



# REVISTA CIENCIAS NATURALES

ISSN 2953-5441

Facultad de Ciencias Naturales · Universidad Nacional de Salta



2023

Vol. 1 (2)



# REVISTA

---

# CIENCIAS NATURALES

---

2023

ISBN 2953 - 5441

Vol. 1 (2)



# REVISTA CIENCIAS NATURALES

ISSN 2953-5441

2023 1(2)

## Universidad Nacional de Salta

*Daniel Hoyos*

Rector

*Nicolás Innamorato*

Vicerrector

## Facultad de Ciencias Naturales

*Julio Rubén Nasser*

Decano

*Marta Cristina Sanz*

Vicedecana

---

Universidad Nacional de Salta  
Facultad de Ciencias Naturales  
Av. Bolivia 5150 (A4408FVY), Salta - Argentina  
<http://natura.unsa.edu.ar/web/index.php>

Revista Ciencias Naturales disponible en:  
<https://revistas.natura.unsa.edu.ar/index.php/rfcn>  
Correo electrónico: [rev.cs.naturales@unsa.edu.ar](mailto:rev.cs.naturales@unsa.edu.ar)



# REVISTA CIENCIAS NATURALES

ISSN 2953-5441

2023 1(2)

Revista Ciencias Naturales es una revista científica editada por la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Salta (Argentina).

La revista está dirigida a investigadores y profesionales de las Ciencias Naturales, así como a estudiantes avanzados y académicos que deseen realizar un aporte a la difusión del conocimiento científico.

De acceso abierto, libre y gratuito, la publicación busca difundir los resultados de trabajos originales de investigación y experimentación de todas las temáticas vinculadas al ámbito de las Ciencias Naturales, tales como, Agronomía, Biología, Geología, Recursos Naturales, Medicina, Veterinaria, y otras disciplinas relacionadas. Las principales áreas cubiertas son las referidas a la Anatomía, Morfología, Fisiología, Genética, Biotecnología Aplicada, Taxonomía, Diversidad, Ecología, Geología, Ciencias de la Tierra, Paleontología, entre otras, cuyos aportes sean significativos para el conocimiento de las Ciencias Naturales.

Las contribuciones pueden ser artículos, revisiones, notas (científicas, informes de proyectos institucionales o proyectos de extensión) y tesis (síntesis).

Con una periodicidad semestral de publicación, la convocatoria para la presentación de trabajos se encuentra abierta de forma permanente.



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons  
Atribución-NoComercial-CompartirIgual  
4.0 Internacional





## EQUIPO EDITORIAL

### DIRECTORA

*Olga G. Martínez* 

Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta.

### CODIRECTORA

*Ana Zelarayán*

Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta.

### EDITORES ASOCIADOS

*Ricardo N. Alonso* 

Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta.

*Estela Celia Lopretto* 

Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata.

*Luis Jorge Oakley Skupin* 

Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario.

*Ricardo Montero* 

Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Tucumán.

*María Victoria García* 

Instituto de Biología Subtropical, Nodo Posadas, UNaM –CONICET; Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Misiones.

*Juan Francisco Micheloud* 

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - Facultad de Ciencias Agrarias y Veterinarias, Universidad Católica de Salta.

*Alfonso Sola* 

Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta.

*Paula Liliana Narváez* 

Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales, CCT-CONICET. Mendoza.

*Esteban Ismael Meza Torres* 

Instituto de Botánica del Nordeste, IBONE-CONICET. Corrientes.

*Adriana E. Álvarez* 

Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta.

SOPORTE TÉCNICO: José Luis Aramayo

PRODUCCIÓN EDITORIAL: Camila Venegas Sánchez








## INDICE

CONTENIDO	Págs.
Experimental Poisoning with <i>Baccharis coridifolia</i> (Asteraceae) in Goats Intoxicación Experimental con <i>Baccharis coridifolia</i> (Asteraceae) en Cabras Laura S. Aguirre, Rodrigo García-Prieto, Agustín Avellaneda-Cáceres, Diego M. Medina, Luis A. Colque-Caro & Juan F. Micheloud	78-83
El Género <i>Pombalia</i> (Violaceae) en el Valle de Lerma (Salta – Argentina) The Genus <i>Pombalia</i> (Violaceae) in the Lerma Valley (Salta – Argentina) Micaela N. Seo	84-91
Situación actual y avances en la detección de la infección de <i>Strongyloides stercoralis</i> en la provincia de Salta Current situation and advance in the detection of the <i>Strongyloides stercoralis</i> infection in the province of Salta Rubén O. Cimino	92-98
Anatomía Foliar y Caulinar de <i>Mutisia acuminata</i> y <i>M. hamata</i> (Asteraceae, Mutisioideae) Leaf and Stem Anatomy of <i>Mutisia acuminata</i> and <i>M. hamata</i> (Asteraceae, Mutisioideae) Carlos A. Gómez, M. Mercedes Alemán, Diego López Spahr & Roberto H. Martínez	99-106



## Experimental Poisoning with *Baccharis coridifolia* (Asteraceae) in Goats Intoxicación Experimental con *Baccharis coridifolia* (Asteraceae) en Cabras

Laura S. Aguirre<sup>1,2,4\*</sup> , Rodrigo García-Prieto<sup>4</sup> , Agustín Avellaneda-Cáceres<sup>1,2,3</sup> ,  
Diego M. Medina<sup>4</sup> , Luis A. Colque-Caro<sup>1,2</sup>  & Juan F. Micheloud<sup>1,2,4</sup> 

1. Consejo Nacional de investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Rivadavia 941 (A4400), Salta, Argentina. colquecaro.luis@inta.gov.ar - <https://orcid.org/0000-0002-3821-4683>

2. Área de Salud Animal "Dr. Bernardo J. Carrillo" - IIACS -CIAP -Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), RN 68 Km 172 (A4403), Cerrillos, Salta, Argentina. micheloud.juan@inta.gov.ar - <https://orcid.org/0000-0001-8709-895X>

3. Cátedra Elementos de Reproducción y Sanidad Animal, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta, Av. Bolivia 5150 (A4408FVY), Salta, Argentina. avellaneda.agustin@inta.gov.ar - <https://orcid.org/0000-0003-4744-1551>

4. Facultad de Ciencias Agrarias y Veterinarias, Universidad Católica de Salta, Campo Castañares s.n. (A4400), Salta, Argentina. diegomartinnicolas@hotmail.com - <https://orcid.org/0000-0003-3080-7609>, rodrigo.garcia@lagalesa.com.ar <https://orcid.org/0009-0000-5466-5057>

Author for correspondence: [aguirre.sabrina@inta.gov.ar](mailto:aguirre.sabrina@inta.gov.ar) - <https://orcid.org/0000-0001-5644-5795>

### Abstract

This work aimed to experimentally reproduce *Baccharis coridifolia* poisoning in goats. Eight adult Saanen goats were divided into two groups, four received an oral dose of 5 g/kg live weight of dried and ground plant and the rest of them were used as a control group. The animals were inspected every 2 hours and the observed clinical signs were restlessness, anorexia, tachycardia, tachypnea, muscle spasms, colic, mild tympanism, ruminal atony, and death. The main macroscopic alterations were observed in the digestive system, consisting of edema and diffuse congestion of the mucosa of all pre-stomachs, abomasum, and intestines. Histopathological examination revealed especially degeneration, coagulative necrosis, ulceration, and detachment of the epithelium from both the rumen and reticulum. *B. coridifolia* is one of the most important toxic plants in Argentina. Although many species are known to be susceptible, studies on this subject are scarce in goats, which gives this work a greater relevance.

**Keywords:** Digestive disorder; Prestomachs, Small ruminants; Toxic plants

### Resumen

El objetivo de este trabajo fue reproducir experimentalmente la intoxicación con *Baccharis coridifolia* en la especie caprina. Para llevar a cabo el ensayo se emplearon ocho caprinos adultos de la raza Saanen, cuatro de ellos recibieron una dosis oral de 5 g/kg de peso vivo de planta seca y molida. Los animales fueron inspeccionados cada 2 horas, los signos clínicos que manifestaron fueron intranquilidad, anorexia, taquicardia, taquipnea, espasmos musculares, cólico, timpanismo leve, atonía ruminal y muerte. Las principales alteraciones macroscópicas se observaron a nivel del aparato digestivo, consistiendo en edema y congestión difusa de la mucosa de los preestómagos, abomaso e intestinos. El examen histopatológico reveló principalmente degeneración, necrosis coagulativa, ulceración y desprendimiento de epitelio de revestimiento de rumen y retículo. *B. coridifolia* es una de las plantas tóxicas más importantes de Argentina. Si bien son susceptibles muchas especies, en los caprinos son escasos los estudios al respecto lo que le da a este trabajo mayor relevancia.

**Palabras clave:** Desordenes digestivos; Preestómagos; Rumiantes menores; Plantas tóxicas

---

Aguirre, L. S. García-Prieto, R., Avellaneda-Cáceres, A., Medina, D. M., Colque-Caro, L. A., & Micheloud, J. F. (2023). Experimental Poisoning with *Baccharis coridifolia* (Asteraceae) in Goats. *Revista Ciencias Naturales*, 1(2), 78–83.

## INTRODUCTION

*Baccharis coridifolia* is a toxic plant commonly known in Argentina as “mío-mío” or “romerillo”, and it is widely distributed in the central and southern regions of the country, Uruguay, Bolivia, Paraguay, and south of Brazil (Budel & Duarte, 2007). The poisoning is more frequent in cattle but has also been described in sheep, goats, horses, and pigs (Tokarnia *et al.*, 2012).

Macrocyclic trichothecenes were reported to be the main toxic principles, and they seem to be produced by soil fungi of the genus *Myrothecium* (Berreta, 1996; Riet-Correa & Méndez, 2007). The mycotoxins isolated from *B. coridifolia* and therefore produced by *Myrothecium* were roridines A, D, and E, verrucarines A and J, and mycotoxin A (Perusia & Rodríguez, 2004). The roots of the plant absorb the mycotoxins and incorporate them into their system without altering their structure (Berreta, 1996; Riet-Correa & Méndez, 2007). The effects caused by these mycotoxins are the alteration of cell membrane polarity and enzyme systems, immunotoxicity, and inhibition of protein synthesis. Additionally, the toxic dynamics of macrocyclic trichothecenes have been used to evaluate their potential anticancer, fungistatic, and virucidal activity. According to the strong tendency of trichothecenes to inhibit protein synthesis, they are considered extremely irritating to the skin and mucous membrane (Lozano & Díaz, 2006).

All parts of the plant are considered toxic. In decreasing order of toxicity are flowers, seeds, leaves, stems, and roots (Riet-Correa & Méndez, 2007). There are also differences in terms of toxicity when referring to the sex of the plants since female plants are more toxic than male plants due to their higher accumulation of macrocyclic trichothecenes (Lozano & Díaz, 2006).

Natural poisoning occurs when animals without any previous exposure to the plant are introduced into an area where *B. coridifolia* is present (Barros, 1998; Riet-Correa & Méndez,

2007; Tokarnia *et al.*, 2012). Even though experimental poisoning has been carried out in cattle, sheep (Tokarnia *et al.*, 2012), and rabbits (Döbereiner *et al.*, 1976), toxicity in goats has been poorly studied, and the scarce information dates to articles from the last century (Flores & Houssay, 1917).

The purpose of this work was to reproduce experimentally the poisoning by *B. coridifolia* in goats to prove the susceptibility of this species and describe the clinical and pathological findings.

## MATERIALS AND METHODS

The UCASAL (Universidad Católica de Salta) and CICUAL (Animal Care and Use Committee) Number 8-18 approved the study protocol. The requirements of the Argentine Animal Protection Policy (Ley 14346) were always fulfilled. Eight adult Saanen crossbred goats weighing 50, 7 +/- 8 kg were divided into two groups of four animals each. The first group was poisoned, and the second group was the control group. Before starting, a general and objective gastrointestinal examination of all the animals was carried out to verify their health status.

*B. coridifolia* samples were collected both in the vegetative stage and early blooming and dried at room temperature for one week (Fig. 1). Subsequently, leaves and stems were milled to a size of approximately 2.5 mm. *Medicago sativa* L. leaves and stems were subjected to the same drying and milling process.

The first group was the treatment group (animals 1, 2, 3, 4), which was administered *B. coridifolia* in a single dose of 5 g of dry matter/kg to each animal by an oro-esophageal tube. The control group (animals 5, 6, 7, 8) was administered only *M. sativa* in a single dose of 5 g of dry matter/kg to each animal also by an oro-esophageal tube. Afterward, both groups were confined separately and were offered alfalfa hay and water *ad libitum*. The general clinical inspection was done every two hours. Animals from the treatment group died within 12 to 24 hours after the poisoning and the control group animals were euthanized, all the





**Figure 1.** *Baccharis coridifolia* in the vegetative stage.

animals were necropsied. Tissue samples were collected, preserved in 10% buffered formalin, and processed routinely for sectioning and microscopic study. Sections were stained with hematoxylin and eosin.

Observations and images were taken using an Olympus U-TV0.5XC-3; DP22 camera mounted on an Olympus Cx41 conventional optical microscope.

## RESULTS

### Clinical findings

Animals from the control group did not show any clinical signs and their health status was normal during the experiment. Conversely, the treatment group showed clinical signs and died within 24 hours after the plant ingestion. Data are shown in Table 1.

The most observed clinical signs were restlessness, anorexia, tachycardia, tachypnea, colic, diarrhea, mild tympanism, and ruminal atony. In two animals (animals 2 and 4) there were also lip spasms and antalgic position because of the abdominal pain. Only one animal (animal 3) exhibited vocalizations as a sign of pain. In advanced stages, ataxia, lateral recumbency, pedaling, opisthotonos,

and finally death was observed. None of the control group animals showed clinical signs or died.

### Pathological findings

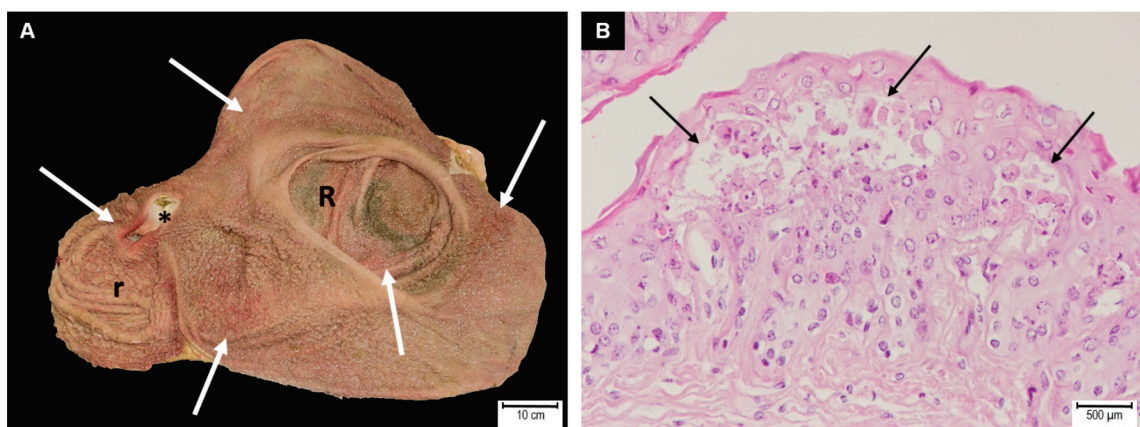
Necropsy findings in the treatment group included dehydration, a large volume of fluid in the rumen, varying degrees of diffuse congestion, edema, erosions, and ulcerations of the rumen and reticulum mucosa, and easy detachment of the rumen epithelium (Fig. 2A). In addition, congestion, edema, and hemorrhage in the mucosa were observed in the abomasum. The intestines were slightly dilated with fluid inside and a slight to marked reddening of some segments, mainly in the duodenum, jejunum, and large intestine.

The liver was seen in some cases congestive and in other cases with a lighter color. On the other hand, there was a slight increase in the size of the mesenteric lymph nodes, and some were hemorrhagic. No relevant lesions were found in other organs. The animals from the control group did not show evidence of injuries in any organ or tissue.

Histological findings in the treatment group consisted of varying degrees of degenerative and necrotic disorders in the rumen epithelium.

Animal	Clinical signs	Hours elapsed after the ingestion of the plant	Clinical evolution	Hours elapsed between ingestion and death
1 (231)	Sudden death	-	-	8 h
2 (054)	Restlessness, anorexia, antalgic position, colic, diarrhea, ataxia, recumbency, pedaling movements, opisthotonos, and death.	12 h	6 h	18 h
3 (193)	Restlessness, anorexia, colic, diarrhea, ruminal atony, ataxia, recumbency, vocalizations, opisthotonos, and death.	14 h	7 h	21 h
4 (303)	Weakness, anorexia, ruminal atony, diarrhea, antalgic position, restlessness, ataxia, pedaling movements, and death.	17 h	6 h	23 h

**Table 1.** Clinical signs chronology of the treatment group.



**Figure 2. A.** Diffuse congestion and erosions (arrows) of the rumen (R) and reticulum (r) mucosa from a treatment group goat. cardia: \*. **B.** Hydropic degeneration cell and apoptosis (arrows) with multifocal intercellular edema.

This variation occurred from animal to animal. Primarily shortening of the rumen papillae was observed in all animals.

Rumen epithelial cells showed intense eosinophilic cytoplasm and karyorrhexis (animals 3 and 4). In addition, multiple cells showed hydropic degeneration and several Civatte’s corpuscles (apoptosis). In some areas of the mucosa, mild multifocal intercellular edema was identified causing a separation of the epithelial cells (Fig. 2B). Areas of necrosis were identified in the papillae covered by cellular debris and dense agglomerates of coccoid bacteria. In the lamina propria, in

one animal (4), an inflammatory infiltrate was observed with the presence of intact and degenerated neutrophils.

Different degrees of lymphocyte necrosis could be observed in the thymus, spleen, and gut-associated lymphoid tissue. Lymph node necrosis was also found, mainly involving the mesenteric lymph nodes, with moderate necrosis of the follicles’ central cells, showing pyknosis and karyorrhexis or even with the loss of cellular detail and a large number of cellular debris. Hemorrhages were also observed (animal 2). In the liver, hepatocytes showed periportal tumefaction, vacuolization,

and coagulative necrosis. was observed in the four animals that died due to the intoxication.

## DISCUSSION

This experiment confirmed that ingestion of *B. coridifolia* is toxic for goats as well as for other species, following what has been described in several works (Perusia *et al.*, 2004; Rissi *et al.*, 2005; Riet-Correa & Méndez, 2007; Tokarnia *et al.*, 2012). However, no information was found referring to experimental poisoning with *B. coridifolia* in goats or about toxic doses.

*B. coridifolia* is more toxic during blooming in autumn, but poisoning is more frequent in the spring (September–November) during its growth period or vegetative stage when the plant shoots are mixed with grass and appear to be more palatable and therefore inadvertently ingested by animals (Barros, 1998; Rissi *et al.*, 2005). In Northwestern Argentina, blooming occurs during summer (January–March) when rains are more frequent.

The lethal dose of *B. coridifolia* for cattle varies between 0.25 to 0.5g/kg of dry matter in the blooming period and 2g/kg of dry matter during the vegetative stage. (Tokarnia & Döbereiner, 1975; Varaschin *et al.*, 1998). Sheep are more resistant to poisoning and may have to ingest twice the toxic dose for cattle (Tokarnia & Döbereiner, 1975, Tokarnia & Döbereiner, 1976). Conversely, no records referring to toxic doses in goats were found. In this work, the plant was toxic at a dose of 5g/kg of dry matter to prove the susceptibility of this species. During blooming, the toxic dose would probably be lower, because the toxicity of the plant increases during this stage.

Animals in this experiment showed acute clinical signs strictly related to gastrointestinal disorders as described in other papers, both in goats (Barbosa *et al.*, 1994) and in other species (Varaschin *et al.*, 1998; Rissi *et al.*, 2005; Riet-Correa & Méndez, 2007; Pedroso *et al.*, 2007; Tokarnia *et al.*, 2012).

The main lesions produced by macrocyclic trichothecenes (roridine) identifiable at ne-

croscopy include inflammatory lesions of the rumen, hepatitis, congestion, and pulmonary edema (Radostits *et al.*, 2002). Changes in the prestomach, abomasum, and intestine are the main macroscopic findings in goats affected by the disease. Variable degrees of congestion, hemorrhage, edema, and mucosal erosions are usually found (Panziera *et al.*, 2015). It is important to emphasize that lesions in the abomasum and segments of the small intestine appear to be more severe in goats than in other species (Barbosa *et al.*, 1994). The histological findings described in this work coincide with those reported in other works (Barbosa *et al.*, 1994; Tokarnia *et al.*, 2012). Lymphoid necrosis seems to be a very consistent finding in this poisoning (Varaschin *et al.*, 1998; Rissi *et al.*, 2005; Rozza *et al.*, 2006) and some authors report that this finding may be due to the toxicity of this plant to B-lymphocytes (Rissi *et al.*, 2005; Varaschin & Alessi, 2008).

Data in the literature show a low prevalence or absence of cases of *B. coridifolia* poisoning in goats (Barbosa *et al.*, 1994; Pedroso *et al.*, 2007; Tokarnia *et al.*, 2012; Rosa *et al.*, 2013), contrary to what happens with cattle and sheep, which seem to be more susceptible to this poisoning (Tokarnia *et al.*, 2012). Due to the lack of cases described in goats, the register of cases of the Specialized Diagnostic Service INTA-Salta has been taken as a reference. According to these data, poisoning outbreaks occurred in extensive systems of mixed flocks (sheep and goats) grazing in areas contaminated by this plant when forage supply is scarce. In these cases, deaths occurred in both goats and sheep.

## CONCLUSIONS

The susceptibility of goats to *B. coridifolia* poisoning was demonstrated even using the toxic dose studied in sheep, and therefore a toxic dose of 5 g/kg of dry matter could be confirmed for this species. Thus, it was determined that the toxic dose for goats is higher than for cattle. The clinicopathological findings of *B. coridifolia* poisoning in goats were also characterized and although there are some differences, the clinical picture is



similar to that of cattle and sheep reported by other authors.

## ACKNOWLEDGMENTS

This study was supported by grants from Consejo de Investigación de la Universidad Católica de Salta (Proy.-Res. 698/2020) and Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

## REFERENCES

- Barbosa, J. D., Armién, A. G. & Tokarnia, C. H. (1994). Intoxicação experimental por *Baccharis megapotamica* var. *weirii* (Compositae) em caprinos. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 14, 5-13.
- Barros, C. S. L. (1998). Livestock poisoning by *Baccharis coridifolia*. En T. Garland & A. C. Barr (Eds), *Toxic Plant and Other Natural Toxicants* (pp. 596-572). CAB International.
- Berreta, E. (1996). Malezas de campos sucios: El Mío-Mío. *Boletín de Divulgación del INIA*, 60, 1-12. <https://doi.org/10.4102/jsava.v70i1.753>
- Budel, J. M. & Duarte, M. R. (2007). Caracteres Morfoanatómicos de Partes Vegetativas aéreas de *Baccharis coridifolia* DC. (Asteraceae-Astereae). *Latin American Journal of Pharmacy*, 26 (5), 723-731. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/7539>
- Döbereiner, J., Resende, A. M. L. & Tokarnia, C. H. (1976). Intoxicação experimental por *Baccharis coridifolia* em coelhos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 11 (9), 27-35.
- Flores, C., Houssay, B. (1917). Estudios sobre el mio-mio, nio o romerillo (*Baccharis coridifolia* D.C.). *Revista del Instituto Bacteriológico de Buenos Aires*, 1, 59-100.
- Lozano, M. C. & Díaz, G. J. (2006). Tricocenos macrociclicos: toxinas hasta ahora no reconocidas en Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuaria*. 19 (1), 46-60. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/rccp/article/view/324031/20781203>
- Panziera, W., Gonçalves, M. A., Lorenzett, M. P., Damboriarena, P., Argenta, F. F., Laisse, C. J. M., Pavarini, S. P. & Driemeier, D. (2015). Intoxicação natural por *Baccharis megapotamica* var. *weirii* em caprinos. *Pesquisa Veterinária Brasileira* 35(4), 360-364. <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2015000400008>
- Pedroso, P. M. O., Pescador, C. A., Oliveira, E. C., Sonne, L., Bandarra, P. M., Raymundo, D. L. & Driemeier, D. (2007). Intoxicações naturais por plantas em ruminantes diagnosticadas no Setor de Patologia Veterinária da UFRGS no período de 1996-2005. *Acta Scientiae Veterinariae*, 35(2), 213-218.
- Perusia, O. R. & Rodríguez, R. (2004). Plantas tóxicas y micotoxinas. *Manual Divulgación Técnica Argentina*, 4, 9-13.
- Radostits, O. M., Gay, C. C., Blood, D. C. & Hinchcliff, K. W. (2002). Intoxicación por tricocenos. En *Medicina Veterinaria: tratado de las enfermedades del ganado bovino, ovino, porcino, caprino y equino* (pp.2017-2019). Mc Graw-Hill-Interamericana.
- Riet-Correa, F. & Méndez, M. C. (2007). Intoxicações por plantas e micotoxinas. En F. Riet-Correa, A. L. Schild, Lemos, R. A. & Borges, J. R. (Eds.), *Doenças de ruminantes e eqüideos*. Pallotti.
- Rissi, D. R., Rech, R. R., Figuera, R. A., Cagnini, D. Q., Kommers, G. D. & Barros, C. S. L. (2005). Intoxicação espontânea por *Baccharis coridifolia* em bovinos. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 25, 111-114. <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2005000200008>
- Rosa, F. B., Caprioli, R. A., Silva, T. M., Galiza, G. J. N., Barros, C. S. L., Irigoyen, L. F., Figuera, R. A. & Kommers, G. D. (2013). Doenças de caprinos diagnosticadas na região central do Rio Grande do Sul: 114 casos. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 33, 199-204. <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2013000200011>
- Roza, D. B., Raymundo, D. L., Corrêa, A. M. R., Leal, J., Seitz, A. L., Driemeier, D. & Colodel, E. M. (2006). Intoxicação espontânea por *Baccharis coridifolia* (Compositae) em ovinos. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 26(1), 21-25. <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2006000100005>
- Tokarnia, C. H. & Döbereiner, J. (1975). Intoxicação experimental em bovinos por “mio-mio”, *Baccharis coridifolia*. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 10, 79-97.
- Tokarnia, C. H. & Döbereiner, J. (1976). Intoxicação experimental em ovinos por “mio-mio”, *Baccharis coridifolia*. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 11, 19-26.
- Tokarnia, C. H., Farias Brito, M., Barbosa J. D., Vargas Peixoto P. & Döbereiner J. (2012). Plantas que afectam essencialmente o trato digestório: *Baccharis coridifolia*. En *Plantas tóxicas do Brasil para animais de produção* (pp. 95-102). Helianthus.
- Varaschin, M. S & Alessi, A. C. (2008). Histopathological examination of lymphoid organs in cattle and mice experimentally poisoned by *Baccharis coridifolia*: Immunohistochemical characterization of B and T lymphocytes. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, 45(4), 277-283. <https://doi.org/10.11606/issn.1678-4456.bjvras.2008.26686>
- Varaschin, M. S., Barros, C. S. L. & Jarvis, B. B. (1998). Intoxicação experimental por *Baccharis coridifolia* (Compositae) em bovinos. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 18(2), 69-74. <https://doi.org/10.1590/S0100-736X1998000200006>





## El Género *Pombalia* (Violaceae) en el Valle de Lerma (Salta, Argentina)

### The Genus *Pombalia* (Violaceae) in the Lerma Valley (Salta, Argentina)

Micaela N. Seo 

Instituto de Ciencias de la Salud, Universidad Nacional Arturo Jauretche, Av. Calchaquí 6200, Florencio Varela (1888), Provincia de Buenos Aires, Argentina. micaseo@gmail.com - <https://orcid.org/0000-0002-4854-6972>

#### Resumen

Dentro del marco de la revisión de la familia Violaceae Batsch para la Flora Argentina, quince especies pertenecientes al género *Hybanthus* Jacq. fueron transferidas al nuevo género *Pombalia* Vand. De acuerdo a estas combinaciones, tres especies: *Pombalia oppositifolia* (L.) Paula-Souza, *Pombalia parviflora* (Mutis ex L.f.) Paula-Souza y *Pombalia serrata* (Phil.) Paula-Souza son aquí presentadas para la familia Violaceae en la Flora del Valle de Lerma en este artículo.

**Palabras clave:** *Hybanthus*, Flora, Plantas Vasculares, Salta

#### Abstract

Within the framework of the revision of the family Violaceae Batsch for the Flora Argentina, fifteen species of the genus *Hybanthus* Jacq. were transferred to the new genus *Pombalia* Vand. for Argentine. According to these combinations, there are three species: *Pombalia oppositifolia* (L.) Paula-Souza, *Pombalia parviflora* (Mutis ex L.f.) Paula-Souza and *Pombalia serrata* (Phil.) Paula-Souza are presented in this article for the family Violaceae in the flora of the Lerma Valley.

**Keywords:** *Hybanthus*, Flora, Vascular plants, Salta

## INTRODUCCIÓN

En el marco de la revisión del género *Pombalia* Vand. para la familia Violaceae Batsch en la Flora Argentina (Seo *et al.*, 2017) surgió la necesidad de actualizar el nombre de tres especies dentro de este género para la Flora del Valle de Lerma. Estudios filogenéticos (Tokuoka 2008, Wahlert *et al.* 2014) demostraron que el género *Hybanthus* Jacq. era polifilético y que era necesario reevaluar la circunscripción del mismo. Por este motivo, el género *Hybanthus* s. str. fue restringido sólo a algunas especies mesoamericanas y el linaje de las especies

presentes en Sudamérica fueron segregadas dentro de otro género denominado como *Pombalia* Vand. (Paula-Souza & Ballard, 2014). Por este motivo las 15 especies presentes en la Flora Argentina (Seo *et al.*, 2017) fueron citadas dentro de este género. En la provincia de Salta están presentes seis especies pertenecientes al género *Pombalia* y tres alcanzan el Valle de Lerma, las cuales se denominan como: *Pombalia oppositifolia* (L.) Paula-Souza, *Pombalia parviflora* (Mutis ex L.f.) Paula-Souza y *Pombalia serrata* (Phil.) Paula-Souza.

---

Seo, M. N. (2023). El Género *Pombalia* (Violaceae) en el Valle de Lerma (Salta – Argentina). Revista Ciencias Naturales, 1(2), 84-91.

La presente revisión taxonómica está basada en la publicación original de la Flora del Valle de Lerma en esta familia (Novara, 1996) incluyendo la actualización nomenclatural y una revisión taxonómica para la Flora del Valle de Lerma en el género *Pombalia* Vand. con sus 3 especies.

## RESULTADOS

### *Pombalia* Vand.

Hierbas, sufrútices, subarbustos o arbustos, a veces con un sistema radicular leñoso y gemífero desarrollado. Plantas glabras o con diversos tipos de pelos simples. Hojas alternas u opuestas, simples, con estípulas pequeñas, a veces prontamente caducas, láminas con margen subentero o usualmente aserrado o crenulado con los dientes terminados en una glándula. Flores perfectas, fuertemente zigomorfas, desde blancas, amarillas a celestes, púrpuras, lilas a violetas con máculas de colores diversos, axilares, con ciclos pentámeros, solitarias o en inflorescencias paucifloras, cimosas o racimosas con un eje basal generalmente recto que rematan en una articulación, en una o varias brácteas de la que se origina un pedicelo curvo y breve. Sépalos usualmente libres o raramente fusionados en la base, subiguales o desiguales. Pétalos libres, desiguales, el inferior formando un labio o labelo muy desarrollado, no espolonado, mayor que los laterales, con una porción proximal gibosa y una distal expandida, circular, triangular o bilobada; pétalos laterales mayores que los 2 superiores. Estambres alternipétalos con dehiscencia longitudinal, con filamentos estaminales muy breves, unidos en la base formando un anillo, 2 de ellos glandulosos, nectaríferos o espolonados; anteras oblongas, con apéndice conectival terminal casi siempre bien desarrollado. Gineceo mayormente glabro, con ovario súpero tricarpelar, globoso a subgloboso, a veces piriforme, glabro o piloso; óvulos anátropos con placentación parietal, hasta 15 por carpelo; estilo derecho a sigmoide y estigma claviforme, asimétrico o curvado. Cápsulas globosas coriáceas con dehiscencia loculicida, con 3 carpelos con

perianto persistente. Semillas endospermadas de forma globosa-elipsoide, ariladas, con hilo longitudinal y episperma reticulado.

**Distribución.** Género con 41 especies de regiones templadas y cálidas de Latinoamérica, de las cuales 15 especies se mencionan para el centro y norte de la Argentina (Seo *et al.*, 2017). De ellas, seis están presentes en la provincia de Salta y la mitad en el Valle de Lerma.

**Observaciones.** En estudios filogenéticos y moleculares de la familia Violaceae Batsch (Tokuoka, 2008; Wahlert *et al.*, 2014) se demostró que el género *Hybanthus* Jacq. era polifilético, y las especies de Sudamérica fueron segregadas dentro del género *Pombalia* Vand. (Paula-Souza & Ballard, 2014). Por este motivo las 15 especies presentes en Argentina (Seo *et al.*, 2017) fueron transferidas como nuevas combinaciones dentro del género *Pombalia* (Paula-Souza & Ballard, 2014).

Clave dicotómica para reconocer a las especies de *Pombalia*

- A. Flores mayores, con pétalo anterior (labio) de 7 mm long. o más, coloreado.
  - B. Plantas de hasta 50 cm alt. Hojas opuestas sin pelos. Pétalos amarillos. Estambres anteriores glabros ..... **1. *P. oppositifolia***
  - B'. Plantas de 10-15 cm alt. Hojas alternas densamente pilosas. Pétalos azules o celestes. Estambres anteriores pilosos ..... **3. *P. serrata***
- A'. Flores menores, con el labio menor de 4 mm long., de color blanco ..... **2. *P. parviflora***

### **1. *Pombalia oppositifolia* (L.) Paula-Souza** (Figs. 1, 2)

[=*Ionidium hieronymi* Griseb.; *Ionidium circaeoides* Humb. & Bonpl. ex Schult.; *Hybanthus hieronymi* (Griseb.) Hassl.]

Sufrútices a subarbusto a hierbas con rizomas verticales, en general ramificados perennes, del que se originan tallos anuales erguidos, lisos, de 20-50 cm alt. Hojas opuestas o en verticilos de a 3, raro alternas en el ápice de las ramas, con estípulas filiformes de 3-4 mm long., subsésiles, pecíolo de

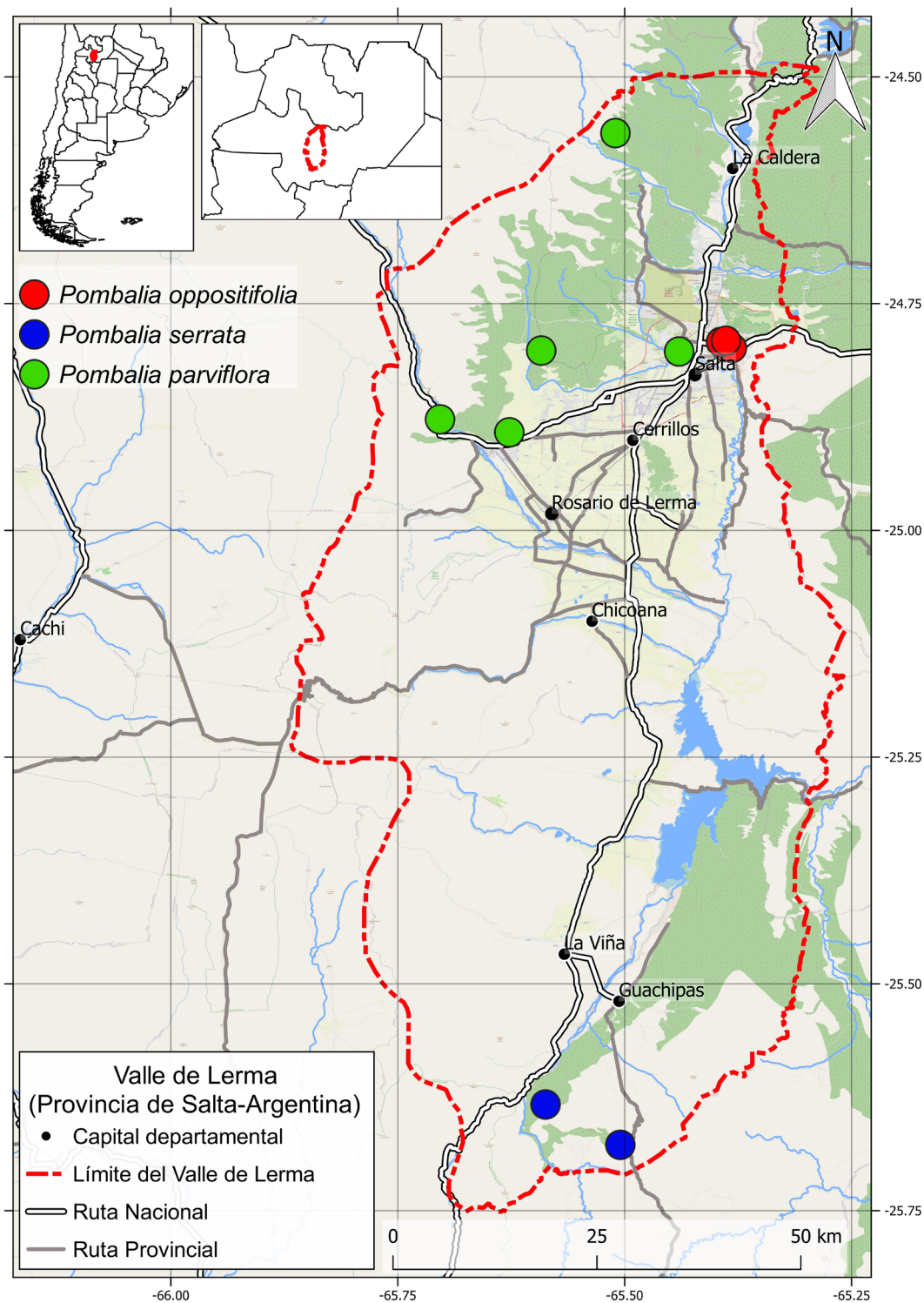
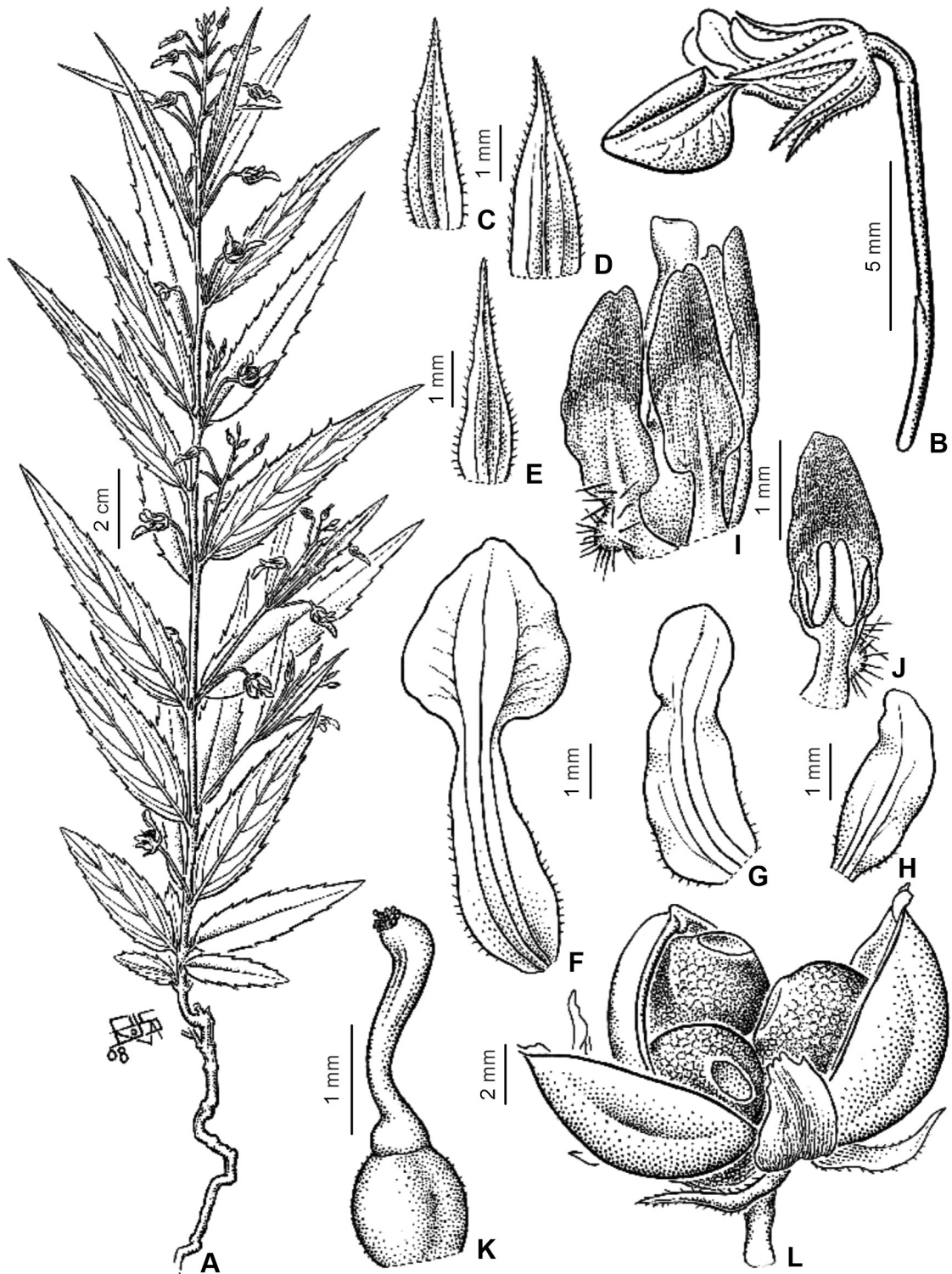


Figura 1. Distribución de las especies de *Pombalia* en el Valle de Lerma (Salta, Argentina).





**Figura 2.** *Pombalia oppositifolia*. **A.** Planta con flores. **B.** Flor en vista lateral. **C.** Sépalo inferior. **D.** Sépalo lateral. **E.** Sépalo superior. **F.** Labio o pétalo inferior. **G.** Pétalo lateral. **H.** Pétalo superior. **I.** Androceo y gineceo. **J.** Estambre inferior. **K.** Gineceo. **L.** Fruto con semillas. (Seo *et al.*, 2017).



1-3 mm, lámina largamente elíptica, base redondeada, ápice atenuado, márgenes con pelos brevísimos, irregularmente aserrados con dientes triangulares, distanciados, nervio principal prominente en el envés, de 20-70 x 6-18 mm. Flores axilares blancas a amarillas, lilas o violáceas dispuestas en inflorescencias racimosas, sobre un eje de 10-15 mm long., con 2 bractéolas alternas y una constricción geniculada 0,5-1,0 mm debajo del cáliz. Sépalos subiguales de forma triangular-acuminados, de 3-4 mm long. Pétalos desiguales, pétalos superiores subfalcados, oblongos a lanceolados, de 2-3 x 1-1,5 mm; pétalos laterales lanceolados, contraídos en la región media, de 3-5 x 1-2 mm; labelo unguiculado, con la base de 3-5 mm de largo y la lámina deltoidea a ovada con el ápice redondeado o en punta, de 4-7 x 4-9,5 mm. Estambres subsésiles de 3 x 0,8 mm, los 2 estambres anteriores con apéndice nectarífero globoso notorio. Ovario ovoide de 1 mm long., estilo y estigma 2 mm. Cápsula globosa 4-7 mm con semillas globosas, amarillas, de 2 mm diám.

**Distribución.** Especie con una amplia distribución geográfica, desde América Central hasta América del Sur, alcanzando el norte de la Argentina; crece en campos, al borde de bosques subhúmedos y en cursos secos de arroyos. Se encuentra en las provincias de Santiago del Estero, Catamarca, Tucumán, Chaco, Formosa, Salta y Jujuy, en el Valle de Lerma esta especie se halla confinada a un sector noreste, sobre el cordón montañoso al este de la ciudad de Salta, donde es muy poco frecuente.

**Observaciones.** *Pombalia oppositifolia* es una especie con notable grado de variabilidad morfológica, por lo que se incluye a *Pombalia hieronymi* (Griseb.) Paula-Souza en la sinonimia de esta especie.

**Material estudiado:** ARGENTINA. Prov. Salta: Dpto. Capital: Cdad. Salta, Cerro San Bernardo, 4-1892, Lillo 1794 (LIL); *Ibid.*, 200 m s.m., 8-1-1941, Meyer 3765 (LIL); *Ibid.*, Cerro al S del San Bernardo y El Portezuelo, 500 m al SE del edificio de Radio Club Salta,

1250-1350 m s.m., 26-1-1983, Novara 3078 (MCNS); *Ibid.*, Ruta 51, El Portezuelo, a la altura del Radio Club Salta, 1.250-1300 m s.m., 4-2-1983, Novara 3109 (MCNS).

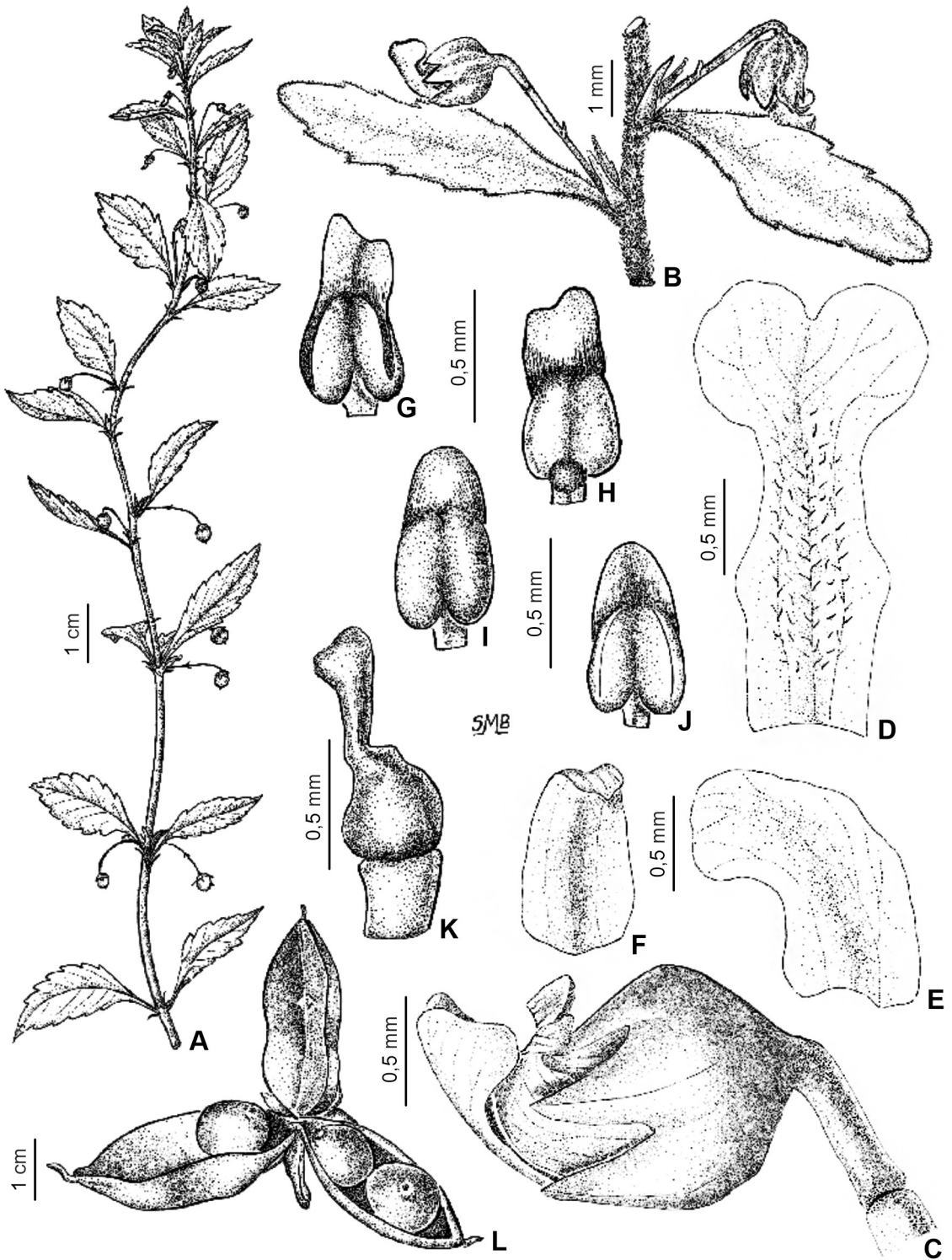
**2. *Pombalia parviflora*** (Mutis ex L.f.) Paula-Souza (Figs. 1, 3, 4)

[=*Ionidium glutinosum* Vent.= *Ionidium microphyllum* Kunth= *Hybanthus parviflorus* (Mutis ex L.f.) Baill.]

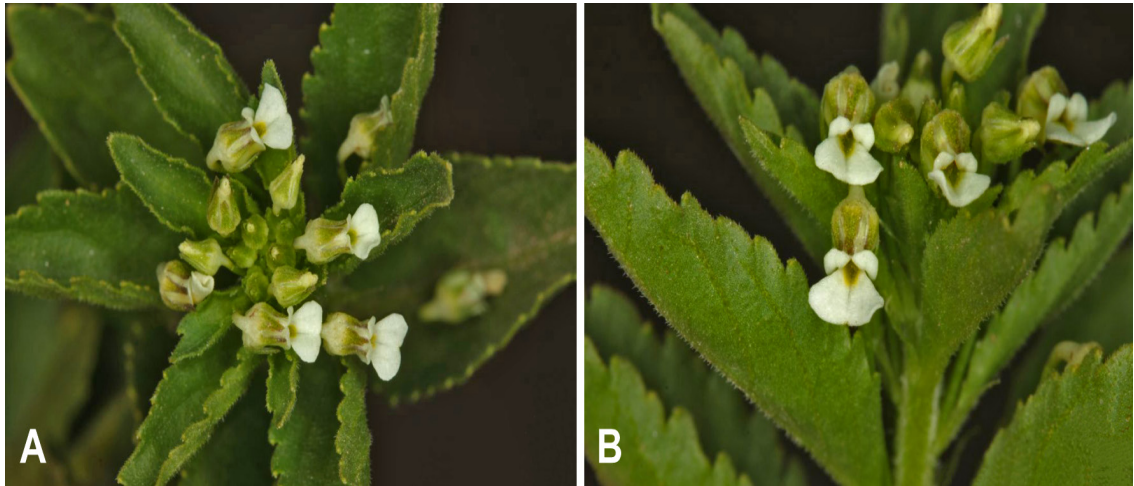
Hierba perenne o sufrutice de 20-40(-50) cm alt., ramificada desde la base, tallos erectos o ascendentes, glabros o glanduloso-pubescentes. Hojas basales opuestas, las apicales alternas, glabras o poco pubescentes; láminas elípticas, aserradas, sésiles o brevemente pecioladas, de 20-40 (-50) x 5-20 (-25) mm. Flores pequeñas, blancas y con máculas púrpuras en el extremo del labelo, solitarias en las axilas de las hojas superiores, formando un pseudoracimo; sépalos iguales, lanceolados, agudos, de 1-2 mm de largo; pétalos superiores oblongos, de 2-3 mm de largo; pétalos laterales subfalcados, oblongos a lanceolados, contraídos en la región media, de 1,2-3 mm de largo; labelo unguiculado, de 1-2-1,4 x 1,7-2,5 mm, con la base angosta y lámina dilatada en su extremo, de forma acorazonada, con el extremo truncado; estambres subsésiles, glabros, anteras de 0,4-0,5 mm de largo, los 2 estambres inferiores con apéndice nectarífero noduloso; ovario globoso, glabro; estilo recto a sigmoideo. Cápsula globosa, levemente apiculada, transversalmente 3-lobada, de 4-5 mm long. Semillas generalmente 6 por fruto, ovoides a globosas, de 0,8-1,1 mm de largo.  $2n = 12$  y  $2n = 24$

**Distribución.** Amplia distribución en Sudamérica, desde Colombia hasta sur de Brasil, Uruguay, norte y centro argentino hasta Buenos Aires, Mendoza y Río Negro. Es la especie más frecuente del género en el Valle de Lerma.

**Material estudiado.** ARGENTINA, Prov. Salta: Dpto. Capital, Potrero de Uruburu, 14-10-1982, Varela & Novara 203 (MCNS); Río Vaqueros, 5 km al W del puente de Ruta 9, 15-10-1981, Novara 2084 (MCNS); Cdad. Salta,



**Figura 3.** A. Planta con flores. B. Tallo con flores. C. Flor, vista lateral. D. Labio o pétalo inferior. E. Pétalo lateral. F. Pétalo superior. G-J. Estambre inferior. H. Estambre intermedio. I. Estambre superior. K. Gineceo. L. Fruto con semillas. (Seo et al., 2017).



**Figura 4.** *Pombalia parviflora*. **A.** Inflorescencia. **B.** flores. Fotos: Zanotti C. A. [Zuloaga 14594 (SI)], Flora Argentina.

alrededores, 1200 m s.m., 26-11-1949, Araque & Barkley 19 (LIL); Dpto. La Caldera: Potrero del Castillo, 2400 m s.m., 14-3-1952, Sleumer & Vervoorst 2812 (LIL); Dpto. Rosario de Lerma: Cpo. Quijano, dique Las Lomitas, 18-11-1985, Novara 4697 (MCNS); Quebrada del Toro, Ruta 51 km 32, 1750 m s.m., 16-1-1988, Novara 7515 (MCNS).

**3. *Pombalia serrata*** (Phil.) Paula-Souza (Figs. 1, 5)

[=*Ionidium hieronymi* Griseb. *Ionidium circaeoides* Humb. & Bonpl. ex Schult. *Hybanthus hieronymi* (Griseb.) Hassl.]

Hierba anual, glabra o diversamente pubescente, ramificada desde la base con tallos ascendentes o erguidos, de 5-15 (-20) cm alt. Hojas alternas, estipuladas, ascendentes con respecto al suelo, sésiles o con pecíolo muy breve, menor de 1 mm; lámina elíptica, atenuada en ambos extremos, aserrada, con 2-10 dientes notorios en las porciones media y distal de cada margen, de 15-30 x 5-9 mm. Flores azules y axilares con eje basal recto de 5-15 mm long. y con bractéolas apicales; pedúnculo arqueado, levemente pubescente, raro glabro, de 3-7 mm long. Sépalos subiguales, lanceolados, estriados, superiormente atenuados, levemente

pubescentes, de 3-5 mm de long. Pétalos color azul celeste, desiguales, los pétalos superiores ovoides, de 5-6 mm de largo; pétalos laterales subfalcados, oblongos, contraídos en la región media, de 7-8 mm de largo; labelo unguiculado, de 10-12 mm de largo, con la base angosta y la lámina suborbicular, en general más ancha que larga, con el extremo terminando en forma redondeada. Estambres con filamentos muy cortos, finamente pubescentes, los 2 anteriores con un apéndice nectarífero globoso a ovoide sobre el filamento y anteras gibosas en la base; ovario ovoide, glabro; estilo recto; ca. 1-2 mm de largo. Cápsula globosa, de 5-12 mm. Semillas ovoides con episperma liso, amarillo pajizo, hilo cavado sin formar expansiones aladas, de 2-3 mm de largo.

**Distribución.** Especie endémica de Argentina. Córdoba, San Luis, Mendoza, La Rioja, Catamarca, Santiago del Estero, Tucumán, hasta el sur de Salta. Muy escasa en lugares secos del sur del Valle de Lerma.

**Material estudiado.** ARGENTINA. Prov. Salta: Dpto. Guachipas, Alemania, Arroyo Las Pavas, 1-1937, Job 1504 (LP); Cuesta del Lajar, 10-2-1961, Meyer 21909 (LIL).





**Figura 5.** *Pombalia serrata*. **A.** Planta. **B.** Flor, vista lateral. **C.** Semilla. (Novara, 2007).

## AGRADECIMIENTOS

Deseo agradecer a la editora de la revista, Olga Martínez, por contestar mis consultas y sus valiosas sugerencias en el presente trabajo, así también a Adrián Jarsun por la confección del mapa y a los revisores anónimos por las observaciones realizadas.

## REFERENCIAS

- Novara, L. J. (1996). Violaceae. Flora del Valle de Lerma. *Aportes Botánicos de Salta*, Ser. Flora, 4 (10), 1-7. <http://eprints.natura.unsa.edu.ar/id/eprint/336>
- Paula-Souza, J., & Ballard, H. E. (2014). Re-establishment of the name *Pombalia*, and new combinations from the polyphyletic *Hybanthus* (Violaceae). *Phytotaxa*, 183, 1-15. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.183.1.1>
- Seo, M. N., Nicola, M., & Paula-Souza, J. (2017). Violaceae, género *Pombalia*. En F. O. Zuloaga, O. Morrone, & M. J. Belgrano (Eds.), *Flora Vascular de la República Argentina*, Vol. 17 (pp. 355-408). Estudio Sigma S.R.L.
- Flora Argentina. (20 de mayo de 2023). Violaceae. <http://www.floraargentina.edu.ar>
- Tokuoka, T. (2008). Molecular phylogenetic analysis of Violaceae (Malpighiales) based on plastid and nuclear DNA sequences. *Journal of Plant Research*, 121 (3), 253-260. <http://dx.doi.org/10.1007/s10265-008-0153-0>
- Wahlert, G. A. *et al.* (2014). A phylogeny of the Violaceae (Malpighiales) inferred from plastid DNA sequences: implications for generic diversity and intrafamilial classification. *Systematic Botany*, 39, 239-252. <http://dx.doi.org/10.1600/036364414X678008>





## Situación Actual y Avances en la Detección de la Infección de *Strongyloides stercoralis* en la Provincia de Salta (Argentina)

### Current Situation and Advance in the Detection of the *Strongyloides stercoralis* Infection in the Province of Salta (Argentina)

Rubén O. Cimino 

Instituto de Investigaciones de Enfermedades Tropicales (IINET), Facultad Regional Orán. Cátedra de Química Biológica-Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta, Av. Bolivia 5150 (A4408FVY), Salta, Argentina. rubencimino@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0002-4253-9077>

#### Resumen

Las geohelmintiasis (STH: soil transmitted helminths) o parasitosis *intestinales* son un grupo de parásitos transmitidos por el suelo, agua y ambientes contaminados por materia fecal. El *Strongyloides stercoralis*, es un parásito de amplia distribución en el mundo y afecta entre 380 a 600 millones de personas en el mundo. La epidemiología de *S. stercoralis*, todavía tiene vacíos de conocimiento, entre ellos el diagnóstico rápido, seguro y preciso. Desde la Universidad Nacional de Salta se vienen desarrollando hace más de 10 años actividades de investigación con el objetivo de mejorar la precisión en el diagnóstico. Nuestra experiencia abarca mejoras en el diagnóstico parasitológico, combinando hasta 4 técnicas como sedimentación-concentración; Baermann, Harada-Mori y placa de agar. Paralelamente, las técnicas inmunoenzimáticas (por ejemplo, ELISA o inmunoblot) y moleculares (qPCR, LAMP y Multiplex PCR) están mejorando la calidad del diagnóstico. Los avances logrados en la actualidad son importantes, pero aún falta trabajar en aspectos como: 1) desarrollo de plataformas moleculares para detectar varias especies de STH; 2) desarrollo de pruebas para la detección de resistencia a drogas *in situ*; 3) desarrollo de biomarcadores específicos y sensibles para decidir cuándo poner fin a un tratamiento y 4) estandarizar los procedimientos de diagnóstico y confeccionar directrices. Las STH siguen siendo un problema de salud pública, a la fecha hay evidencias suficientes que sugieren que se puede diseñar alguna plataforma inmunológica y/o molecular eficiente para el diagnóstico de la infección de *S. stercoralis*, para ser aplicado por el sistema de salud pública en zonas de alta endemicidad como es el norte de Salta.

**Palabras clave:** Diagnóstico; Geohelmintiasis; Salta (Argentina); Serología

#### Abstract

Geohelminthiasis (STH: soil-transmitted helminths) or intestinal parasitosis are a group of parasites transmitted by soil, water, and environments contaminated by fecal matter. *Strongyloides stercoralis* is a parasite with a wide distribution in the world and affects between 380 to 600 million people in the world. The epidemiology of *S. stercoralis* still has gaps in knowledge, including rapid, safe, and accurate diagnosis. From the National University of Salta, research activities have been carried out for more than 10 years with the aim of improving diagnostic accuracy. Our experience covers improvements in parasitological diagnosis, combining up to four techniques such as sedimentation-concentration, Baermann, Harada-Mori, and an agar plate. In parallel, immunological techniques (for example, ELISA or immunoblot) and molecular (qPCR, LAMP, and Multiplex PCR) are improving the quality of diagnosis. The advances achieved at present are important, but there is still work to be done in aspects such as: 1) the development of molecular platforms to detect several STH species; 2) the development of on-site resistance screening tests; 3) the development of specific and sensitive biomarkers to decide when to stop treatment and 4) standardize diagnostic procedures and develop guidelines. STH continues to be a public health problem, to date there is sufficient evidence to suggest that an efficient immunological and/or molecular platform can be designed for the diagnosis of *S. stercoralis* infection, to be applied by the public health system. in areas of high endemicity such as the north of Salta.

**Keywords:** Diagnosis; Geohelminthiasis; Salta (Argentina); Serology

Cimino, R. O. (2023). Situación actual y avances en la detección de la infección de *Strongyloides stercoralis* en la provincia de Salta. Revista Ciencias Naturales, 1(2), 92–98.

## Introducción

La Organización Mundial de la Salud, propuso agrupar a 20 enfermedades como Enfermedades Tropicales Desatendidas (NTDs: Neglected Tropical Diseases) estas enfermedades se caracterizan por ser prevalentes principalmente en áreas tropicales, que afectan a más de mil millones de personas pertenecientes de comunidades empobrecidas. Entre estas enfermedades encontramos a la Enfermedad de Chagas, dengue, leishmaniasis y geohelmintiasis, entre otras (Organización Mundial de la Salud, 2021).

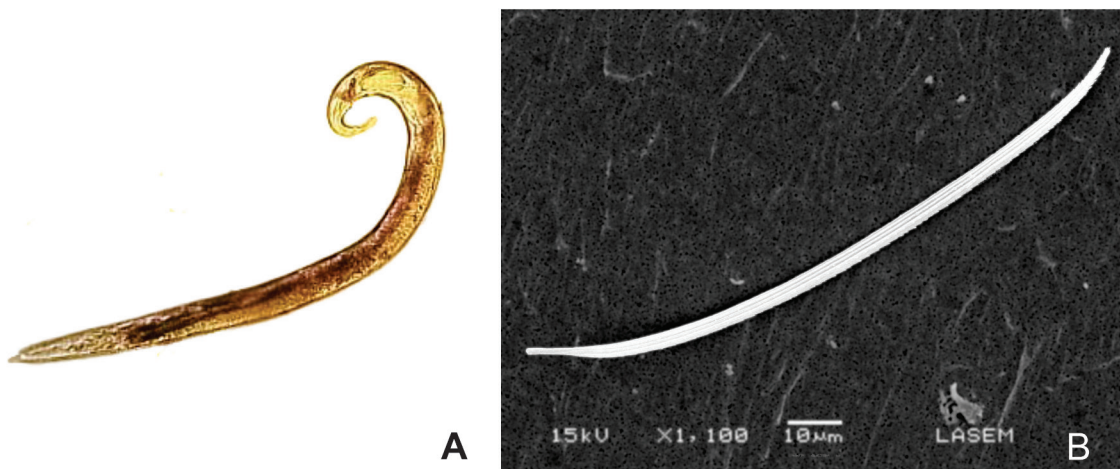
La geohelmintiasis (STH: soil transmitted helmintos) afecta a uno de cuatro individuos en el mundo, e involucra a cinco especies de parásitos: *Ascaris lumbricoides*, *Trichuris trichiura*, uncinarias (*Ancylostoma duodenale* y *Necator americanus*), y más recientemente *Strongyloides stercoralis* (Fig.1). Las estrategias para el control y erradicación están orientadas principalmente a la intervención mediante administración de tratamiento (antiparasitarios) como así también a las mejoras y acceso a agua potable, saneamiento (cloacas) oportunidades en el desarrollo socioeconómico (Chan *et al.*, 2023; Krolewiecki *et al.*, 2013).

La particularidad que tiene la biología de

*S. stercoralis*, que lo diferencia de los demás helmintos, es que tiene un ciclo de vida que involucra el suelo (vida libre) y otro de autoinfección dentro del humano, esto permite perpetuar la infección (Fig. 2). Otra diferencia es que es el único helminto que se libera como larva en la materia fecal, los demás se liberan como huevos. Esta liberación es intermitente y por lo tanto la detección por métodos parasitológicos es un problema (Cimino & Krolewiecki, 2014).

Las similitudes y características distintivas de *S. stercoralis* con los demás helmintos se resumen en la Tabla 1. De acuerdo con esto se puede entender las dificultades que tiene el diagnóstico y pensar en el diseño de nuevas estrategias que se complementen con el tradicional método parasitológico.

Los primeros estudios moleculares acerca de la variabilidad genética de *S. stercoralis* analizando el gen *cox1* (citocromo c oxidasa subunidad 1, gen mitocondrial) como marcador molecular en Latino América, permitió identificar la presencia de 10 haplotipos organizados en dos clústeres. Si bien todavía no se encontró asociación entre los haplotipos y presentación clínica o estatus inmunológico, se debe continuar estudiando más en profundidad, usando otros marcadores moleculares (Repetto *et al.*, 2022).



**Figura 1.** *Strongyloides stercoralis*. **A.** aspecto microscópico con microscopio de luz. **B.** vista con microscopio electrónico de barrido.

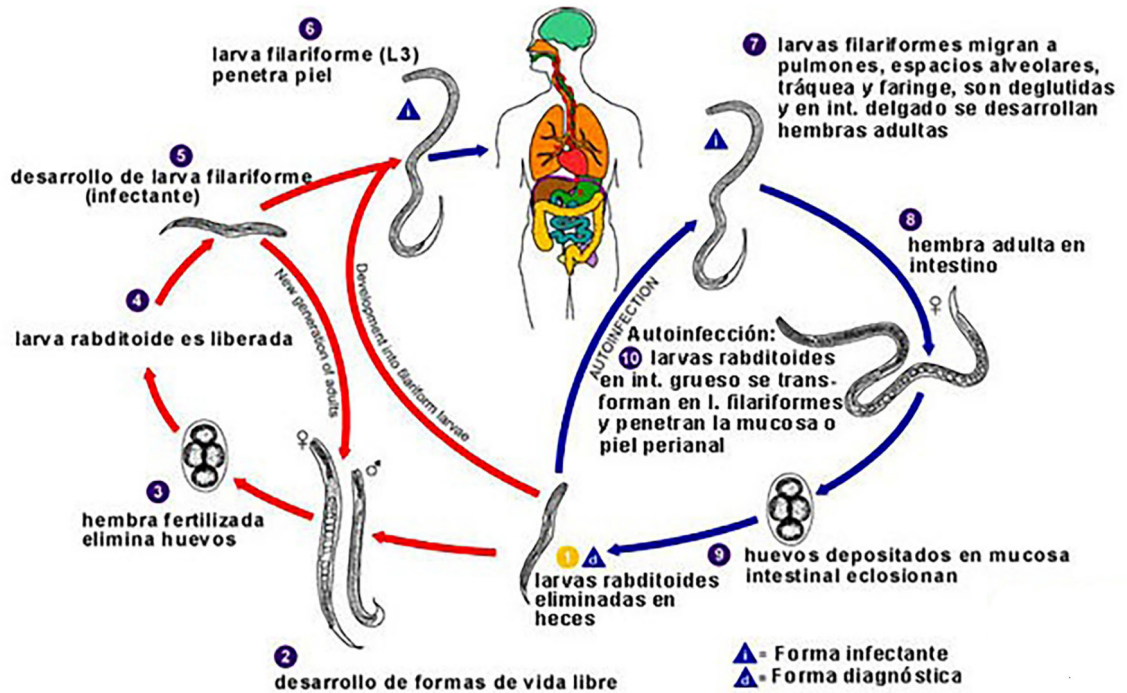


Figura 2. Ciclo de vida del *Strongyloides stercoralis*. Tomado de *Strongyloides\_LifeCycle\_Ig.jpg* (cdc.gov).

CARACTERÍSTICAS	<i>Ascaris lumbricoides</i>	<i>Trichuris trichiura</i>	<i>Ancylostoma duodenale</i>	<i>Necator americanus</i>	<i>Strongyloides stercoralis</i>
Multiplicación dentro del hospedador/ autoinfección	-	-	-	-	+++
Morbilidad aguda/crónico	+ / + + +	+ / + + +	+ + / + + + +	+ / + + +	+ + / + + + +
Potencial fatalidad	+	-	+ +	+	+ + + +
Diagnóstico	huevo	huevo	huevo	huevo	larva
Medición de la intervención	cura o descenso de la carga de parásitos	cura o descenso de la carga de parásitos	cura o descenso de la carga de parásitos	cura o descenso de la carga de parásitos	cura
Medición de la intervención	tasa de cura y tasa de reducción de huevos	tasa de cura y tasa de reducción de huevos	tasa de cura y tasa de reducción de huevos	tasa de cura y tasa de reducción de huevos	tasa de cura

Tabla 1. Principales características de los geohelmitos y *Strongyloides stercoralis* (Krolewiecki et al., 2013).

## Técnicas para la detección de *Strongyloides stercoralis*

### Técnicas Parasitológicas

Actualmente los métodos parasitológicos son las pruebas de referencia para la detección de larvas de *S. stercoralis*, se basan en la examinación de la materia fecal, tejido en biopsias o lavado broncoalveolar al microscopio de forma directa. Los métodos coproparasitológicos son: 1) sedimentación-concentrado, 2) Baermann, 3) placa de agar y 4) Harada-Mori, estos métodos tienen las desventajas de poseer baja sensibilidad, son laboriosos y son operador dependiente (Gelaye *et al.*, 2021; Krolewiecki *et al.*, 2013). La combinación de estos métodos permite mejorar la sensibilidad, según algunos reportes. La examinación de múltiples muestras es otra estrategia para aumentar la sensibilidad de estos métodos. El método de Baermann según los reportes puede detectar cuatro veces más casos que el método de sedimentación-concentración. En los casos de infecciones crónicas donde la carga parasitaria es baja la sensibilidad de estos métodos se ve disminuida (Knopp *et al.*, 2014).

### Métodos serológicos

Los métodos inmunoenzimáticos como ELISA (immunosorbent assay), IFAT (inmunofluorescencia test), western blot, LIPS (luciferase immunoprecipitation system assay) y más recientemente tiras reactivas inmunocromatográficas (dpstick test IgG4 SSRapid), son usados como alternativas para el diagnóstico de la infección por *S. stercoralis* y presentan ciertas ventajas sobre los métodos parasitológicos (Tabla 2) (Bisoffi *et al.*, 2014; Krolewiecki *et al.*, 2010). Varios estudios han demostrado que las pruebas serológicas tienen alta sensibilidad, dependiendo de tipo de prueba evaluada. El rango de sensibilidad y especificidad de las diferentes pruebas diagnósticas varían entre el 43% al 100%. La evaluación de 5 métodos inmunológicos (entre ellos ELISA comerciales, IFAT in-house, antígenos recombinantes NIE en ELISA y LIPS) realizado por Bisoffi *et al.*, 2014, revelaron una sensibilidad entre un 75% al 94%, comparados con IFAT usado como

prueba de referencia. La sensibilidad puede reducirse en pacientes inmunosuprimidos, en un estudio en Tailandia se reportó una sensibilidad del 43% usando IgG ELISA. Recientemente, un kit comercial ELISA (Strongy Detect, Inbios) combinando los antígenos recombinantes NIE/SSIR para detectar anticuerpos de los tipos IgG e IgG4, tuvieron una sensibilidad del 92% y 81%, respectivamente, mientras que la especificidad fue del 91% y 94%, respectivamente (Chan *et al.*, 2023).

### Métodos moleculares

Las técnicas moleculares son una herramienta que se complementa con las técnicas parasitológicas y serológicas permitiendo aumentar la precisión del diagnóstico. Las variantes de técnicas van desde PCR convencional, Nested PCR, multiplex PCR, Illumina, qPCR y más recientemente LAMP. Estas técnicas permiten la identificación molecular de especies, filogenia y estudios de diversidad genética de *S. stercoralis* (Fleitas *et al.*, 2021; Chan *et al.*, 2023; Knopp *et al.*, 2014). Las ventajas y limitaciones se describen en la Tabla 2.

### Avances en el diagnóstico de *Strongyloides stercoralis* a nivel local

El norte de la provincia de Salta es zona de alta endemicidad de la geohelmintiasis, las características ambientales, la pobreza, la falta de accesibilidad al agua potable y cloacas para la eliminación de excretas permite que aumente el riesgo de la contaminación del suelo por materia fecal. Al año 2000, se reportaron prevalencias de geohelminfos que alcanzaban el 70%, y la infección por *S. stercoralis* de un 50% (Taranto *et al.*, 2003).

El Instituto de Investigaciones de Enfermedades Tropicales (IIET) de la Universidad de Nacional de Salta y en colaboración con otros grupos de investigadores vienen desarrollando actividades de innovación tecnológica como así también de búsqueda de estrategias para mejorar el diagnóstico de la infección por *S. stercoralis*.

En el laboratorio del IIET de la Facultad Regional Orán de la U.N.Sa., de



MÉTODOS	VENTAJAS	LIMITACIONES
Parasitológicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Bajo costo comparado a las técnicas inmunológicas y moleculares.</li> <li>■ Fácil implementación en el campo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Requiere gran cantidad de muestras para mejorar la sensibilidad debido a la irregularidad en la liberación de larvas en la materia fecal.</li> <li>■ Se puede confundir con larvas de uncinarias debido a la similitud de morfología.</li> <li>■ Requiere larvas vivas.</li> </ul>
Inmunológicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Alta sensibilidad, con respecto a los parasitológicos y técnicas moleculares.</li> <li>■ No dependiente a la liberación de larvas.</li> <li>■ Alta especificidad, principalmente los antígenos recombinantes.</li> <li>■ Se puede realizar usando otro material biológico como saliva y/o materia fecal.</li> <li>■ Baja complejidad de equipamiento y adiestramiento técnico.</li> <li>■ Tiras inmunocromatográficas son prácticas para diagnóstico de laboratorio y/o campo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Potencial reacción cruzada con otros helmintos (principalmente los extractos crudos de parásitos como antígenos).</li> <li>■ Persistencia de anticuerpos impide determinar si es infección presente o pasada (principalmente en área endémicas).</li> </ul>
Moleculares	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Mayor sensibilidad que los métodos parasitológicos.</li> <li>■ Alta especificidad con respecto a los métodos serológicos.</li> <li>■ Capacidad de detectar larvas muertas.</li> <li>■ Aumenta la precisión para identificación molecular de especies.</li> <li>■ Capacidad de detectar otros helmintos mediante ensayos múltiples.</li> <li>■ Detección de parásitos en otros ambientes, como suelo y/o orina.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Potencial reacción cruzada con otros helmintos.</li> <li>■ Falta de standard para PCR y protocolo de extracción de ADN, causando variación en la sensibilidad y especificidad.</li> <li>■ Por la irregularidad en la liberación de larvas se necesita aumentar el volumen de muestra.</li> </ul>

Tabla 2. Ventajas y limitaciones de cada técnica para la detección de *Strongyloides stercoralis*. (Chan *et al.*, 2023).

forma rutinaria se realizan cinco métodos coproparasitológicos: a) sedimentación concentración, b) McMaster, c) Harada-Mori, d) Baermann, y e) Placa de Agar. La posibilidad de contar con todos estos métodos permite aumentar la sensibilidad para detectar principalmente las larvas de *S. stercoralis* y otros helmintos. En un estudio realizado en el norte de Salta, se pudo determinar una sensibilidad del 43,6% (IC95%: 25,7%-70,4%) combinando tres métodos parasitológicos

(sedimentación-concentración, Harada-Mori y Baermann) (Krolewiecki *et al.*, 2018).

Paralelamente se fue avanzando en la incorporación de una serología para el diagnóstico específico, los diferentes estudios donde se evaluó el ELISA-NIE con panel de sueros del norte de Salta, se determinó una sensibilidad entre un 75%-85%, y especificidad del 94%-100%. Este antígeno no cruza con otros helmintos como uncinarias

y *A. lumbricoides*. Además, por este método se puede detectar los falsos negativos de la coproparasitológica.

Si bien la sensibilidad del ELISA-NIE puede ser baja para el diagnóstico clínico, representa un avance importante y particularmente como herramienta para estudios epidemiológicos como son los estudios de prevalencias e impacto de intervención quimioterapéutica y de saneamiento en agua e higiene. De acuerdo con esto, se estimó que la prevalencia serológica en la región del noroeste es aproximadamente el 20% (IC: 19,4-22,4%). Mientras que, en un estudio llevado a cabo en la localidad de Pichanal, se pudo detectar seroconversión (cura serológica) en la población y se pudo concluir que el impacto combinado entre la intervención quimioterapéutica con antiparasitarios acompañado con mejoras en las condiciones de saneamiento e higiene mejora el estatus de salud poblacional (Cimino *et al.*, 2015; Echazú *et al.*, 2017; Vargas *et al.*, 2017).

Con el avance del desarrollo biotecnológico y principalmente en el diagnóstico de la biología molecular, se desarrollaron y evaluaron las técnicas de qPCR y multiplex PCR para aumentar la sensibilidad del diagnóstico e identificación de especies de parásitos. Con esta última técnica se pudo determinar una sensibilidad del 97,4% para *S. stercoralis* y 90,3% para uncinarias, y una especificidad del 100% y 87,6%, respectivamente. Lo importante de este multiplex PCR es que se pudo detectar 4 veces más casos de coinfecciones comparado con la parasitología (15,3% vs 3,5%). Con respecto a la identificación de especies, se observó una asociación positiva entre *S. stercoralis* con *N. americanus* (odds ratio= 3,22) (Cimino *et al.*, 2015; Fleitas *et al.*, 2021).

De manera exploratoria, se iniciaron los primeros ensayos en el diagnóstico de *S. stercoralis*, utilizando como material biológico la orina de pacientes, principalmente pensado en el desarrollo de una técnica no invasiva alternativa a la extracción de sangre. La sensibilidad de la PCR para detectar ADN de *S. stercoralis* en orina fue de un

75% (IC95%: 54%-92%) (Krolewiecki *et al.*, 2018). Estos resultados nos alientan a seguir trabajando y poder extrapolar esta modalidad para el diagnóstico de otras patologías regionales como Enfermedad de Chagas o leishmaniasis cutánea.

Los avances en el diagnóstico son importantes, aun así, todavía falta trabajar en cómo se puede transferir estas herramientas al sistema público de salud y puede ser utilizado el diagnóstico clínico. Sin dudas es otro eslabón que se necesita introducirse para poder vincular los logros en el campo científico con el sistema de salud asistencial y la industria en salud.

## Referencias

- Bisoffi, Z., Buonfrate, D., Sequi, M., Mejia, R., Cimino, R. O., Krolewiecki, A. J., Albonico, M., Gobbo, M., Bonafini, S., Angheben, A., Requena-Mendez, A., Muñoz, J., & Nutman, T. B. (2014). Diagnostic accuracy of five serologic tests for *Strongyloides stercoralis* infection. *PLoS Neglected Tropical Disease*, 8(1), e2640. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0002640>
- Cimino, R. O., Jeun, R., Juárez, M., Cajal, P. S., Vargas, P., Echazú, A., Bryan, P. E., Nasser, J., Krolewiecki, A., & Mejia, R. (2015). Identification of human intestinal parasites affecting an asymptomatic peri-urban Argentinian population using multi-parallel quantitative real-time polymerase chain reaction. *Parasites Vectors*, 8, 380. <https://doi.org/10.1186/s13071-015-0994-z>
- Cimino, R. O., & Krolewiecki, A. (2014). The Epidemiology of Human Strongyloidiasis. *Current Tropical Medicine Reports*, 1, 216-222. <https://doi.org/10.1007/s40475-014-0035-6>
- Echazú, A., Juárez, M., Vargas, P. A., Cajal, S. P., Cimino, R. O., Heredia, V., Caropresi, S., Paredes, G., Arias, L. M., Abril, M., Gold, S., Lammie, P., & Krolewiecki, A. J. (2017). Albendazole and ivermectin for the control of soil-transmitted helminths in an area with high prevalence of *Strongyloides stercoralis* and hookworm in northwestern Argentina: A community-based pragmatic study. *PLoS Neglected Tropical Disease*, 11(10), e0006003. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0006003>
- Fleitas, P. E., Vargas, P. A., Caro, N., Almazán, M. C., Echazú, A., Juárez, M., Cajal, P., Krolewiecki, A. J., Nasser, J. R., & Cimino, R. O. (2021). Scope and limitations of a multiplex conventional PCR for the diagnosis of *S. stercoralis* and hookworms. *The Brazilian*

- Journal of Infectious Diseases, 25(6), 4-9. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2021.101649>
- Gelaye, W., Williams, N. A., Kepha, S., Junior, A. M., Fleitas, P. E., Marti-Soler, H., Damtie, D., Menkir, S., Krolewiecki, A. J., Van Lieshout, L., & Enbiale, W. (2021). Performance evaluation of Baermann techniques: The quest for developing a microscopy reference standard for the diagnosis of *Strongyloides stercoralis*. PLoS Neglected Tropical Disease, 15(2), 1-13. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0009076>
- Chan, A. H. E., & Thienkham, U. (2023). From past to present: opportunities and trends in the molecular detection and diagnosis of *Strongyloides stercoralis*. Parasites Vectors, 16, 123. <https://doi.org/10.1186/s13071-023-05763-8>
- Knopp, S., Salim, N., Schindler, T., Karagiannis Voules, D. A., Rothen, J., Lweno, O., Mohammed, A. S., Singo, R., Benninghoff, M., Nsojo, A. A., Genton, B., & Daubenberg, C. (2014). Diagnostic Accuracy of Kato-Katz, FLOTAC, Baermann, and PCR Methods for the Detection of Light-Intensity Hookworm and *Strongyloides stercoralis* Infections in Tanzania. The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene, 90(3), 535-545. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.13-0268>
- Krolewiecki, A. J., Koukounari, A., Romano, M., Caro, N. N., Scott, A. L., Fleitas, P., Cimino, R., & Shiff, C. J. (2018). Transrenal DNA-based diagnosis of *Strongyloides stercoralis* (Grassi, 1879) infection: Bayesian latent class modeling of test accuracy. PLoS Neglected Tropical Disease, 12(6), e0006550 <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0006550>
- Krolewiecki, A. J., Lammie, P., Jacobson, J., Gabrielli, A.-F., Levecke, B., Socias, E., Arias, L. M., Sosa, N., Abraham, D., Cimino, R., Echazú, A., Crudo, F., Verduyck, J., & Albonico, M. (2013). A public health response against *Strongyloides stercoralis*: time to look at soil-transmitted helminthiasis in full. PLoS Neglected Tropical Disease, 7(5), e2165. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0002165>
- Krolewiecki, A. J., Ramanathan, R., Fink, V., McAuliffe, I., Cajal, S. P., Won, K., Juarez, M., Di Paolo, A., Tapia, L., Acosta, N., Lee, R., Lammie, P., Abraham, D., & Nutman, T. B. (2010). Improved diagnosis of *Strongyloides stercoralis* using recombinant antigen-based serologies in a community-wide study in northern Argentina. Clinical and Vaccine Immunology, 17(10), 1624-1630. <https://doi.org/10.1128/CVI.00259-10>
- Organización Mundial de la Salud. (2021). Poner fin a la desatención para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible: hoja de ruta sobre enfermedades tropicales desatendidas 2021-2030 [Ending the neglect to attain the Sustainable Development Goals: a road map for neglected tropical diseases. <https://www.who.int/es/publications/item/9789240010352>
- Repetto, S. A., Braghini, J. Q., Risso, M. G., Argüello, L. B., Batalla, E. I., Stecher, D. R., Sierra, M. F., Burgos, J. M., Radisic, M. V., González Cappa, S. M., & Ruybal, P. (2022). Molecular typing of *Strongyloides stercoralis* in Latin America, the clinical connection. Parasitology, 149(1), 24-34. <https://doi.org/10.1017/S0031182021001517>
- Taranto, N. J., Cajal, S. P., De Marzi, M. C., Fernández, M. M., Frank, F. M., Brú, A. M., Minvielle, M. C., Basualdo, J. A., & Malchiodi, E. L. (2003). Clinical status and parasitic infection in a Wichí Aboriginal community in Salta, Argentina. Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine & Hygiene, 97(5), 554-558. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15307425>
- Vargas, P., Krolewiecki, A. J., Echazú, A., Juárez, M., Cajal, P., Gil, J. F., Caro, N., Nasser, J., Lammie, P., & Cimino, R. O. (2017). Serologic monitoring of public health interventions against *Strongyloides stercoralis*. The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene, 97(1). <https://doi.org/10.4269/ajtmh.16-0857>



## Anatomía Foliar y Caulinar de *Mutisia acuminata* var. *paucijuga* y *M. hamata* (Asteraceae, Mutisioideae)

### Leaf and Stem Anatomy of *Mutisia acuminata* var. *paucijuga* and *M. hamata* (Asteraceae, Mutisioideae)

Carlos A. Gómez<sup>\*,1,2</sup> , M. Mercedes Alemán<sup>1</sup> , Diego López Spahr<sup>1</sup>  & Roberto H. Martínez<sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Laboratorio de Histología y Anatomía de Plantas Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta, Avenida Bolivia 5150, (A4408FVY) Salta, Argentina, mercialem@yahoo.com.ar - <https://orcid.org/0000-0002-5581-7945>; diegolopezspahr@gmail.com - <https://orcid.org/0000-0001-6003-5588>; martinezrobertohernan@gmail.com <https://orcid.org/0000-0003-2786-3378>

<sup>2</sup> Laboratorio de Microscopía Electrónica de Barrido (LASEM), Universidad Nacional de Salta, Av. Bolivia 5150, (A4408FVY) Salta, Argentina. autor correspondiente: carlosunsa@gmail.com - <https://orcid.org/0000-0002-4870-8820>

#### Resumen

Se presenta la anatomía foliar y caulinar de *Mutisia acuminata* var. *paucijuga* y *M. hamata*, dos especies andinas, con el objetivo de analizar sus características anatómicas con potencial adaptativo a su entorno. Se colectó material vegetal en la provincia de Salta (Argentina), el cual fue procesado mediante técnicas convencionales para estudios con microscopía óptica y microscopía electrónica de barrido. Ambas especies tienen similitud en sus caracteres anatómicos foliares y caulinares, tales como tallo con anillo completo, hojas dorsiventrales con estomas anomocíticos, tricomas glandulares. *M. hamata* se distingue por sus caracteres xeromórficos, hojas con una cutícula fuertemente estriada, epidermis con abundantes tricomas y estomas parcialmente hundidos, además de los canales secretores en la corteza del tallo. Se presentan las correspondientes fotomicrografías obtenidas con microscopio óptico y microscopio electrónico de barrido.

**Palabras clave:** Canales secretores; Estrías cuticulares; Histología; Xerófitas

#### Abstract

The leaf and stem anatomy of *Mutisia acuminata* var. *paucijuga* and *M. hamata*, two andean species from South America, is presented in order to analyze their anatomical features with adaptive potential to their environment. Plant material was collected in the province of Salta (Argentina) and processed using conventional techniques for light microscopy and scanning electron microscopy studies. Both species are similar in their leaf and cauline anatomical characteristics, such as, stem with complete ring, dorsiventral leaves with anomocytic stomata, and glandular trichomes. *M. hamata* is distinguished by its xeromorphic characters, leaves with strongly striated cuticles, epidermis with abundant trichomes and partially sunken stomata, and secretory canals in the stem cortex. The corresponding photomicrographs obtained with optical microscopy and scanning electron microscopy are presented.

**Keywords:** Secretory channels; Striated cuticle; Histology; Xerophytes

---

Gómez, C. A., Alemán, M. M., López Spahr, D. & Martínez R. H. (2023) Anatomía Foliar y Caulinar de *Mutisia acuminata* var. *paucijuga* y *M. hamata* (Asteraceae, Mutisioideae). Revista Ciencias Naturales, 1(2), 99–106.



## INTRODUCCIÓN

Las características de las plantas están relacionadas al ambiente donde viven, así las plantas xerófilas presentan adaptaciones anatómicas, fisiológicas y/o fenológicas que les permite evitar o tolerar el estrés hídrico, entre otros factores (Fahn & Cutler, 1992; Dickison, 2000). Sin embargo, algunas especies presentan rasgos anatómicos, mesomórficos y/o algunos xeromórficos, que les facilita colonizar diferentes ambientes, incluidos aquellos con poca disponibilidad de agua y nutrientes (Pérez-Cuadra & Cambi, 2014; Rivera *et al.*, 2017). Comprender y reconocer dichas adaptaciones resulta útil para comprender la base genética de la plasticidad que exhiben las plantas, y nos permite entender la variación fenotípica en un mismo genotipo (Gilroy & Trewavas, 2001; Van Kleunen & Fischer, 2005).

Por otra parte, las características anatómicas de las plantas posibilitan la interpretación de sus adaptaciones a su entorno (Metcalfe & Chalk, 1979; Kraus *et al.*, 2010), y resultan muy importantes para comprender los estudios relacionados con aspectos evolutivos, ecológicos y fisiológicos (Endress & Gregory, 2000; Pérez-Cuadra & Cambi, 2014; Rivera *et al.*, 2021; Martínez-Quezada *et al.*, 2022).

La familia Asteraceae, es una de las familias más diversas de las Angiospermas. En Argentina crecen unas 2600 especies (Zuloaga *et al.*, 2019). La subfamilia Mutisioideae tiene su mayor diversidad en la región andina, habitan ambientes tanto húmedos como secos, tales como quebradas y laderas de cerros, pastizales de altura, suelos secos, pedregales y salitrales; en general, son arbustos o pequeños árboles que florecen en el invierno y constituyen fuente de alimento para los picaflores (Novara *et al.*, 1995; Katinas *et al.*, 2008).

En la anatomía de Asteraceae se han descrito especializaciones ecológicas identificadas a través de características anatómicas, tales como, presencia de canales secretores, canales laticíferos, haces medulares y corticales,

tricomas glandulares, crecimiento secundario anómalo, entre otros, considerados de valor taxonómico por su importante valor diagnóstico (Metcalfe & Chalk, 1950; Fahn, 1979; Melo-de-Pinna & Menezes, 2002; Rivera *et al.*, 2019).

El objetivo de este trabajo es presentar la anatomía foliar y caulinar de dos especies andinas de *Mutisia* de la provincia de Salta, *M. acuminata* Ruiz & Pav. var. *paucijuga* (Griseb.) y *M. hamata* Reiche (Asteraceae, subfam. Mutisioideae), y relacionar sus características con el ambiente. Estas descripciones amplían el conocimiento sobre la biología de estas especies, y resultan útiles para comprender ciertas adaptaciones anatómicas de las plantas a su entorno, como así también podrían contribuir a futuros estudios filogenéticos de estas plantas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente trabajo se estudiaron los órganos vegetativos, tallo y hoja, de *Mutisia acuminata* var. *paucijuga* (Fig. 1A) y *M. hamata* (Fig. 2A) (Asteraceae, subfam. Mutisioideae), ambas especies son nativas del noroeste de Argentina. *Mutisia acuminata* var. *paucijuga* crece entre 1700-3400 m s.m. y *M. hamata* entre 2500-4500 m s.m., en Prepuna, Puna y Altoandino, regiones biogeográficas caracterizadas por una marcada amplitud térmica (Cabrera, 1978).

Las muestras para este estudio provienen de la provincia de Salta. Los ejemplares fueron identificados por el Ing. Diego López Spahr y depositados en el Herbario MCNS: *Mutisia acuminata* var. *paucijuga*. Argentina. Salta. Dpto. Rosario de Lerma, El Alisal, 1805 m.s.m., 13-11-2022, López Spahr s. n. (MCNS 13680). *Mutisia hamata*. Argentina. Salta. Las Cuevas, Dpto. Los Andes, 3500 m.s.m., 13-11-2022, López Spahr s.n. (MCNS 13681).

Para los estudios histológicos se tomaron cinco muestras de hojas y secciones de tallos primarios en estado vegetativo por ser éstos los órganos que exhiben mayor diversidad de caracteres morfoanatómicos (Dickinson, 2000).

En *M. acuminata* var. *paucijuga*, de hojas pinnaticompuestas, se tomó de referencia a los folíolos centrales. Para ambas especies se consideró el sexto entrenudo de ejes primarios.

El material fue fijado y conservado en FAA (50 % de etanol, 10 % de formalina, 5 % de ácido acético). Las muestras se deshidrataron usando una serie de alcohol etílico, se infiltraron e incluyeron en parafina según Johansen (1940) y luego fueron seccionadas (10-15  $\mu$ m) por un micrótopo de deslizamiento Leica SM 2000R. Para la clasificación de los estomas se siguió a Metcalfe & Chalk (1979). Las observaciones y fotografías se lograron con un microscopio óptico Leica DM 2500.

Para el análisis con microscopía electrónica de barrido (MEB), se utilizaron cinco muestras de cada órgano por cada especie estudiada, las que fueron fijadas y conservadas en glutaraldehído 2,5%, la deshidratación se realizó con una serie creciente de alcohol etílico, posteriormente fueron secadas por punto crítico en un drying apparatus DCP-1 critical point-Denton vacuum. Las muestras fueron montadas en tacos de aluminio, recubiertas con oro utilizando un equipo Denton vacuum-desk IV. Las observaciones fueron realizadas con un microscopio Jeol JSM -6480 LV.

## RESULTADOS

### Anatomía caulinar de *Mutisia acuminata* var. *paucijuga*

El eje caulinar, en sección transversal, tiene forma circular (Figs. 1B-D), muestra una epidermis (ep) uniestratificada con células isodiamétricas con cutícula delgada y tricomas glandulares 1-2-celulares (tg); la corteza está constituida por colénquima angular organizado en dos capas de células (c) seguido del tejido parenquimático (tp) formado por células isodiamétricas de gran tamaño con paredes delgadas; los 12 haces vasculares (hv) cerrados forman un anillo vascular (av) continuo que delimitan la médula (m), cada haz vascular presenta un casquete perifloemático de fibras (fi).

### Anatomía foliar de *Mutisia acuminata* var. *paucijuga*

La lámina es hipostomática, en sección transversal (Figs. 1E-F) tiene una epidermis uniestratificada, con epidermis adaxial (ead) formada por células isodiamétricas y piriformes de mayor tamaño, mientras la epidermis abaxial (eab) tiene células isodiamétricas regulares, en vista frontal las células de paredes suavemente onduladas tienen estrías poco notables (Fig. 1G), y estomas anomocíticos ubicados al mismo nivel de las células epidérmicas; el mesófilo es de tipo dorsiventral, formado por una capa de células parenquimáticas en empalizada (pe) y 4-6 capas de parénquima esponjoso (pes) con haces vasculares colaterales pequeños (hv).

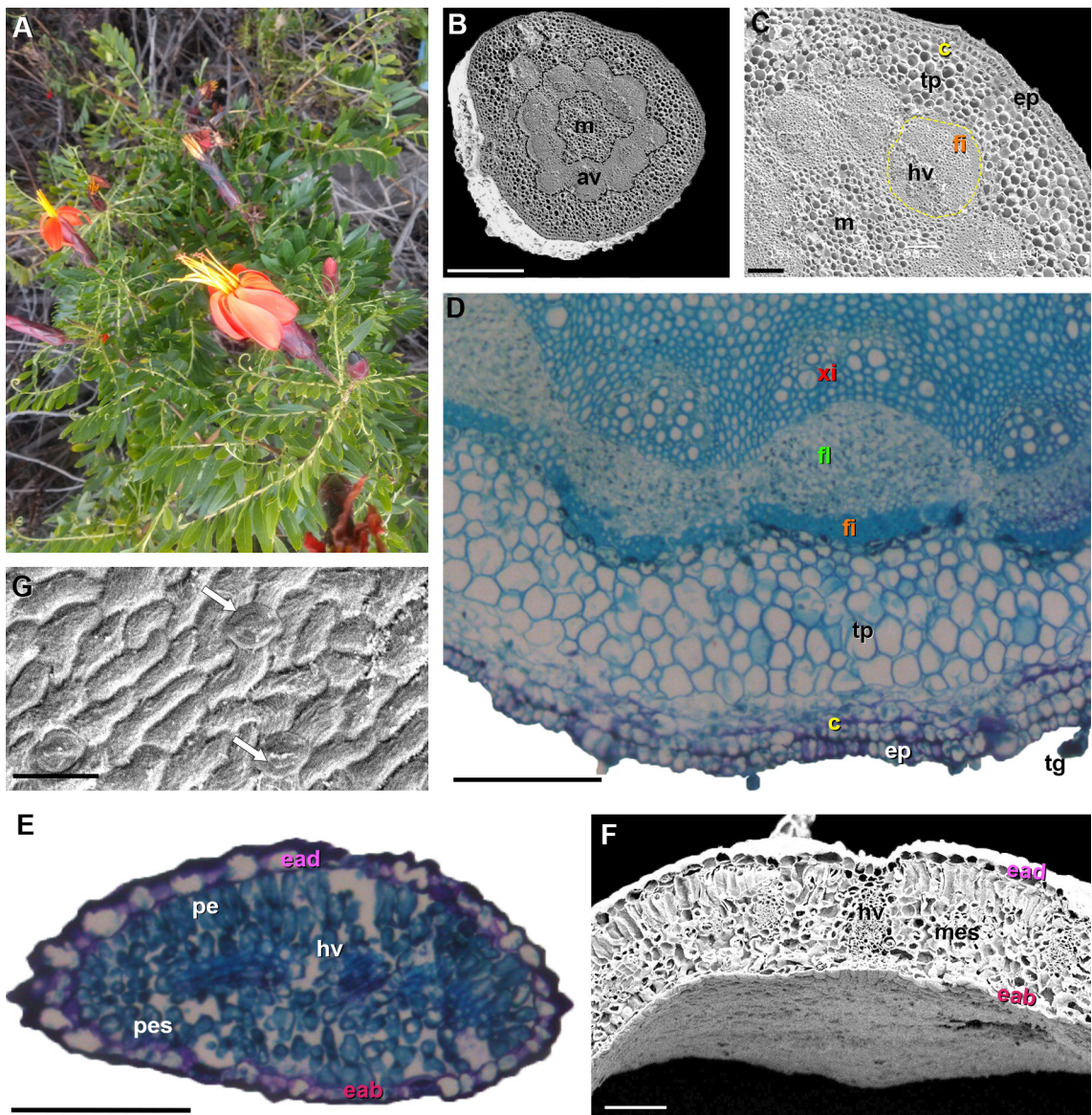
### Anatomía caulinar de *Mutisia hamata*

El eje caulinar, en sección transversal (Figs. 2B-D) es circular, presenta una epidermis uniestratificada con células isodiamétricas con cutícula delgada (ep), tricomas glandulares 2-4-celulares (tg) y tricomas no glandulares, filiformes (t), largos; la corteza presenta colénquima angular (c) en dos capas, y parénquima (tp) formado por células grandes de paredes delgadas con canales secretores (punta de flecha); los haces vasculares (hv) con casquete perifloemático con fibras (fi), opuestas al floema primario, forman un anillo continuo (av) alrededor de la médula (m) constituida por células parenquimáticas de paredes delgadas.

### Anatomía foliar de *Mutisia hamata*

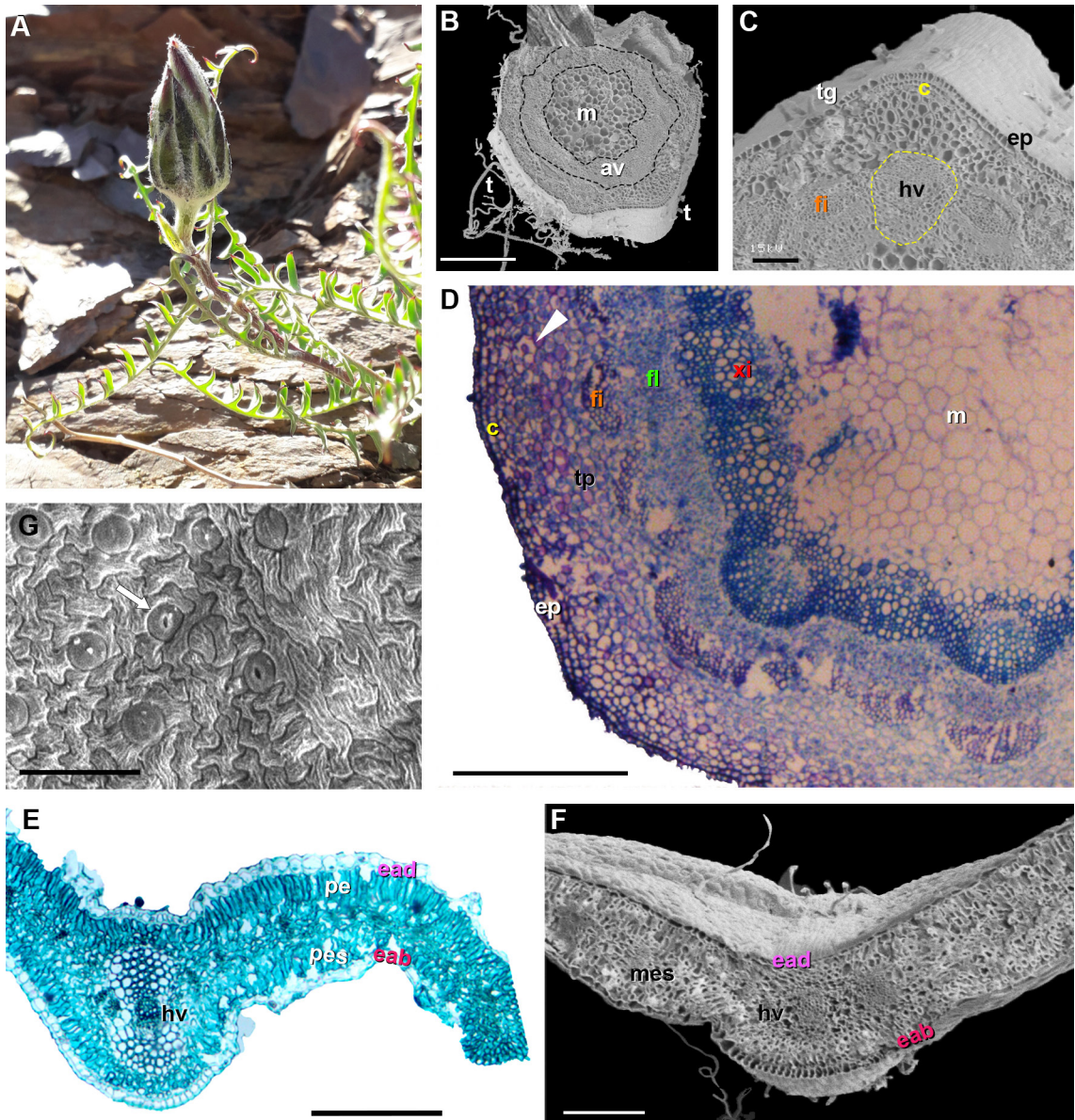
La lámina es anfiestomática, con tricomas filiformes y glandulares; en corte transversal (Figs. 2E-F) muestra una epidermis uniestratificada formada por células isodiamétricas en ambas epidermis, cubiertas por cutícula gruesa, en vista frontal muestra células de paredes fuertemente onduladas (Fig. 2G) y notablemente estriadas, con estomas anomocíticos parcialmente hundidos; el mesófilo es de tipo dorsiventral constituido por dos capas de parénquima en empalizada (pe) y dos capas de parénquima esponjoso (pes) con grandes espacios intercelulares, y nervadura





**Figura 1.** *Mutisia acuminata* var. *paucijuga*. **A.** Vista general de la planta. Fotomicrografía de cortes transversales caulinares y foliares (MEB, MO). **B.** Corte transversal del tallo mostrando anillo vascular (av) y médula (m). **C-D.** Detalle de sección parcial del tallo, mostrando colénquima (c), tejido parenquimático (tp), haz vascular (hv) con xilema (x) y floema (fi), fibras (fi), médula (m) y tricomas glandulares (tg). **E-F.** Corte transversal de lámina, epidermis abaxial (eab), epidermis adaxial (ead), parénquima empalizado (pe), parénquima esponjoso (pes), haz vascular (hv). **G.** epidermis abaxial con estomas (flechas). Barras: B: 500 µm, C-D-E-F: 100 µm, G: 50 µm,





**Figura 2.** *Mutisia hamata*. **A.** Vista general de la planta. Fotomicrografía de cortes transversales caulinares y foliares (MEB, MO). **B.** Corte transversal del tallo mostrando anillo vascular (av) y médula (m). **C-D.** Detalle de sección parcial del tallo, mostrando colénquima (c), canal secretor (punta de flechas), tejido parenquimático (tp), haz vascular (hv) con xilema (x) y floema (fl), fibras (fi), médula (m), tricomas largos (t) y tricomas glandulares (tg). **G.** epidermis abaxial con estomas (flechas). **E-F.** Corte transversal de lámina, epidermis abaxial (eab), epidermis adaxial (ead), parénquima empalizado (pe), parénquima esponjoso (pes), haz vascular (hv). Barras: C-D-E-G: 100  $\mu$ m; B-F: 200  $\mu$ m.



central con lado convexo pronunciado hacia el lado abaxial, con haz vascular central (hv).

Ambas especies se diferencian en el tallo, por el tipo de tricomas, la presencia de canales

de secreción y tipo de haces vasculares, y en las hojas, por la forma de las células epidérmicas, depósito de cutina, posición de los estomas e presencia de tricomas (Tabla 1).

Características anatómicas		<i>Mutisia acuminata</i> var. <i>paucijuga</i>	<i>Mutisia hamata</i>
T A L L O	Epidermis: tricomas	glandulares 1-2-celulares. cortos	glandulares cortos 2-4-celulares, cortos, y no glandulares filiformes, largos
	Corteza	sin canales de secreción	con canales de secreción
	Haces vasculares	cerrados	abiertos
H O J A	Tricomas	glabra	tricomas filiformes y glandulares
	Posición de los estomas	hipostomática	anfiestomática, con estomas parcialmente hundidos
	Células epidérmicas: vista frontal	paredes suavemente onduladas con estrías	paredes fuertemente onduladas con estrías notables

**Tabla 1.** Diferencias anatómicas en la morfología caulinar y foliar entre *Mutisia acuminata* var. *paucijuga* y *Mutisia hamata*.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

La anatomía de Asteraceae no es uniforme entre sus especies (Metcalf & Chalk, 1950; Ciccarelli et al., 2007; Da Silva et al., 2014; Rivera et al., 2019). En este estudio, se encontró que *Mutisia hamata* y *M. acuminata* var. *paucijuga* tienen caracteres anatómicos que contribuyen a la identificación de las especies, como así también comparten otros caracteres anatómicos.

En la anatomía caulinar se observa que, ambas especies tienen epidermis con tricomas glandulares y corteza con colénquima angular, aunque se diferencian por la presencia de canales secretores en el parénquima cortical de *M. hamata*. Estos tricomas glandulares y canales secretores fueron descritos para otras especies de la familia Asteraceae (Metcalf & Chalk, 1979; Riveira et al., 2019).

Las hojas de *M. acuminata* var. *paucijuga* son hipoestomáticas mientras que las de *M. hamata* son anfiestomáticas, este tipo de hoja

también constituyen un carácter frecuente en Asteraceae (Metcalf & Chalk, 1950). Ambas especies presentaron estomas del tipo anomocítico, tipo frecuente entre las especies de la familia Asteraceae y en otras familias de plantas vasculares (Metcalf & Chalk, 1979; Adedeji & Jewoola, 2008).

La epidermis de *M. hamata* a diferencia de *M. acuminata* var. *paucijuga*, por sus células con paredes marcadamente sinuosas con cutícula gruesa con estrías notables, tricomas largos y cortos, y estomas parcialmente hundidos, caracteres xeromórficos que facilitan su distribución hasta los 4500 m s.m. También se observó cutícula estriada en *Chaptalia integerrima* (Vell.) Burkart (Mutisieae) y otras Asteraceae, *Calea uniflora* Less. (Neurolaeneae) y *Noticastrum acuminatum* (DC.) Cuatrec. (Astereae) (Liesenfelda et al., 2019). Adedeji & Jewoola (2008) sugieren que la morfología de las estrías puede considerarse como un carácter diagnóstico para identificar las especies. Ambas especies se encuentran en un hábitat con baja disponibilidad de agua

y suelos pobres, por lo que se esperaba que la anatomía de las dos especies estudiadas, mostrara características típicas de plantas xerófilas (Esau, 1976; Fahn & Cutler, 1992; Dickison, 2000; Cutler *et al.*, 2007), sin embargo, el transcorte de la lámina, muestra diferencias entre las células epidérmicas, espesor de la cutícula y estrías.

Rivera *et al.* (2019) sugieren que la presencia de características mixtas, mesófitas y xerófitas, ha sido una estrategia esencial en Asteraceae para colonizar varios ambientes, incluidos aquellos con poca disponibilidad de agua y nutrientes. Por otro lado, Fahn & Cutler (1992) plantearon que las especies xerófitas han evolucionado a partir de la adaptación de plantas mesófitas a suelos con baja disponibilidad de nutrientes o a la falta de disponibilidad de agua y suelos pobres.

En este estudio, se describe por primera vez la anatomía de eje caular y foliar de *M. acuminata* var. *paucijuga* y *M. hamata*. Si bien ambas especies cohabitan a cierta altitud, se evidencia que la anatomía de *M. hamata* le permite a esta especie superar las condiciones ambientales en zonas andinas de gran altitud.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los revisores por sus valiosos aportes y sugerencias, los cuales mejoraron significativamente la publicación. También extendemos nuestro agradecimiento a Alejandro Díaz por la colaboración en el procesamiento del material y a Ariana Gómez por su participación en los viajes de campaña. Parte del trabajo fue financiada con el proyecto CIUNSa A N°2466, dirigido por M. M. A.

## REFERENCIAS

- Adedeji, O., & Jewoola, O. A. (2008). Importance of leaf epidermal characters in the Asteraceae family. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 36, 7. <https://doi.org/10.15835/nbha362243>
- Cabrera, A. L. (1978). *Flora de la Provincia de Jujuy, República Argentina. Parte X: Compositae*. Colección Científica del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, INTA. Buenos Aires.
- Ciccarelli, D., Garbari, F., & Pagni, A. M. (2007). Glandular hairs of the ovary: a helpful character for Asteroideae (Asteraceae) taxonomy?. *Annales Botanici Fennici*, 44, 1-7.
- Cutler, D. F., & Botha, C. E. J. (2007). *Plant anatomy*. Blackwell Publishing, Massachusetts.
- Da Silva, E. M. S., Hayashi, A. H., & Appezzato-Gloria, B. (2014). Anatomy of vegetative organs in *Aldama tenuifolia* and *A. kunthiana* (Asteraceae: Heliantheae). *Brazilian Journal of Botany*, 37, 505-517. <https://link.springer.com/article/10.1007/s40415-014-0101-2>
- Dickison, W. C. (2000). *Integrative Plant Anatomy*. Academic Press. San Diego, Estados Unidos.
- Esau, K. (1976). *Plant Anatomy*. John Wiley & Sons Inc., New York.
- Endress, P. K., Baas, P., & Gregory, M. (2000). Systematic plant morphology and anatomy: 50 years of progress. *Taxon*, 49(3), 401-434. <https://doi.org/10.2307/1224342>
- Fahn, A. (1979). *Secretory Tissues in Plants*. Academic Press.
- Fahn, A., & Cutler, D. F. (1992). *Xerophytes*. Gebrüder Borntraeger.
- Gilroy, S., & Trewavas, A. (2001). Signal processing and transduction in plant cells: the end of the beginning. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, 2, 307-314. <https://www.nature.com/articles/35067109#Abs1>
- Johansen, D. A. (1940). *Plant microtechnique*. Mc Graw-Hill. Nueva York, Estados Unidos.
- Katinas, L., Pruski, J., Sancho, G., & Tellería, M.C. (2008). The subfamily Mutisioideae (Asteraceae). *Botanical Review*, 74, 469-716. <https://link.springer.com/article/10.1007/s12229-008-9016-6>
- Kraus, T. A., Basconsuelo, S., Grosso, M. A., & Malpassi, R. N. (2010). Anatomía comparativa de raíces em papilionoideas leguminosas. Un valor sistemático. *Simposio de morfoanatomía e ecofisiología*. V Conferencia Internacional de Leguminosas, Buenos Aires.
- Liesenfeld, V., Gentz, P., De Freitas, E. M., & Martins, S. (2019). Leaf morphology and anatomy of Asteraceae of the Pampas biome (sand-fields). *Flora*, 258, 151418. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2019.151418>
- Martínez-Quezada, D. M., Rivera, P., Rojas-Leal, A., Villaseñor, J. L., & Terrazas, T. (2022). Leaf secretory structures in Asteraceae: a synthesis of their diversity and evolution. *The Botanical Review*, 89, 59-90. <https://doi.org/10.1007/s12229-022-09276-4>
- Metcalf, C. R., & Chalk, L. (1950). *Anatomy of the Dicotyledons; leaves, stem and wood in relation to taxonomy with notes on economic uses*. Clarendon Press. Oxford, Inglaterra.

- Metcalf, C. R., & Chalk, L. (1979). *Anatomy of the Dicotyledons*, Volume I. Clarendon Press. Oxford, Inglaterra.
- Melo-de-Pinna, G. F., & Menezes, N. L. (2002). Vegetative organ anatomy of *Ianthopappus corymbosus* Roque & Hind (Asteraceae-Mutisiae). *Brazilian Journal of Botany*, 25, 505-514. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042002012000014>
- Novara, L., Katinas, L., & Urtubey, E. (1995). Asteraceae, Tribu Mutisiae. *Aportes Botánicos de Salta, Serie Flora*, 3, 1-86.
- PérezCuadra, V., & Cambi, V.N. (2014). Ocurrencia de caracteres anatómicos funcionales foliares y caulinareos en 35 especies Xerohalófilas. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 49, 347-359. <https://doi.org/10.31055/1851.2372.v49.n3.9465>
- Rivera, P., Villaseñor, J. L., Terrazas, T., & Panero, J. L. (2021). The importance of the Mexican taxa of Asteraceae in the family phylogeny. *Journal of Systematics and Evolution*, 59, 935-952. <https://doi.org/10.1111/jse.12681>
- Rivera, P., Terrazas, T., Rojas-Leal, A., & Villaseñor, J. L. (2019). Leaf architecture and anatomy of Asteraceae species in a xerophytic scrub in Mexico City, Mexico. *Acta Botánica Mexicana*, 126, e1515. <https://doi.org/10.21829/abm126.2019.1515>
- Rivera, P., Villaseñor, J. L., & Terrazas, T. (2017). Meso or xero morphic? Foliar characters of Asteraceae in a xeric scrub of Mexico. *Botanical Studies*, 58, 12. <https://doi.org/10.1186/s40529-017-0166-x>
- Van Kleunen, M., & Fischer, M. (2005). Constraints on the evolution of adaptive phenotypic plasticity in plants. *New phytologist*, 166, 49-60. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2004.01296.x>
- Zuloaga, F. O., Belgrano, M. J., & Zanotti, C. A. (2019). An update of the Catalogue of the Vascular Plants of the Southern Cone. *Darwiniana*, 7(2), 208-278. <http://dx.doi.org/10.14522/darwiniana.2019.72.861>