 2000). Una de esas soluciones es la creación de reservas naturales deshabitadas, ya que se parte del presupuesto de intangibilidad como requisito para la conservación: la naturaleza para ser conservada debe estar separada de las sociedades humanas (Evans, 1993; Diegues, 2000). La idea de una naturaleza salvaje –construido reciente en Occidente– se presenta como universal, del mismo modo que la noción de humanidad como necesariamente nociva para el ambiente, y no se tiene en cuenta que, en muchos casos, la llamada biodiversidad es fruto del manejo de sociedades tradicionales (Diegues, 2000).

Por otro lado, tal como señala Nazarea (2006), desde los paradigmas dominantes suele insistirse en un diseño sistemático como requisito para la conservación. Esto implica asumir que toda iniciativa institucional se trata de conservación legítima y negar los esfuerzos informales como sostenibilidad al azar o conservación por defecto (Nazarea, 2006). Es así que mientras ciertas teorías de la conservación especifican que para calificar como conservadora cualquier acción o práctica no sólo debe prevenir o mitigar la sobreexplotación de recursos o el daño ambiental, sino que debe estar diseñada para hacerlo, Nazarea (2006) afirma que, para los agricultores andinos, la conservación de la biodiversidad es lo que hacen (o, con gran tristeza, no hacen) mientras cultivan sus campos y cocinan sus alimentos. De este modo, y tal como lo propone Maffi (2010b), debatir si los pueblos indígenas y las comunidades locales son o no “conservacionistas”, en términos reconocibles para los científicos y profesionales formados académicamente, no sólo es un error de concepción sino que además enajena y contribuye a la privación del derecho al voto y marginación de quienes ya se han visto envueltos en problemas sociales, políticos, económicos y ambientales que a

menudo están fuera de su responsabilidad y control. En cambio, debería tomarse en consideración cómo las comunidades locales pueden participar y beneficiarse mejor de las políticas y proyectos de conservación para y en sus tierras, tanto recurriendo a sistemas de conocimiento y prácticas de uso y gestión de recursos tradicionalmente bien adaptados, como adoptando medidas de conservación nuevas y explícitas que pueden, si es apropiado, incorporar elementos de la ciencia formal (Maffi, 2010b).

La vinculación usualmente asumida entre conservación y diseño sistemático trae a colación la idea de intencionalidad. Enfocarnos en las prácticas desde la intencionalidad, como nos hemos propuesto aquí, permite escapar de la carga intencionalista o de causa-efecto con que suele connotarse a la agencia (Ingold, 2012, 2018; De Munter *et al.*, 2019). Por su parte, mientras Nazarea (2006) señala que suele asociarse conservación con intencionalidad, se pregunta si la conservación no es la suma y sinergia de lo que las personas hacen en su vida cotidiana en relación con el cuidado y el recuerdo. Los recorridos por las memorias y las prácticas que hemos realizado en este trabajo, y que aparecen como distintas conjugaciones de usar, recordar y atender, nos llevan a reflexionar sobre la conservación necesariamente como parte de este devenir: usar, recordar y atender conservando; conservar usando, recordando, atendiendo.

Según Nazarea (2006), la memoria cultural arraigada en los alimentos y los lugares permite sostener la diversidad de especies y variedades mediante recuerdos sensoriales sobre el atractivo estético de las plantas, sus cualidades culinarias, su trascendencia ritual y su conexión con el pasado. De hecho, la reparación y circulación de la memoria cultural para garantizar la conservación de la diversidad biológica y cultural puede comenzar, por ejemplo, con hombres y mujeres comunes que se aferran a sus rituales de comensalidad y los transmiten a sus hijos (Nazarea, 2006). No se trata de una memoria de archivo, sino que las memorias sensoriales desafían el olvido organizado impuesto por la modernidad y otros totalitarismos, y el objetivo del trabajo de memoria es convocar a la estética, la emoción y la imaginación para inspirar orgullo y un sentido de posibilidad que pueda contrarrestar las estructuras de conocimiento hegemónicas que destruyen la diversidad al descartar las alternativas locales de toda consideración (Nazarea, 2006).

B. Bartl - 'La yaquispala': prácticas, memoria y conservación

Diegues (2000) plantea la necesidad de construir modelos de protección de la naturaleza que sean viables en los países del Sur. Tal vez una cuestión central sea comenzar por habilitar otras preguntas cuando pensamos la conservación de especies vegetales. Por ejemplo, en el caso abordado aquí es válido dejar de preguntarnos – por lo menos momentáneamente– si las acciones humanas alteran las condiciones óptimas para las poblaciones de *P. yakespala*, y preguntarnos cómo puede afectar a las mismas el abandono de las comunidades kollas en las que se encuentran estas plantas (como está ocurriendo hoy por hoy en ciertas zonas del Municipio de Iruya), lo que implica alterar una dinámica que se dio –y se da– entre seres humanos y ‘yaquispalas’ a lo largo de incontables generaciones. En definitiva, y parafraseando a Diegues (2000), lo que los científicos llaman biodiversidad, cuando se traduce en largas listas de especies de plantas o animales, descontextualizadas del dominio cultural, es muy diferente a la biodiversidad que resulta indisoluble tanto simbólica como materialmente de las poblaciones locales: lo que en los trabajos académicos suele definirse como poblaciones silvestres ajenas a los seres humanos, puede ser revisitado, repreguntado, como aquello que se ha producido y se produce por un entrelazamiento que incluye vidas humanas, vegetales y animales.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la gente de Iruya por compartir conmigo sus conocimientos y su tiempo. A Laura Califano, Fernando Echazú y al equipo del INTA AER Humahuaca, por el apoyo a esta investigación, y a M. L. Pochettino por la lectura crítica y los aportes al presente manuscrito, al igual que a los revisores. Financiamiento: beca doctoral CONICET y subsidios UNLP N715, PIP CONICET 2013-2015 y PICT FONCyT 2015-1578.

BIBLIOGRAFÍA

- ALCORN, J. 1995. The scope and aims of ethnobotany in a developing world. In: SCHULTES, R. E. y VON REIS, S. (eds.), *Ethnobotany. Evolution of a discipline*, pp. 23-39. Dioscorides Press, Portland.
- ÁLVAREZ, M. & G. SAMMARTINO. 2009. Empanadas, tamales y carpaccio de llama. Patrimonio alimentario y turismo en la Quebrada de Humahuaca – Argentina. *Estudios y Perspectivas en Turismo* 18: 161-175.
- ASESOR, P., S. PACHECO & A. GRAU. 2012. Mapeo de *Puya* (Bromeliaceae) mediante imágenes satelitales, una herramienta para monitoreo y conservación. En: MORAES R. M., F. MONTOYA & M. CORNEJO (eds.) *Memorias del congreso boliviano de botánica, del congreso latinoamericano de etnobiología, y del simposio boliviano de etnobotánica*. Herbario Nacional de Bolivia, La Paz.
- BARTL, B. & L. M. CALIFANO (coords.). 2018. *Plantas medicinales y aromáticas de Iruya (provincia de Salta, Argentina)*. Arte Editorial Serviscop, La Plata.
- BONICATTO, M., M. MARASAS, S. J. SARANDON & M. L. POCHETTINO. 2015. Seed Conservation by Family Farmers in the Rural-Urban Fringe Area of La Plata Region, Argentina: The Dynamics of an Ancient Practice. *Agroecol. Sust. Food* 39: 625-646. <https://doi.org/10.1080/21683565.2015.1020405>
- BUGALLO, L. 2008. Años se manejaba el cambio y ahora el billete. Participación de poblaciones de la Puna de Jujuy en ferias e intercambios entre los siglos XIX y XX. *Estudios Trasandinos* 14: 5-30.
- BUGALLO, L. & J. TOMASI. 2012. Crianzas mutuas. El trato a los animales desde las concepciones de los pastores puneños (Jujuy, Argentina). *Rev. Esp. Antropol. Am.* 42: 205-224. http://dx.doi.org/10.5209/rev_REAA.2012.v42.n1.38644
- CALIFANO, L. M. 2019. *Conocimiento tradicional y manejo de los recursos vegetales en productores campesinos trashumantes de ganado bovino en Iruya (Salta, Argentina)*. Tesis doctoral, Facultad de Ciencias Agrarias. UNNE, Corrientes.
- CASAS, A. 2001. Silvicultura y domesticación de plantas en Mesoamérica. En: RENDÓN AGUILAR, B., S. REBOLLAR DOMÍNGUEZ, J. CABALLERO NIETO & M. A. MARTÍNEZ ALFARO (eds.), *Plantas, Cultura y Sociedad. Estudios sobre la relación entre seres humanos y plantas en los albores del siglo XXI*, pp. 123-158. UAM – SEMARNAP, México.
- CASAS, A., J. CABALLERO, C. MAPES & S. ZÁRATE. 1997. Manejo de la vegetación, domesticación de plantas y origen de la agricultura en Mesoamérica. *Bol. Soc. Bot. México* 61: 31-47.
- CASTELLANOS, A. 1945. Bromeliaceae. En: DESCOLE, H. R. (ed.), *Gen. et Sp. Pl. Argent.* 3: 107-382.
- CLADERA, J. L. 2015. *Transhumancia ganadera y negociación de identidades ante el Estado en las sierras del Zenta (provincias de Jujuy y Salta)*. Tesis de Maestría, Facultad de Filosofía y Letras. UBA, Buenos Aires.

- CORONA BERKIN, S. & O. KALTMEIER (cords.). 2012. *En diálogo. Metodologías horizontales en Ciencias Sociales y Culturales*. Gedisa, México.
- DE MUNTER, K. 2016. Ontología relacional y cosmopraxis, desde los Andes. Visitar y conmemorar entre familias aymara. *Chungará* 48: 1-16.
<http://dx.doi.org/10.4067/S0717-73562016005000030>
- DE MUNTER, K., F. TRUJILLO & R. C. ROCHA GRIMOLDI. 2019. Atencionalidad y líneas de vida en la malla Poopó-uru-qotzuñi (“gente del agua”). *Antipoda. Revista de Antropología y Arqueología* 34: 19-40. <https://doi.org/10.7440/antipoda34.2019.02>
- DIEGUES, A. C. S. 2000. *Etnoconservação. Novos rumos para a proteção da natureza nos trópicos*. Hucitec, São Paulo.
- EVANS, M. I. 1993. Conservation by commercialization. In: HLADIK, C. M., A. HLADIK, O. F. LINARES, H. PAGEZY, A. SEMPLE & M. HADLEY (eds.), *Tropical forests, people and food: biocultural interactions and applications to development*, pp. 815-822. MAB Series, Vol. 13. UNESCO, Paris.
- EYSSARTIER C., A. H. LADIO & M. LOZADA. 2015. Horticultural practice and germplasm conservation: a case study in a rural population of the patagonian steppe. *Food Secur.* 7: 1259-1271.
<http://dx.doi.org/10.1007%2Fs12571-015-0514-1>
- FERNÁNDEZ DISTEL, A. A. 1997. La “yista” del cardón pasacana (*Trichocereus pasacana* (Web.) Britton et Rose, *Cactaceae*) en la provincia de Jujuy, Argentina. *Parodiana* 10: 1-9.
- FOLLÉR, M. L. 2002. Del conocimiento local y científico al conocimiento situado e híbrido. Ejemplos de los shipibo-conibo del este peruano. *Anales Nueva Época* 5: 61-84.
- GÓMEZ, S. E., A. C. SLANIS & A. GRAU. 2006. Novedades en *Puya* (Bromeliaceae, Pitcairnioideae) para la Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 41: 325-326.
- GÓMEZ ROMERO, S. E. & A. GRAU. 2009. Las especies de *Puya* (Bromeliaceae) en la Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 44: 175-208.
- GRAU, A., S. E. GÓMEZ ROMERO & E. ARÁOZ. 2010. Puyas andinas. *Ciencia hoy* 20: 8-15.
- HILGERT, N. I. 2000. Especies vegetales empleadas en la insalivación de hojas de “coca” (*Erythroxylum coca* var. *coca*, Erythroxylaceae). *Darwiniana* 38: 241-252.
- HILGERT, N. I., F. ZAMUDIO, V. FURLAN & L. CARIOLA. 2013. The Key Role of Cultural Preservation in Maize Diversity. *Evid. Based. Complement. Alternat. Med.* 2013: 1-10.
<http://dx.doi.org/10.1155/2013/732760>
- HOCSMAN, L. D. 2011. *Estrategias territoriales, recampesinización y etnicidad en los Andes de Argentina*. UAM, México.
- HOCSMAN, L. D. & M. QUIROGA MENDIOLA. 2003. Pastoralismo trashumante, familiares y comuneros en los valles de altura de la Cordillera Oriental salteña. *Estudios Sociales del NOA* 6: 37-52.
- HURRELL, J. A. 1990. *Interpretación de relaciones en ecología a partir de la noción de sistema, para el referente empírico Santa Victoria e Iruya*. Tesis Doctoral 548, Facultad de Ciencias Naturales y Museo. UNLP, La Plata.
- HURRELL, J. A. 1991. Etnomedicina: enfermedad y adaptación en Iruya y Santa Victoria (Salta, Argentina). *Rev. Mus. La Plata* 9: 109-124.
- HURRELL, J. A. 1995. Ecología biocultural: etnomedicina y adaptación en Santa Victoria e Iruya (Salta, Argentina). En: BROWN, A. D. y H. R. GRAU (eds.), *Investigación, conservación y desarrollo en las selvas subtropicales de montaña*, pp. 223-230. Laboratorio de Investigaciones Ecológicas de las Yungas, Tucumán.
- HURRELL, J. A. & E. DE LA SOTA. 1996. Etnobotánica de las Pteridófitas de los pastizales de altura de Santa Victoria (Salta, Argentina). *Rev. Mus. La Plata* 14: 353-364.
- INDEC – INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS. 2010. *Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas*. Disponible en: https://www.indec.gov.ar/ftp/censos/2010/CuadrosDefinitivos/P2-D_66_70.pdf [Acceso: marzo 2019].
- INGOLD, T. 2012. *Ambientes para la vida. Conversaciones sobre humanidad, conocimiento y antropología*. Ediciones Trilce - Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación - Extensión universitaria Universidad de la República, Montevideo.
- INGOLD, T. 2018. *La vida de las líneas*. Ediciones Universidad Alberto Hurtado, Santiago de Chile.
- LECOMPTE, M. D. & J. J. SCHENSUL. 2013. *Analysis and interpretation of ethnographic data. A Mixed Methods Approach*. AltaMira Press, Plymouth.
- LEMA, V. S. 2010. Procesos de domesticación vegetal en el pasado prehispánico del Noroeste argentino: estudio de las prácticas más allá de los orígenes. *Rel. Soc. Arg. Antrop.* 35: 121-142.
- LEMA, V. S. 2014. Hacia una cartografía de la crianza: domesticidad y domesticación en comunidades andinas. *Espaço Amerindio* 8: 59-82.
<https://doi.org/10.22456/1982-6524.44644>
- LEMA, V. S. & M. L. POCHETTINO. 2012. Cambio y continuidad al plato: los saberes culinarios y su rol en la dinámica de la diversidad biocultural. En: BABOT, M. P., M. MARSCHOFF & F. PAZZARELLI (eds.), *Las manos en la masa: arqueologías, antropologías e historias de la alimentación en Suramérica*, pp. 25-45. Facultad de Filosofía y Humanidades UNC, Museo de Antropología UNC, Instituto Superior de Estudios Sociales UNT, Córdoba.

B. Bartl - 'La yaquispala': prácticas, memoria y conservación

- MAFFI, L. 2010a. What is Biocultural Diversity? In: MAFFI, L. & E. WOODLEY, *Biocultural Diversity Conservation. A global sourcebook*, pp. 3-12. Earthscan, London.
- MAFFI, L. 2010b. Why is a Biocultural Approach Relevant for Sustaining Life in Nature and Culture? In: MAFFI, L. & E. WOODLEY, *Biocultural Diversity Conservation. A global sourcebook*, pp. 13-20. Earthscan, London.
- MARTÍNEZ, G. J. & J. MANZANO-GARCÍA. 2016. Estilos de percepción de la biodiversidad y su conservación en actores sociales de áreas protegidas de Córdoba. *Revista del Museo de Antropología* 9: 135-152.
- MATTEUCCI, S. D. 2012. Capítulo 1: Ecorregión Altos Andes. En: MORELLO, J., S. D. MATTEUCCI, A. RODRÍGUEZ y M. E. SILVA. *Ecorregiones y complejos ecosistémicos argentinos*, pp. 1-86. Orientación Gráfica Editora S.R.L., Buenos Aires.
- MILANA, P. 2013. Urbanización en espacios rurales: producción del espacio- territorio en Iruya (Salta, Argentina). En: *X Jornadas de Sociología*. Facultad de Ciencias Sociales, UBA, Buenos Aires.
- NAZAREA, V. 1999. A view from a point: Ethnoecology as situated knowledge. In: NAZAREA, V. (ed.), *Ethnoecology: Situated Knowledge/located Lives*, pp. 3-20. University of Arizona Press, Tucson.
- NAZAREA, V. 2006. Local Knowledge and Memory in Biodiversity Conservation. *Annu. Rev. Anthropol.* 35: 317-335.
<https://doi.org/10.1146/annurev.anthro.35.081705.123252>
- OCCIPINTI, L. 2002. Being Kolla: indigenous identity in Northeastern Argentina. *Can. J. Lat. Am. Caribb. Stud.* 27: 319-345.
<https://doi.org/10.1080/08263663.2002.10816827>
- PAZZARELLI, F. 2013. Sin lo de adentro, el chivo no se forma. Notas sobre 'interioridades' y 'exterioridades' en los Andes jujeños. En: *Actas de la X Reunión de Antropología del Mercosur*. UNC, Córdoba.
- PÉREZ DANIEL, M. R. & S. SARTORELLO (coords.). 2012. *Horizontalidad, diálogo y reciprocidad en los métodos de investigación social y cultural*. Centro de Estudios Sociales y Jurídicos Mispal - Universidad Autónoma de Chiapas - Universidad Autónoma de San Luis Potosí - Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Chiapas - Educación para las Ciencias en Chiapas, Aguascalientes - San Cristóbal de Las Casas - San Luis Potosí.
- PRATEC – PROYECTO ANDINO DE TENOLOGÍAS CAMPESINAS. 1998. *La crianza mutua en la Comunidad Aymara*. Pratec, Lima.
- QUIROGA MENDIOLA, M. 2000. *Condición actual de los pastizales de altura y sistema de pastoreo en los valles intermontanos de la Cordillera Oriental*. Departamento de Iruya, Salta. Tesis de Maestría. UNSa, Salta.
- REBORATTI, C. 2009. *El Alto Bermejo, realidades y conflictos*. Editorial La Colmena, Buenos Aires.
- RIAT, P. & M. L. POCHETTINO. 2014. ¿Para usar o para eliminar? El uso local del monte santiagueño (Argentina) y el avance de la agricultura industrial. *Zonas Áridas* 15: 68-91.
- SECRETARÍA DE AMBIENTE Y DESARROLLO SUSTENTABLE. 2010. Resolución 84: Lista Roja Preliminar de las Plantas Endémicas de la Argentina. Disponible en: <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/165000-169999/165374/norma.htm> [Acceso: marzo 2019].
- STOLLER, P. 1989. *The Taste of Ethnographic Things. The Senses in Anthropology*. University of Pennsylvania Press, Philadelphia.
- SUTTON, D. E. 2001. *Remembrance of Repasts: An Anthropology of Food and Memory*. Berg, New York.
- TAYLOR, S. J. & R. BOGDAN. 1987. *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. Paidós, Barcelona-Buenos Aires.
- VAN KESSEL, J. & D. CONDORI CRUZ. 1992. *Criar la vida. Trabajo y tecnología en el mundo andino*. Vivarium, Santiago de Chile.
- WEINBERG, M. 2005. Identidad étnica y organización política en un espacio local y sus relaciones con el Estado en una comunidad kolla del Noroeste argentino. En: FERNÁNDEZ, M. I. y O. SCHER (coord.), *Diversidad Cultural. Múltiples miradas del tiempo presente*, pp. 135-158. Asociación Argentina de Estudios Canadienses, Buenos Aires.
- WEINBERG, M. 2019. Entre la historia y la memoria: un estudio a través del tiempo de la Comunidad kolla de Finca Santiago. *Corpus* 9: 1-23.
<http://dx.doi.org/10.4000/corpusarchivos.2963>
- ZARDINI, E. M. & M. L. POCHETTINO. 1983. Resultados de un viaje etnobotánico al norte de Salta (Argentina). *IDIA*: 108-121.

SOCIEDAD ARGENTINA DE BOTÁNICA

Comisión Directiva

Presidente: Gabriel Bernardello
Vicepresidente: Gloria E. Barboza
Secretaria: M. Laura Las Peñas
Tesorero: Gustavo Delucchi
Protesorero: Claudio A. Sosa
Secretaria de Actas: Natalia Evelin Delbón

Vocales Titulares:

Juan J. Cantero, Lucas Carbone, Rocío Deanna, Rita Morero, Raquel Scrivanti,
y Cecilia Trillo

Vocales suplentes:

María C. Luján, Adriana N. Perez, Federico O. Robbiati y Melina Scandaliaris

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.