

Facultad de Ciencias Naturales · Universidad Nacional de Salta





REVISTA

e-ISSN 2953-5441

CIENCIAS NATURALES

Vol. 4(1)

Facultad de Ciencias Naturales • Universidad Nacional de Salta

Revista Ciencias Naturales

<https://portalderevistas.unsa.edu.ar/index.php/rfcn>

rev.cs.naturales@unsa.edu.ar

rev.cs.naturales@gmail.com

Facultad de Ciencias Naturales

Universidad Nacional de Salta

Av. Bolivia 5150 (A4408FVY), Salta - Argentina

La Revista Ciencias Naturales es una publicación digital editada por la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Salta (Argentina). Su objetivo es difundir trabajos originales de investigación y contribuciones académicas en el campo de las Ciencias Naturales, bajo un modelo de publicación continua, sin cargos para los autores y en modalidad de Acceso Abierto para garantizar el libre acceso a todo su contenido.

Publicación continua: la revista publica de manera continua, lo que permite difundir cada artículo inmediatamente después de su aceptación final, sin necesidad de esperar la conformación completa del número. Cada trabajo se edita en su versión final y se asigna a un volumen, número y año específico, con su correspondiente identificador digital ARK-CAICYT.

Periodicidad: cada volumen comprende dos números semestrales (enero-junio y julio-diciembre). Cada número se publica al cierre de cada período.

Cargo por procesamiento de artículos (APC): la revista no cobra tasas por el procesamiento, ni por la publicación digital.

Acceso abierto: la publicación se realiza bajo un modelo de Acceso Abierto (Open Access), garantizando que todo el contenido se encuentre disponible de forma libre y gratuita para su lectura y descarga, sin necesidad de suscripción.

Las contribuciones comprenden artículos científicos o académicos, notas y resúmenes de tesis.



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

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

María Victoria García 

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

Esteban Ismael Meza Torres 

Fundación Miguel Lillo, CONICET. San Miguel de Tucumán, Tucumán

Juan Francisco Micheloud 

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

Cecilia Trillo 

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Catamarca. IRES Instituto Regional de Estudios Socioculturales-CONICET

Paula Liliana Narváez 

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

Cristina Renee Salgado Laurenti 

Universidad Nacional de Nordeste, Corrientes

Guillermo Terán 

Fundación Miguel Lillo, CONICET. San Miguel de Tucumán, Tucumán

Juan Manuel Coronel 

Lab. Biología de los Invertebrados y Protistas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura, Universidad Nacional del Nordeste

Juan Urdampilleta 

Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal (IMBIV-CONICET), Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba

Alfonso Sola 

Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta

Ana Laura Sureda 

Administración de Parques Nacionales, Regional Noroeste

Adriana E. Álvarez 

Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta

Coordinadora Técnica

Ana Zelarayán

Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta

Producción editorial

Olga G. Martínez

Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta, Argentina

Traducción idioma inglés (Abstract)

Paula Liliana Narváez

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

Gustavo Zaplana

Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta, Argentina

Revisoras de estilo

Claudia Borja

Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta

Zulma Avilés

Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta

Soporte técnico

Fernando Javier Delgado

Biblioteca electrónica de la Universidad Nacional de Salta, Argentina

Susana González Abalos

Biblioteca electrónica de la Universidad Nacional de Salta, Argentina

Instrucciones para autores

El manuscrito debe presentarse en archivo Word, configurado en hoja A4, con márgenes de 2 cm. El texto en fuente Times New Roman, tamaño 12, a doble espacio, alineado a la izquierda (sin tabulaciones), con numeración continua de líneas para facilitar el proceso de evaluación.

Estructura del Artículo

Secciones del artículo: Título, Autor/es, Resumen, Palabras clave, Abstract, Keywords, Texto (Introducción, Materiales y Métodos, Resultados, Discusión y Conclusión), Agradecimientos, Referencias, Figuras y Tablas. Esta estructura podrá cambiar según el tema del trabajo.

Título

El título debe redactarse en español e inglés, con mayúscula cada palabra (no más de 120 caracteres, incluyendo espacios). Los trabajos en inglés deberán incluir el título en español. Si el título incluye nombre de especies y/o géneros deben escribirse en itálica.

Se debe agregar un título abreviado para el encabezamiento de las páginas, con menos de 40 caracteres.

Autores

Los nombres de los autores deben escribirse completos, separados por coma. El lugar de trabajo se indica con superíndice y el autor correspondiente con asterisco (*).

La afiliación institucional debe escribirse con nombre completo de la institución (siglas entre paréntesis), dirección, código postal, ciudad, provincia y país, e-mail de todos los autores e identificador ORCID (<https://orcid.org>).

Ej.: Paula A. López ^{1*} & Adrián J. Gómez²

1. Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta, Av. Bolivia 5150 (A4408FVL) Salta, Argentina. lopez.paula@unsa.edu.ar

<https://orcid.org/0000-0007-1632-9412>

2. Instituto de Bio y Geociencias del NOA (IBIGEO-CONICET), 9 de julio 14, (A4405) Rosario de Lerma, Salta, Argentina. agomez@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0009-8641-8410>

Resumen - Abstract

El resumen y el abstract deben redactarse en un único párrafo de hasta 230 palabras, incluyendo: breve presentación, relevancia del estudio, objetivo, materiales y métodos, principales resultados y conclusiones. Los trabajos en inglés deberán incluir un resumen en español.

Palabras clave/keywords: entre tres y cinco, con inicial mayúscula separados por punto y coma, ordenadas alfabéticamente y sin incluir palabras del título. Ej.: Conservación; Flamencos; Humedales del NOA.

Texto

Los nombres de géneros, especies y categorías infraespecíficas, deben escribirse en itálica. La mención de una especie por primera vez en el texto debe escribirse con nombre completo, luego abreviado y sin siglas.

Los nombres científicos y términos como *et al.*, *in vitro*, *sensu lato*, deben ir en itálica.

Para los tratamientos taxonómicos, la nomenclatura debe regirse por el Código Internacional de Nomenclatura correspondiente. Para lectotipificación, un nuevo sinónimo o una nueva combinación, usar respectivamente “lectotipo aquí designado”, “syn. nov.”, o “comb. nov.”.

Material estudiado: citar los datos en el siguiente orden: País (en mayúscula), provincia, localidad, altura, fecha, colector y número de colección, sigla de la institución donde se encuentra depositado el ejemplar. Ej.: ARGENTINA. Prov. Salta: Dpto. La Caldera, Vaqueros, río Vaqueros, 800 m al E del puente de ingreso al pueblo desde Salta, 1250 m s.m., 4-10-1997, Novara 10946 (MCNS, LIL, SI).

Figuras

Citar en el texto como: Fig. 1, Fig. 2B, Fig. 2B-E. Figs. 1C, 3D, etc.

Enviar en archivos independientes del texto en formato JPG o TIFF con resolución de 300 dpi.

Tamaño máximo: ancho 15 cm, alto 20 cm; para una columna, 72 mm de ancho. No se aceptan archivos en Power Point o PNG.

En figuras compuestas, dejar 2 mm entre imágenes. Cada imagen debe incluir escala e identificación con letra mayúscula (Arial 14, negrita).

Las leyendas se ubican al final del texto.

Ej.: **Figura 1.** Peces de Salta. **A.** *Astyanax asuncionensis*. **B.** *Bryconamericus thomasi*. Fotos: A. Yañez

Tablas

Diseñar en Word e insertar al final del manuscrito.

Numerar con números arábigos.

Dimensiones: máximo 15 × 20 cm o el ancho de una columna (7,2 cm).

Las leyendas deben colocarse en el encabezado de la tabla.

Referencias (formato APA 7ma edición)

Citas en el texto:

Un autor: (Smith, 2021), Smith (2021)

Dos autores: (Smith & Tryon, 2022), Smith & Tryon (2022)

Tres o más autores: (Smith *et al.*, 2023), Smith *et al.* (2023)

Citas de varias obras: orden cronológico. Ej.: (Morales, 1998; Smith *et al.*, 2003; Lewis, 2022)

Artículo

Kaur, S. P., & Gupta, V. (2020). COVID-19 Vaccine: A comprehensive status report. *Virus Research*, 288, 198114. <https://doi.org/10.1016/j.virusres.2020.198114>

Oakley, L. J., & Mogni, V. Y. (2025). Clasificación Infraespecífica y Distribución Geográfica de *Opuntia elata* (Opuntioideae-Cactaceae). *Revista Ciencias Naturales*, 3(1), 19-37. <https://id.caicyt.gov.ar/ark:/s29535441/nrmrluvyc>

Libro

Lee, R. E. (2008). *Phycology* (5ª Ed). Cambridge University Press. EEUU

Capítulo de libro

Faden, R. B. (1985). Commelinaceae. En R. M. Dahlgren, H. T. Clifford, & P. F. Yeo (Eds.), *The families of the Monocotyledons*, Vol. 4, pp.109-128. Springer. Berlin & Heidelberg.

Tesis

Borja, C. N. (2011) *Fitoplancton de los principales cuerpos leníticos de la provincia de Salta*. (Tesis Magíster, Universidad Nacional de Salta).

Consultas on line

GBIF (10 de febrero de 2025). GBIF Occurrence Download. <https://www.gbif.org/occurrence/search>

Se recomienda citar los identificadores digitales (Ark-Archival Resource Key, DOI-Digital Object Identifier, Handle-Handle System, etc.) y enlaces web sin “punto final”, para evitar interferencia en el enlace.

Uso de herramientas de inteligencia artificial (IA)

Los autores deben declarar en la sección de *Materiales y Métodos* sobre el uso de herramientas de inteligencia artificial generativa (tales como ChatGPT, Copilot, GenAI, Gemini, etc.) y tecnologías asistidas por IA, especificando su función (corrección gramatical, traducción, mejora del estilo del texto, etc.), o si es parte de los métodos formales de la investigación. No se acepta el uso de IA para generar imágenes, interpretar resultados científicos, ni para redactar secciones que impliquen análisis, discusión o conclusiones científicas originales. El incumplimiento de esta política podrá ser considerado como falta ética.

CONTENIDO

Thermal Inversion and its Relationship with Jojoba Cultivation in the Ecotone between the Arid Chaco and the Mountain Chaco, Argentina Inversión Térmica y su Relación con el Cultivo de Jojoba en el Ecotono entre el Chaco Árido y el Chaco Serrano, Argentina <i>Ricardo Ayerza</i>	Págs. 10-25
Validación y Actualización de Especies Arbustivas y Arbóreas de la Familia Asteraceae de Salta (Argentina): Clave para su Reconocimiento Validation and Updating of Shrub and Tree Species of the Asteraceae Family of Salta (Argentina): Key for their Morphological Recognition <i>Evangelina C. Lozano, M. Mercedes Alemán & Roberto H. Martínez</i>	Págs. 26-57
Líquenes Corticícolas en <i>Ocotea porphyria</i> y <i>Melia azedarach</i> : Especificidad y Microambiente en Parque Nacional El Rey (Salta, Argentina) Corticolous Lichens on <i>Ocotea porphyria</i> and <i>Melia azedarach</i> : Specificity and Microenvironment in Parque Nacional El Rey (Salta, Argentina) <i>Paola M. Ramos, Florencia S. Álvarez Dalinger, Liliana B. Moraña, Claudia N. Borja</i>	Págs. 58-65
Las Plantas Tóxicas como Respuesta Evolutiva a la Herbivoría: Una Visión Ecológica y Veterinaria Toxic Plants as an Evolutionary Response to Herbivory: an Ecological and Veterinary Perspective <i>Juan F. Micheloud</i>	Págs. 66-74
Revisores	Pág. 75

Thermal Inversion and its Relationship with Jojoba Cultivation in the Ecotone between the Arid Chaco and the Mountain Chaco, Argentina

Inversión Térmica y su Relación con el Cultivo de Jojoba en el Ecotono entre el Chaco Árido y el Chaco Serrano, Argentina

Ricardo Ayerza 

The University of Arizona, Tucson, Arizona 85706, U.S.A. - Universidad Regional Amazónica IKIAM, Tena, Ecuador.
rayerza@newcrops.org

Abstract

Jojoba plants were tested for three years. They were planted in three plots in the western hillside of the Sierra de Pocho, Córdoba, Argentina. The EC-El Cerro, JI-Jardín de Introducción and LQ-La Quebrada plots were located at 360, 400 and 550 masl. respectively. Minimum extreme temperatures were -1, -3 and -6 °C for LQ, JI and EC, respectively. EC plants died in the first year due to low temperatures. Altitude and extreme minimum temperatures of May, June, July and August had a significantly high positive correlation (0.733; $P < 0.05$). The production of LQ was significantly ($P < 0.05$) higher than that of JI with 759 and 401 g/plant respectively. The seed weight of JI was significantly ($P < 0.05$) higher than that of LQ with 0.85 and 0.76 g/seed respectively. Wax content was 51.4% (JI) and 51.1% (LQ). The wax content of LQ seeds varied significantly ($P < 0.05$) between 40.6 and 55%. The presence of the atmospheric phenomenon of autumn-winter thermal inversion in the Sierra de Pocho foothills was determined as the factor of the persistence and production of jojoba.

Keywords: Seeds; *Simmondsia chinensis*; Temperature; Wax.

Resumen

Se testearon plantas de jojoba durante tres años. Fueron sembrados en tres parcelas en la ladera occidental de la Sierra de Pocho, Córdoba, Argentina. Las parcelas EC-El Cerro, JI-Jardín de Introducción y LQ-La Quebrada se ubicaron a 360, 400 y 550 msnm respectivamente. Las temperaturas mínimas extremas fueron -1, -3 y -6 °C para LQ, JI y EC, respectivamente. Las plantas de EC murieron el primer año debido a las bajas temperaturas. La altitud y las temperaturas mínimas extremas de mayo, junio, julio y agosto tuvieron una correlación positiva significativamente alta (0,733; $P < 0,05$). La producción de LQ fue significativamente ($P < 0,05$) mayor que la de JI con 759 y 401 g/planta respectivamente. El peso de la semilla de JI fue significativamente ($P < 0,05$) mayor que el de LQ con 0,85 y 0,76 g/semilla respectivamente. El contenido de cera fue de 51,4% (JI) y 51,1% (LQ). El contenido de cera de las semillas LQ varió significativamente ($P < 0,05$) entre 40,6 y 55%. Se determinó que la presencia del fenómeno atmosférico de inversión térmica otoñal-invernal en las estribaciones de la Sierra de Pocho era el factor de la persistencia y producción de jojoba.

Palabras clave: Cera; *Simmondsia chinensis*; Semillas; Temperaturas.

Ayerza R. (2026). Thermal Inversion and its Relationship with Jojoba Cultivation in the Ecotone Between the Arid Chaco and the Mountain Chaco, Argentina. Revista Ciencias Naturales 4(1), 10-25.

Recibido: 30/12/2025

Aceptado: 31/3/2026

Publicado: 31/7/2026

Editor: Olga Martínez



INTRODUCTION

Jojoba wax, produced from the *Simmondsia chinensis* (Link) C.K. Schneid. plant, is a raw material for the cosmetics and precision instruments industries. Its market has grown since the second half of the last century. This led to ambitious projects of planting that failed due to the lack of adaptation outside its area of origin, viz., Brazil, Costa Rica, Madagascar, Paraguay, Sudan, etc. The lack of information about regions suitable for production and the long time it takes to obtain yields have led to discouraging its cultivation, while demand continues to grow without being able to be satisfied. Today, the jojoba market is estimated at US\$130.8 million per year mainly shared between the cosmetology, pharmacy and precision instruments industries (Grand View Research, 2023). In 2022, 18,211 tons of wax were sold and a growth of 6.6% is expected between 2023 and 2028 (IMARC Group, 2023).

The jojoba crop was introduced in Argentina in 1976 at El Desafío farm located in the Sierra de Pocho foothills, Córdoba. The place is an ecotone between the Mountain Chaco and the Arid Chaco (Ayerza, 1990a).

Today, Argentina has 2,455 commercial hectares, concentrated in the Arauco Department, La Rioja Province (Ayerza, 2020a; N. Vinelli, Aimogasta, La Rioja, personal communication 2025). However, it reached 13,000 hectares with commercial expectations, most of which they never produced due to the lack of adaptation of the species to the selected places (Coates & Ayerza, 2008). Planting sites included Capital Department (La Rioja), Valle de Catamarca (Catamarca) and Las Colmenas (Salta). Experimental plots were also established in Fuerte Esperanza (Chaco), Ing. Juárez (Formosa), San Martín (Mendoza) and Burruyacú (Tucumán).

This lack of adaptation was essentially due to thermal conditions. The minimum temperatures in areas such as San Martín, Mendoza (Monte Desert) and Department Capital, La Rioja (Arid Chaco) eliminated the

flowers and even killed the young plants. In the Semiarid Chaco such as Tucumán, Salta and Formosa, the lack of enough winter cold did not allow the vernalization phenomenon thus inhibiting the beginning of the floral opening period (Ayerza, 1990a, 1992).

Between 2013 and 2017, Argentina was the main jojoba producer in the world. It was then displaced to third place by Israel and Peru due to increased yields and increased planted areas in both countries. The determination of new areas suitable for the crop, together with the availability of higher production clones could allow the country to retrieve positions in the market.

Since 1990, the production area has remained constant (N. Vinelli, Aimogasta, La Rioja, personal communication, 2025). This area in the Arauco Department, La Rioja Province, could extend to the west, ascending on the foothill of the Sierra de Velazco, taking advantage of the winter thermal inversion phenomenon. There, the increased production of jojoba plants as altitude increases has been determined. In the center of the valley, the extreme minimum temperatures can reach -9°C (Ayerza, 1990a).

In these regions, the low rainfall (100 to 150 mm/year) on the slopes suitable for cultivation is an important limitation, so it is essential to resort to irrigation. The water tables are 200 m deep, with flows of 150 to 200 m³/hour. To obtain higher flows and structural stability of the perforations it is necessary to reach 400 to 440 m deep. This implies very important infrastructure and pumping costs that put at risk the economic results of the plantations (Tálamo *et al.*, 2013).

On the other hand, the decrease in water resources is forcing the world to pay attention to the use of water. The decrease in groundwater and its flows due to the overexploitation of aquifers, as well as the destruction of vegetation and tree cover that exacerbates soil erosion and reduces groundwater recharge, increases water scarcity and food insecurity (United Nations, 2019).

A basic factor for expanding jojoba cultivation in the country and ensuring sustainability is to find thermally suitable areas for cultivation with adequate rainfall regimes, using irrigation only as strategic support.

Based on the recent determination of the thermal inversion phenomenon in the Sierras de Pocho, Córdoba, Argentina (Ayerza, 2023), this paper is aimed to define its relationship with the productive jojoba behavior in the said ecosystem and under rainfed conditions. Even though the presented data were obtained between 1980 and 1986, the conclusions of the study were never published. Knowing the behavior of the species and the essential edaphoclimatic characteristics of the region, would allow adding an area to establish more sustainable commercial jojoba projects than the current ones, by not having to resort to irrigation.

MATERIALS AND METHODS

The work was carried out at El Desafío farm, located on the western slope of the Pocho Mountain, Pocho, Córdoba, Argentina. The place belongs to the so-called Eastern Pampa Mountains.

Seeds to be planted were harvested in July 1980, from a hillside exposed to the north of the Tucson Mountains, Tucson, Arizona ($32^{\circ}14'13''$ N and $111^{\circ}02'55''$ W) between 778 and 810 masl, with a slope of 25.6%. Plants density was 0.21 plants/m² with a male-to-female ratio of 46.55% of male plants and 51.72% of female plants, which suggests a significant variability in the seed's genetic composition (Ayerza, 2025).

Seeds from 10 plants selected at random two years earlier were harvested (Tables 3 and 4). These plants had been identified and monitored and their annual fruiting was observed (Ayerza, 1984). Later on, between 1981 and 1984, the floral biology of this jojoba stand was studied confirming a significant variability among individuals (Buchmann, 1987).

Winter thermal inversion phenomenon was determined in the Tucson Mountains hillsides where the native jojoba plants grow (Shreve, 1912; U.S. Army Corps of Engineers, 1997). This explains this species' presence on the hillside as well as their absence in the center of the valleys (Ayerza, 1990a).

The seeds were brought to Argentina where three random samples were taken after mixing them. In October 1980, three plots were planted in a western hillside of the Sierra de Pocho, in an ecotone between the Arid Chaco and the Mountain Chaco, at $31^{\circ}64'$ south latitude. The EC (El Cerro) plot was located at 360, the JI (Jardín de Introducción) plot was located at 400 masl and LQ (La Quebrada) plot was located at 550 masl.

The distance between LQ and JI was 2,404 m and between JI and EC, 1,649 m. The slope percentage was 4.16 and 2.43 for LQ and JI respectively. The description of the measurement instruments placed in each site for the collection of temperature and rainfall data for the period 1983-1986 were described by Ayerza (2023).

To determine possible differences between the soils of the plots, a chemical analysis of composite samples from each plot, taken in the first 40 cm of depth, was carried out. The method used was Mehlich 3 (Mehlich, 1984) for calcium, magnesium, potassium and sodium; that of Bray & Kurtz (1945) for phosphorus; that of Kjeldahl for nitrogen (Chapman & Pratt, 1961) and that of Walkley-Black for organic matter and carbon (Walkley & Black, 1934). The pH was determined by electrometric method (Bates, 1973).

The planting framework was one seed per meter in the row, and four meters apart between them. The seeds were soaked for 48 hours before planting and only those that were swollen were planted. The plots were irrigated by furrow only during the first month and no fertilizer were applied during the analyzed years. When the plants were three years old, 43 female plants were randomly selected in LQ and 22 in JI, being 50% of the total female

plants of each plot. The selected plants were within the rows, discarding the edges with a male-to-female ratio being 1:1 in each plot. In the EC plots no plants were chosen since they disappeared before they were three years old due to the extremely low temperatures.

Every year, between November and January, the seeds were manually collected. The following April, they were cleaned, dried in the shade and weighed. In all cases, the weight had 4% moisture, using for its determination a Delver HD-1021 meter (Delver S.A., La Plata, Buenos Aires, Argentina).

The seeds were stored at room temperature until 1988, when the liquid wax content was determined. Seeds from seven plants were taken at random from the QL site and since after the physical determinations the JI seeds were mixed, two composite samples (J₁ and J₂) were taken for analysis. The determination was done through the AOCS Ac-3-44 (AOCS, 1984) method at the laboratory of Jojoba Growers and Processors Inc., Apache Junction, Arizona, US.

The information collected in this experiment was analyzed in 2022. The statistical determinations (Standard Deviation, Multiple Comparison of Means and Correlations) were carried out using the CoStat software (CoHort Stat, 2006).

AI was not used in the preparation of this paper.

RESULTS AND DISCUSSION

Table 1 shows the soils chemical composition of the EC, JI and LQ plots and Tucson hillside where the plants from which the original seeds were collected.

The soils of the three trial plots were chemically very similar to each other, being typical of the region (Hang *et al.*, 1995; Bocco *et al.*, 2007; Karlin, 2013). Therefore, an influence of this factor between the implanted sites was ruled out. All the values obtained were within the limits of the Sonora Desert and Californian Mediterranean soils, where the native jojoba stands are located (Ayerza, 2025). However, the Tucson soil presented a lower pH, a lower organic matter content, a lower calcium content and more phosphorus than the soils of the trial. The data of the soils in which the jojoba crop is successfully developed show that the differences between the Tucson soils and those of the trial are not sufficient to interfere in their development (Gentry, 1958; Brooks, 1978; Ayerza, 1990a).

Table 2 shows the extreme temperatures recorded during the studied years. The plants from the EC plot were strongly affected by low temperatures, most of them dying at temperatures of -6°C. The remaining plants died between 1984 and 1985 with temperatures of up to -5 and -6°C without any producing, so the EC plot had to be left aside. Although adult jojoba plants can survive extreme minimum temperatures of -9.5°C, young plants die with

Site	pH	C	MO	N	Ca	Mg	K	Na	P	C/N
			%			mg/100 g of soil				ratio
LQ	7.6	1.05	2.10	0.099	370	30	89	3	0.8	10.6
JI	7.6	1.10	2.20	0.093	380	60	87	3	1.08	11.8
EC	7.8	1.25	2.50	0.096	290	36	89	3	0.96	13.1
Mean	7.7	1.1	2.3	0.1	346.7	42.0	88.3	3	0.9	11.8
SD ¹	0.12	0.10	0.21	0.00	49.33	15.87	1.15	0.00	0.14	1.25
Tucson ²	6.6	0.45	0.90	0.051	160	48	16	3	5.76	8.8

¹ Standard Deviation; ² hillsides where the original seeds were collected.

Table 1. Soils chemical composition of the EC, JI, LQ plots in the Sierra de Pocho foot hills, Córdoba, Argentina

Month	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	SD	Mean
Absolute minimum temperature(°C)														
LQ-83	12.70	15	12	13	-1	-1	1	4	3	7	12	16	6.36	7.81
LQ-84	18	13	12	7	1	1	1	1	4	6	10	7	5.59	6.75
LQ-85	10	14	8	6	5	1	-1	-1	4	6	10	10	4.71	6.00
SD ¹	4.07	1	2.31	3.79	3.06	1.15	1.15	2.52	0.58	0.58	1.15	4.58	-	-
Mean	13.60	14	10.70	8.70	1.70	0.30	0.30	1.30	3.70	6.30	10.70	11	5.60	6.90
JI-83	19	17	12	13	-3	-3	0	3	0	6	12	16	8.09	7.67
JI-84	13	17	10	5	-1	2	3	-3	4	9	7	11	5.87	6.42
JI-85	8	10	7	0	3	-2	-2	0	3	6	11	12	5.03	4.67
SD	5.51	4.04	2.52	6.56	3.06	2.65	2.52	3.00	2.08	1.73	2.65	2.65	-	-
Mean	13.33	14.67	9.67	6	-0.33	-1	0.33	0.00	2.33	7	10	13	6.33	6.25
EC-83	16	16	12	2	-4	-6	0	2	0	4	14	18	8.50	6.17
EC-84	19	18	10	4	-5	-3	-4	-5	4	7	7	9	8.32	5.08
EC-85	10	9	7	-3	-3	-6	-5	-4.5	0	7	10	11	6.82	2.71
SD	4.58	4.73	2.52	3.61	1	1.73	2.65	3.91	2.31	1.73	3.51	4.73	-	-
Mean	15	14.30	9.70	1	-4	-5	-3	-2.50	1.30	6	10.30	12.70	7.90	4.70

¹ Standard Deviation

Table 2. Absolute minimum temperature by site and year.

extreme minimum temperatures between -4 and -5°C (Gentry,1958; Yermanos, 1982; Nelson & Palzkill, 1993). In addition to the differences in the extreme minimum temperatures of the studied period, there were also differences in the number of months with frosts, being 11, 6 and 4 for EC, JI and LQ, respectively (Table 2).

The Fig. 1 shows the curves of the mean extreme minimum, mean extreme maximum and mean annual temperatures for the period 1983-1985 at the three surveyed sites. This graph allows us to observe the presence of the atmospheric phenomenon of thermal inversion during autumn-winter (May, June, July and August), responsible for the increase in extreme minimum temperatures as altitude increases, as reported for the 1983-1986 period (Ayerza, 2023).

This same behavior regarding altitude and minimum winter temperatures was

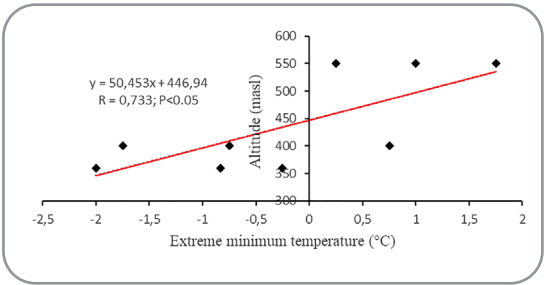


Figure 1. Correlation of the extreme minimum temperature of May, June, July and August versus altitude.

determined in the northern Sonoran Desert, on a slope with native jojoba in Cave Creek, Arizona, USA, between the base 610 masl and 730 masl (Burden, 1970).

The extreme minimum temperatures of May, June, July and August (Fig. 2) and the altitude between 360 and 550 masl, presented a significantly high positive correlation (0.733; P<0.05).

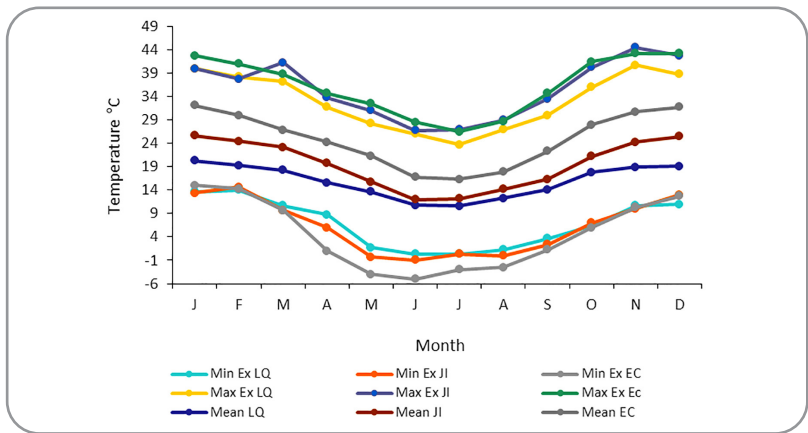


Figure 2. Extreme minimum, extreme maximum and annual mean temperatures for the period 1983-1985 at the three surveyed sites.

According to Ayerza (2004), the jojoba flowering period in the ecotone between the Mountain Chaco and the Arid Chaco forms a Gaussian curve that begins in mid-June and lasts until mid-September, coinciding this extension of the floral period with that of the original population (Buchmann, 1987). This long flowering period is made up of two essential aspects: variability of the flowering beginning of the different genotypes and extended opening period in the same plant. It has been shown that the beginning of flowering depends on the vernalization requirement of each genotype (Ferriere *et al.*, 1989; Benzioni *et al.*, 1992; Dunstone, 1995; Milthorpe, 2006), as well as the length of the opening period (Dunstone, 1980; Nerd & Benzioni, 1988), and in both cases of their interactions with climatic conditions.

In the foothills of the Sierra de Ancasti, Catamarca, Argentina, an ecotone between the Mountain Chaco and the Arid Chaco, the individual flowering period has been determined between 20 and 46 days to reach 90% of floral opening, depending on the genotype and weather conditions (Ayerza, 2004). Although the same clone controlled in this foothill for two consecutive years, presented a similar flowering period of 27 days, between August 20 and September 17, and 24 days, between September 8 and October 2, the following year, the start date presented a difference of 19 days (Coates &

Ayerza, 2008). The variation between years in the beginning and length of flowering has been determined in other jojoba populations with similar values (Nahla *et al.*, 2018; Perry *et al.*, 2021).

Since freezing in plants is a progressive process, the duration of freezing temperatures is a decisive factor (Díaz-Queralto, 1971; Livingston, 2018; Bravo *et al.*, 2020). The frequency variability of wild jojoba plants is influenced by changes in slope angle (Burden, 1970); the steeper the slope, the shorter the duration of the frost (Snyder & Melo-Abreu, 2005).

In the northern Sonoran Desert, in the mountains of Cave Creek, Arizona, a highly significant positive correlation ($R = 0.524$; $P < 0.01$) was demonstrated between the presence of this plant and the slope angle. Its degree is closely linked, not only with the circulation of the air, but also with its speed and, therefore, with the duration of the low temperatures (Burden, 1970).

The slope in LQ was 4.16% while in JI it was 2.43%, so the duration of the low temperatures must necessarily have been shorter in LQ than in JI, which must also have influenced the differences between the plant yields of both sites. Tables 4 and 5 show the individual weights of the seeds and the yields per plant of the LQ and JI sites during the three years studied.

Plant	Weight (g/seed)				Yield (g/plant)			
	1983	1984	1985	Media	1983	1984	1985	Total
Q ₇ P ₁₁	0.79	0.92	0.73	0.81	4.0	272.0	115.4	391.3
Q ₇ P ₁₂	0.77	0.88	0.71	0.79	4.6	268.4	206.6	479.6
Q ₄ P ₄	0.89	0.83	0.71	0.81	7.1	243.2	117.9	368.3
Q ₆ P ₉	0.48	0.75	0.76	0.66	6.8	290.0	241.5	538.3
Q ₄ P ₈	0.79	0.89	0.62	0.77	346.0	644.5	814.7	1,805.2
Q ₄ P ₃	0.63	0.85	0.68	0.72	23.4	349.3	1,087.1	1,459.8
Q ₇ P ₂	0.89	0.87	0.69	0.82	8.0	226.8	198.7	433.5
Q ₉ P ₉	0.93	0.90	1.01	0.95	10.2	266.0	307.9	584.1
Q ₆ P ₁₀	0.58	0.88	0.78	0.75	27.8	442.0	1,088.3	1,558.1
Q ₅ P ₁₅	0.22	0.88	0.67	0.59	35.7	464.3	1,140.3	1,640.3
Q ₄ P ₁	0.63	0.78	0.70	0.70	6.9	170.0	150.4	327.3
Q ₃ P ₂	0.59	0.88	0.74	0.74	31.7	208.0	1,284.2	1,523.9
Q ₄ P ₁₆	0.72	0.68	0.53	0.64	22.9	324.6	518.7	866.3
Q ₁₁ P ₁₂	0.63	0.86	0.72	0.74	24.5	212.6	834.9	1,072.0
Q ₄ P ₂	0.60	0.83	0.65	0.69	22.1	359.2	283.4	664.8
Q ₅ P ₁₇	1.12	0.88	0.88	0.96	17.9	390.6	223.5	632.1
Q ₉ P ₇	0.56	0.91	0.67	0.71	15.7	234.0	371.0	620.6
Q ₈ P ₃	0.59	0.85	0.73	0.72	8.3	155.3	142.7	306.2
Q ₄ P ₁₀	0.96	0.74	0.60	0.77	67.1	534.0	560.7	1,161.8
Q ₆ P ₁₃	0.68	0.88	0.66	0.74	56.1	492.8	570.3	1,119.3
Q ₅ P ₈	0.62	1.01	0.67	0.77	99.2	290.0	1029.7	1,418.9
Q ₃ P ₁₀	0.46	0.82	0.56	0.61	41.8	315.5	525.2	882.5
Q ₃ P ₁₄	0.77	0.84	0.82	0.81	81.6	319.6	186.7	587.9
Q ₃ P ₈	0.64	0.84	0.66	0.71	44.1	351.9	469.4	865.4
Q ₁₁ P ₉	0.86	0.86	0.70	0.81	18.9	184.0	477.8	680.7
Q ₅ P ₅	0.58	0.88	0.66	0.71	23.2	242.2	415.3	680.7
Q ₃ P ₁₃	0.61	0.80	0.84	0.75	7.9	138.9	274.8	421.6
Q ₃ P ₃	0.77	0.77	0.70	0.75	17.0	221.9	372.8	611.7
Q ₃ P ₇	0.59	0.78	0.67	0.68	300.2	559.6	556.7	1,416.5
Q ₅ P ₁₈	0.82	0.87	0.86	0.85	58.9	299.1	656.0	1,014.0
Q ₅ P ₁₆	0.77	0.85	0.64	0.75	11.5	176.9	292.9	481.3
Q ₃ P ₅	0.77	0.87	0.70	0.78	138.0	288.6	776.4	1,203.0
Q ₃ P ₆	0.60	0.79	0.73	0.71	15.1	163.6	390.9	569.6
Q ₁	0.52	0.67	0.75	0.65	25.4	76.0	420.5	521.9
Q ₃ P ₂₀	0.74	0.89	0.70	0.78	24.5	247.5	166.9	438.9
Q ₅ P ₁₂	0.79	0.87	0.84	0.83	25.4	214.4	224.0	463.8
Q ₁ P ₆	0.85	0.93	0.96	0.91	27.2	187.7	299.3	514.2
Q ₃ P ₁₇	0.78	0.85	0.74	0.79	28.9	242.0	182.0	452.9
Q ₄ P ₁₇	0.63	0.64	0.62	0.63	19.6	163.1	142.2	324.8
Q ₂ P ₅	0.90	0.80	0.71	0.80	55.5	177.2	183.4	416.1
Q ₂ P ₁₀	0.71	0.87	0.90	0.83	32.8	163.6	326.9	523.3
Q ₃	0.57	0.67	0.68	0.64	18.3	91.5	220.6	330.5
Q ₁ P ₂	0.77	0.94	0.97	0.89	13.1	76.1	156.9	246.2
Mean	0.70	0.84	0.73	0.76	43.60	272.99	441.99	758.59
SD ¹	0.16	0.08	0.10	0.084	68.10	127.88	314.65	426.18

¹ Standard Deviation

Table 3. Seeds weight and yield of plants from LQ site.

Table 3 shows that 30.1% of the LQ plants reduced their production between 1984 and 1985, compared to only one (5%) in the JI (Table 4). In this last site, the J₄P₇ plant was the only one between both sites that reduced its production between 1983 and 1984. Works have been reported in which many jojoba genotypes present the characteristic called alternation, which implies productive alternation, which in many cases becomes very pronounced both in commercial plantations and in native plants (Yermanos & Duncan, 1976; Yermanos, 1982; Perry *et al.*, 2021). This phenomenon is common in other crops such as olive (*Olea europaea* L.), juniper (*Juniperus thurifera* L.), pecan (*Carya illinoensis* [Wangenh] K. Koch) and

various fruit trees. (Medina-Morales *et al.*, 2000; Ramírez-Santa Paul, 2001; Montesinos-Torres, 2007).

The alternating or biennial production is a widely distributed phenomenon that is repeated in the different production areas and the metabolic processes and their induction are still only partially known. (Lavee, 2007; Kour *et al.*, 2018; Wünsche, 2021). It has recently been shown in jojoba that, depending on the genotype and the type of pruning applied, the alternation phenomenon can be significantly reduced (Lazare *et al.*, 2021).

However, Table 3 shows that 69.8% of the LQ plants did not present alternation, and Table 4 shows that 96% of JI plants

Plant	Weight (g/seed)				Yield (g/plant)			
	1983	1984	1985	Media	1983	1984	1985	Total
J ₃ P ₂₂	---	0.90	1	0.95	---	1125.1	261.2	1386.3
J ₄ P ₅	0.74	0.86	0.99	0.86	182.3	235.8	340.8	759.0
J ₄ P ₁₄	0.81	0.97	0.98	0.92	81.5	110.1	225.4	416.9
J ₃ P ₂₀	0.67	0.74	0.90	0.77	15.5	140.6	263.3	419.4
J ₃ P ₁₁	0.64	0.82	0.99	0.82	5.8	47.5	155.7	209.0
J ₃ P ₁	0.83	0.86	0.70	0.80	59.7	197.3	273.7	530.7
J ₃ P ₈	0.77	0.94	1.01	0.91	50.8	111.8	258.5	421.1
J ₂ P ₉	0.88	0.93	0.99	0.93	49.3	69.0	161.6	279.9
J ₃ P ₅	0.65	0.74	0.77	0.72	21.5	117.7	239.7	378.9
J ₂ P ₈	0.85	0.95	0.92	0.91	113.3	206.8	320.7	640.8
J ₄ P ₂	0.69	0.77	1.01	0.82	22.0	75.5	145.0	242.5
J ₄ P ₂₁	0.58	0.92	0.97	0.82	12.2	96.9	183.9	293.0
J ₄ P ₆	0.78	0.94	0.91	0.88	110.8	211.7	297.6	620.1
J ₄ P ₁₄	0.81	0.82	1.00	0.88	10.5	59.1	137.0	206.7
J ₃ P ₁₆	0.93	0.75	1.00	0.89	14.8	67.7	150.4	232.9
J ₂ P ₁₀	0.88	0.82	0.85	0.85	33.5	69.2	143.0	245.7
J ₄ P ₇	1.05	0.54	0.98	0.86	45.3	40.6	184.3	270.3
J ₄ P ₂₀	0.86	0.93	0.79	0.86	30.1	80.8	173.9	284.8
J ₃ P ₁₉	0.88	0.70	0.95	0.84	29.0	41.9	131.2	202.1
J ₃ P ₁₃	0.82	0.81	0.97	0.87	27.2	75.5	155.6	258.2
J ₂ P ₁₂	0.85	0.82	0.94	0.87	35.7	61.8	161.2	258.7
J ₄ P ₃	0.54	0.62	0.93	0.70	30.3	68.0	120.4	218.6
Mean	0.79	0.83	0.93	0.85	46.72	150.47	203.82	398.89
SD	0.12	0.11	0.09	0.06	43.17	225.42	67.01	271.26

¹ Standard Deviation

Table 4. Seed weight and yield of plants from the JI site

did not present this characteristic either. The presence of plants with and without alternation was identified in plantations carried out in Riverside, California, both within plots with wild seeds originating from the coast and the inland of the Californian Mediterranean ecosystem (Yermanos, 1982), in Mesa, Arizona, with seeds from wild plants originating in Arizona, California and Baja California, and in cultivated plants from Israel; 90% of plants showed productive alternation (Palzkill & Hogan, 1982). In Hermosillo, Sonora, Mexico, 210 plants were studied for four years, determining 49.7% of plants with alternate production (Durazo, 1982). The alternate production regarding the number of inflorescences has also been reported in male jojoba plants (Tel-Zur *et al.*, 2020).

With the information available here, it is not possible to determine the reasons for the differences in the percentages of alternation between the LQ and JI plants, but it could be related to the interactions between genetics and the environment, especially with the differences in extreme minimum temperatures between both sites (Table 2). From the genetic point of view, it should be kept in mind that the 10 plants from which the original seeds were collected had annual production determined, but since these were not measured, we do not know if they were productions with or without annual ups and downs. It should be added that jojoba has separate sexes and in the same plant the different seeds can have different male parents, making up a high genetic variability between the used seeds.

The values of the standard deviation of the total produced in the tested period (Tables

3 and 4) show a greater dispersion of the yields among the LQ plants than among the JI ones. The extreme minimum temperatures when damaging flowers, both closed at -3°C and open at -1°C, prevent expressing the productive potential of many genotypes (eg. the occurrence of -1°C in early flower openings), standardizing mean production from the JI site. The standard deviation values show that for the LQ site a clonal selection process would be much more efficient than in the JI. Likewise, the reduced magnitude of the standard deviation of the plants from the JI site could indicate that these genotypes are at the limit of their adaptation zone as suggested by Ayerza & Zeaser (1986).

Table 5 shows that despite the high percentage of biennial plants in the LQ plot, the production per area unit increased every year. This characteristic of a high number of alternations, but with an annual increase in total production per area unit, was previously reported in experimental and commercial plantations in Mesa, Arizona, US, and in Bakersfield, California, US (Palzkill & Hogan, 1982). The annual increase in the production of the non-alternation plants compensated the decrease of the alternation plants, in the yields per area unit.

Table 5 shows that the mean production of both sites increased significantly ($P<0.05$) with age, except for the JI site between 1984 and 1985 which, although numerically increased, the difference was not statistically significant ($P<0.05$). These annual yields increase is the usual result for numerous species and within them among genotypes that do not present the phenomenon of alternation; in developing

Site	1983	1984	1985	LSD ²	Total
	g/plant				g/plant
LQ	43.6 ^{a.C.1}	272.2 ^{a.B}	441.9 ^{a.A}	85.40	758.6 ^a
JI	46.7 ^{a.B}	150.5 ^{b.A}	203.3 ^{b.A}	85.78	400.5 ^b

¹differentlowercase letters in the same column (t Student test) and uppercase letter in the same row (Student-Newman-Keuls test), are significantly ($P<0.05$) different;² least significant difference according to Student-Newman-Keulstest..

Table 5. Mean jojoba productions from the LQ and JI sites at 3, 4 and 5 years of age.

plants it is related to the increase of biomass volume (Jiménez-Méndez *et al.*, 2019; Fan *et al.*, 2020).

Undoubtedly, the LQ site was significantly ($P < 0.05$) more productive than the JI (Table 5). Taking the yield of the LQ site to one hectare after five years means production of 995 kg/ha (2,500 plants – 10% of male plants = 2,250 female plants/ha), which is within the yields achieved at that age in commercial plantations originating from seeds in Mexico, the US and the current area of commercial production in Argentina, in the Province of La Rioja (Ayerza, 2016, 2020b).

The mean yields reached in the fifth year were higher than the mean attained in Riverside, California, USA, in plantations originating from seed and with irrigation (Ayerza, 1989). But in the third year they were lower than the media obtained from three-year-old plants from seeds in Hermosillo, Sonora, Mexico, under irrigation conditions (Ramonet & Morales, 1985).

The mean of the eight three-year-old clones implanted under irrigation conditions in the foothills of the Sierra de Ancasti, Catamarca, Argentina, was higher than the mean of the LQ plants. However, of except one of these clones, the mean yields of the four-year-old LQ plants exceeded those of the other seven clones.

It has been shown that in the yields of the first years, the jojoba plants from seed are 2 to 3 years behind the clones (Ramonet, 1988).

At the same age, three years old, the J_3P_{22} genotype (1,125 gr/plant) was superior to the highest producer (777 gr/plant) of the clones selected by the National Institute of Agricultural Research (INIAP), tested in Hermosillo, Sonora, Mexico (Sonora Desert) under irrigated conditions, while the Q_4P_8 genotype (645 gr/plant) was higher than 30% of the selected clones and practically equal to the mean (667 gr/plant) of the 10 clones which were selected by INIAP (Ramonet & Morales, 1985).

Table 5 shows that the comparative production between sites determined productions without significant difference ($P < 0.05$) in 1983, while in 1984 and 1985 the production of the LQ plants was significantly ($P < 0.5$) higher than those of JI. The lack of statistical significance ($P < 0.05$) between the productions of 1983 in both sites, may be due to the presence of frosts in June and July (Table 2). Although they were lower in LQ, one degree Celsius below zero is enough to kill open flowers (Ayerza, 1990a). In 1984 and 1985, frost occurred early in JI but not in LQ, thus justifying the productive differences between sites.

Milthorpe and Dunstone (1989) found that genotypes that broke dormancy late were more likely to survive frost events. The variability in the floral opening date of the different genotypes has been demonstrated on the slope where the original seeds were collected (Buchmann, 1987).

The potential, resorting to the cloning and use of the superior genotype, in the fifth year represents productions of 2,900 kg/ha for the LQ site (Q_3P_2) and 767 kg/ha for the JI (J_4P_5). The projection of the LQ production is higher than the mean of 954 kg/ha, mean 2010-2019, and even the 1,363 kg/ha of the year 2015, which was the one with the highest mean production, of the adult Argentine commercial plantations maintained under irrigation in La Rioja (Ayerza, 2020b). However, it is far from the maximum yields achieved in Israel (7,070 kg/ha) (Perry *et al.*, 2021) or Aimogasta (5,000 kg/ha) (Norberto Vinelli, personal communication, Aimogasta, La Rioja, Argentina, 2023) in adult plantations of clones with drip irrigation and fertilization.

Q_4P_8 and J_3P_{22} were the plants with the highest accumulated production of the analyzed three years with 1,805 g and 1,386 g/plant respectively (Tables 3 and 4). The productive difference determined between the LQ and JI sites, considering only the production of the most productive plant in the fifth year, significantly decreased in favor of

Month	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total	SD
Rainfall (mm)														
LQ-83	398	0	17	26	0	0	0	31	29	65	76	85	727	115.63
LQ-84	197	106	63	6	0	0	0	0	48	2	20	212	654	62.45
LQ-85	100	0	62	11	0	0	110	36	0	7	82	96	504	43.59
SD	151.9	61.20	26.27	10.41	0.00	0.00	63.51	19.50	24.17	35.02	34.20	70.36		37.36
Mean	231.7	35.3	47.3	14.3	0.0	0.0	36.7	22.3	25.7	24.7	59.3	131.0	628.3	73.9
JI-83	322	51	6	16	0	0	13	26	26	54	62	88	664	88.35
JI-84	189	104	59	6	0	0	0	0	44	2	25	218	647	77.02
JI-85	104	72	54	8	0	0	107	27	0	10	85	62	529	41.57
SD	109.8	26.69	29.26	5.29	0.00	0.00	58.39	15.31	22.12	28.00	30.27	83.58		24.40
Mean	205.0	75.7	39.7	10.0	0.0	0.0	40.0	17.7	23.3	22.0	57.3	122.7	613.3	69.0
EC-83	369	46	11	19	0	14	14	29	28	57	65	82	734	100.04
EC-84	190	112	52	5	0	0	0	0	44	2	21	216	642	77.50
EC-85	105	68	46	10	0	0	107	0	0	12	102	64	514	44.66
SD	134.7	33.61	22.14	7.09	0.00	8.08	58.16	16.74	22.27	29.30	40.55	83.05		27.85
Mean	221.3	75.3	36.3	11.3	0.0	4.7	40.3	9.7	24.0	23.7	62.7	120.7	630.0	74.1

Table 6. Rainfall by site and year.

LQ. Thus, production of JI went from 26% to 77% concerning LQ.

These productions were obtained without irrigation, with the annual rainfall shown in Table 6. The data show that the maximum difference in rainfall between sites occurred in 1983 with 10% in favor of the LQ site. The distribution of rainfall was typical of the Chaco region, with a hot and rainy season and a temperate and dry season. The rainfalls of June and August 1984 must be considered an anomaly in the Arid Chaco (NCEI, 2022).

The rainfalls of the three studied years agree with the mean values of the period 1970-2011 (673 mm) in Villa Dolores, Córdoba, 30 km south of El Desafío, on the foothills of the Sierras de los Comechingones. Thus, they

also agree with the mean for the period 1973-2003 (512 mm) measured in the Chancani Forest Reserve, on the foothills of the Sierra de Pocho, 24 km north of El Desafío (Iglesias *et al.*, 2010; Karlin, 2012).

Rainfalls measured in this work were 45% above the mean of 433 mm obtained in Superior, Arizona, in the northern limit of the Sonoran Desert, considered one of the most productive areas of native jojoba (Ayerza, 1990a).

Except the LQ weights for 1983 and 1985, the individual seed weights obtained for both sites (Table 7) were higher than those determined as the mean of the germplasm collection of the native stands of the species in their areas of origin: Sonoran Desert,

Site	1983	1984	1985	LSD ²	Total
	(g/seed)				(g/seed)
LQ	0.70 ^{b.B.1}	0.83 ^{a.A}	0.73 ^{b.B}	0.05	0.76 ^b
JI	0.79 ^{a.B}	0.82 ^{a.B}	0.93 ^{a.A}	0.07	0.85 ^a

¹differentlowercase letters in the same column (t Student test) and uppercase letter in the same row (Student-Newman-Keuls test), are significantly (P<0.05) different; ² least significant difference according to Student-Newman-Keuls test.

Table 7. Mean weight of the seeds produced in LQ and JI at 3, 4 and 5 years of age.

Year	1983	1984	1985	Media	SD	LSD ⁴
Plant	(% of wax ²)					
Q ₃ P ₂	52.9	53.2	51.2	52.4 ^{ab3}	1.08	---
Q ₃ P ₆	49.8	52.4	50.6	50.9 ^{ab}	1.33	---
Q ₃ P ₈	40.6	51.9	49.7	47.4 ^b	5.99	---
Q ₃ P ₁₀	49.7	52.8	49.7	50.7 ^{ab}	1.79	---
Q ₄ P ₈	55	53.5	50.8	53.1 ^a	2.13	---
Q ₄ P ₁₀	49.7	52.8	49.7	50.7 ^{ab}	1.79	---
Q ₆ P ₁₀	50.9	53.4	52.3	52.2 ^{ab}	1.25	---
Mean	49.8 ^{b.3}	52.9 ^a	50.7 ^{ab}	51.1	---	3.61
SD ¹	4.52	0.57	0.98	1.87	---	---
LSD ⁴	---	---	---	4.74	---	---
JI ₁ ⁵	---	---	---	51.7	---	---
JI ₂ ⁵	---	---	---	51.1	---	---
Mean	---	---	---	51.4	---	---
SD ¹	---	---	---	0.42	---	---

¹Standard deviation;² percentage on the dry weight of the seed; ³ different letters in the same column or row are significantly (P<0.05) different according to Student-Newman-Keuls test; ⁴ least significant difference; ⁵years and plants sample; LQ n = 3.

Table 8. Variability of wax content between years and between genotypes.

Californian Mediterranean and Los Cabos Tropical Region. This was 0.56 g (0.36 – 0.75g/plant) measured at 4% seed moisture (Ayerza,1990b). The variability of the individual seeds’ weight between years is affected by climatic conditions (Goytia-Jiménez *et al.*, 2011), which may be the explanation for the indicated variations. The significant difference (P<0.05) between the individual weights of LQ and JI cannot be explained with the available information.

The wax content of seven plants chosen at random from the LQ site (Table 8) showed yields between 40.6% and 55%, depending on the genotype and the year. Through the analyzed three years, the Q₄P₈ genotype had the highest mean percentage of liquid wax; however, it was only significantly (P<0.05) different from the Q₃P₈ genotype, which in turn was not significantly (P<0.05) different from the other five genotypes. Although with this information it is not possible to explain the variations in the analyzed period, it has been shown that these occur between years, influenced by the climate, the genotype and

their interactions, both in jojoba and in other species, *viz.*, moringa and olive (Dunstone *et al.*, 1985; Ayerza, 2011, 2020b; Nissim *et al.*, 2020), which could justify the differences measured in this work.

Open pollination and the availability of pollen from different male plants in jojoba plots also influence the variability of the wax content of the seeds from different plants of the same clone, in the same site and year. This was demonstrated in the foothills of the Sierra de Ancasti, Catamarca, Argentina (Ayerza, 2020b) and Ramat Negev, Israel (Benzioni & Vaknin, 2002).

The standard deviation magnitude of the wax percentage of the three measured years (Table 8) shows a great dispersion between genotypes for 1983 and within each genotype through the years. The standard deviation of the Q₃P₈ genotype showed the highest comparative variability.

The mean annual wax production of the LQ plant seeds (Table 8) was significantly (P<0.05) higher in 1984, compared to that of

1983, and also 1985, although in the latter case the difference was not significant ($P < 0.05$). It has been shown that the percentage of jojoba wax increases when the fruiting process starts early (Perry *et al.*, 2021). The year with the highest wax content was 1984, with no frost interfering with the beginning and development of the fruiting period (Table 2).

On the other hand, the JI_1 and JI_2 composite samples (Table 8), with liquid wax yields of 51.70% and 51.10% were within the limits obtained from the LQ plants.

The wax percentages obtained here agree with those reported by other authors in seeds collected from wild plants in different regions of the Sonoran Desert and the Californian Mediterranean ecosystem. Araiza-Lizalde *et al.* (2017) reported for seeds collected in three locations in Mexico, Sonoyta, Todos Santos and La Huerta, (49 ± 2.80), (44 ± 1.35) and (43 ± 1.00)%, respectively. Miwa (1971) determined 48.4% and 40.5% for two sites in Arizona, and for the Californian Mediterranean ecosystem, 52.5% in inland stands and 49.4% in plants located on the coast; Ayerza (1990b) in wild jojoba plants located in 8 sites in Arizona, 3 in Baja California, 4 in Baja California Sur, 3 in California and 2 in Sonora, obtained a mean of 48.9% and extremes of 45% and 53%.

Regarding their comparison with the wax content of selected clones of the Q_3P_8 genotype in 1983, they agree with the values of 49.2% and 57.5% obtained in 14 selected clones in Aimogasta, La Rioja (Tobares *et al.*, 2004), with 49.4% and 56.2% of 13 clones selected in Zancas, Catamarca (Ayerza, 2020b), and with 54.9% and 58.8% of five clones, located in the Pampa de Villacurí, Ica, Peru (Ayerza, 2001); the three locations under irrigation.

CONCLUSIONS

These results contribute to understanding the ecosystem conditions where jojoba was planted in Argentina, explaining its persistence 40 years later. The work surveyed the climatic conditions that allowed its planting and development in the ecotone between the Arid

Chaco and the Mountain Chaco, between 550 and 400 meters above sea level, in the foothills of the Sierra de Pocho, Córdoba, whose slope allows a suitable strip 2.4 km wide.

The presence of the atmospheric phenomenon of autumn-winter thermal inversion in the Sierra de Pocho foothills was determined as the factor of the persistence and production of jojoba. This phenomenon decreases the extreme minimum temperatures when ascending the slope. The intensity of this effect decreased as the altitude descended, making the autumn-winter thermal regime inadequate for jojoba below 400 masl.

ACKNOWLEDGMENTS

The author acknowledges support for this project from Quitral-co SAIC, Buenos Aires, Argentina and International Flora Technologies, Chandler, Arizona, U.S.A

REFERENCES

- AOCS. (1984). *Official methods of AOCS. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society*. First Edition, American Oil Chemists' Society, Champaign, Illinois, U.S.A.
- Araiza-Lizalde, N., Alcaraz-Meléndez, L., Angulo-Escalante, M. A., Reynoso-Granados, T., Cruz-Hernández, P., & Calderón-Vázquez, C. L. (2017). Physicochemical Composition of Seed Oil of Wild Jojoba Populations in Northwestern Mexico. *Journal of Food and Nutrition Research*, 5(6), 443-450.
- Ayerza, R. (1990a). *La Jojoba: ecología, manejo y utilización*. Orientación Gráfica Editora. Buenos Aires, Argentina.
- Ayerza, R. (1990b). Variability of oil content in jojoba (*Simonsia chinensis* L. [Schneider]) seeds harvested in the Sonoran desert. In *Proceedings of the 8th International Conference on Jojoba and Its Uses, and 1st International Conference on Promising Crops for Arid and Semi Arid Lands* (pp. 200-205). Latin America Jojoba Association and Jojoba Growers Association. Asunción, Paraguay.
- Ayerza, R. (1992). Deficiente vernalización de la jojoba en el Chaco Paraguayo. *Gaceta Agronómica*, 12(68), 264-268.
- Ayerza, R. (2001). Seed wax ester composition of ten jojoba clones growing in two arid ecosystems of South America. *Tropical Science*, 41, 1-4.

- Ayerza, R. (2004). *Polinización de la jojoba en Catamarca: comparación de los años 2002 y 2003*. Fincas de Ambato S.A. Catamarca, Argentina.
- Ayerza, R. (2011). Seed's yield components, oil content, and fatty acid composition of two populations of Moringa (*Moringa oleifera* Lam.) growing in the Arid Chaco of Argentina. *Industrial Crops and Products*, 33, 389-394.
- Ayerza, R. (2016). Case studies - Jojoba, new industrial crop development and commercialization in Argentina. In *Proceedings of the International Workshop on Olive and Jojoba* (pp. 1-14). State Institute of Agriculture Management, Government of Rajasthan, Jaipur, India.
- Ayerza, R. (2020a). Producción anual de semilla de jojoba en Argentina: Período 1999-2020. In *20ava, Reunión Argentina de Productores de Jojoba* (pp. 1-2). Aimogasta, La Rioja, Argentina.
- Ayerza, R. (2020b). Variability in oil content in Argentine jojoba. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11(4), 841-852.
- Ayerza, R. (2023). Variation of Temperatures, Rains and Winds, Related to the Altitude in an Eco-tone between the Mountain Chaco and the Arid Chaco. *Revista Industrial y Agrícola de Tucumán*, 100(1), 37-45.
- Ayerza, R. (2025). *Jojoba: ecology and development in the Sonoran Desert: 50 years of history*. Editorial Hecho a Ojo LLC. La Rinconada, Santa Elena, Ecuador.
- Ayerza, R., & Zeaser, D. (1987). Evaluation of two origins of jojoba from production. In *Proceedings of the II Australian Jojoba Association Seminar* (pp. 5-7). Australian Jojoba Booklet. Perth, Australia.
- Bates R. G. (1973). *Determination of pH. Theory and practice*. 2nd. Ed. Wiley. New York, U.S.A.
- Benzioni, A., Palzkill, D. A., & Nelson, J. M. (1992). Flower Bud Dormancy, ABA Concentration, and Survival during Frost of Jojoba Genotypes under Water Stress. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 117(6), 976-980.
- Benzioni, A., & Vaknin, Y. (2002). Effect of Female and Male Genotypes and Environment on Wax Composition in Jojoba. *Industrial Crops and Products*, 10(2), 85-95.
- Bocco, M., Coirini, R., Karlin, U., & von Müller, A. (2007). Evaluación Socioeconómica de Sistemas Productivos Sustentables en el Chaco Árido, Argentina. *Zonas Áridas* 11(1), 70-84.
- Bravo, R., Muñoz, M., & Quintana, J. (2020). *Heladas. Factores atmosféricos, tendencias y efectos en frutales y vides*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Boletín N° 417. Osorno, Chile.
- Bray, R. H., & Kurtz, L. T. (1945). Determination of total, organic and available forms of phosphate in soils. *Soil Science*, 59, 39-45.
- Brooks, W. H. (1978). Jojoba a North American desert shrub; its ecology, possible commercialization, and potential as an introductory species into other arid regions. *Journal of Arid Environment*, 1, 227-236.
- Buchmann, S. L. (1987). Floral Biology of Jojoba (*Simmondsia chinensis*), an Anemophilous Plant. *Desert Plants*, 8(31), 111-124.
- Burden, J. D. (1970). *Ecology of Simmondsia chinensis (Link) Schneider at its lower elevational limits*. Thesis Master of Science. Arizona State University, Tempe, Arizona, U.S.A.
- Chapman H. D. & Pratt, P. F. (1961). *Methods of Analysis for Soils, Plants, and Waters*. University of California. Riverside, California, U.S.A.
- Coates, W., & Ayerza, R. (2008). Supplemental pollination-increasing jojoba (*Simmondsia chinensis* L. [Schneider]) seed yields in the Arid Chaco environment. *Industrial Crops and Products*, 27(3), 364-370.
- Cohort Stat (2006). Cohort Stat 6.311. Cohort Software Inc. Monterey, California, U.S.A.
- Díaz Queralto, F. (1971). *Práctica de la defensa contra heladas*. Dilagro, Lérida, España.
- Dunstone, R. L. (1980). The reproductive cycle in jojoba. In A. R. Baldwin (Ed.). *Proceedings of the Seventh International Conference on Jojoba and Its Uses*. American Oil Chemists' Society (pp. 50-59). Champaign, Illinois, U.S.A.
- Dunstone, R. L. (1995). Predicting flowering time in different genotypes of jojoba. Effect of Temperature on the Synthesis of Jojoba Wax. *Australian Journal of Plant Physiology*, 12, 355-362.
- Durazo, U. (1982). Estabilidad y Media de Producción en Plantas de Jojoba, *Simmondsia chinensis* (Link) Schneider, Bajo Cultivo en la Costa de Hermosillo. In A. E. Cesnik (Ed.), *Proceedings of the Fifth International Conference on Jojoba and Its Uses* (pp. 237-244). Office of Arid Lands Studies, University of Arizona. Tucson, Arizona, U.S.A.
- Fan, Z., Xiong, H., Luo, Y., Wang, Y., Zhao, H., Li, W., He, X., Wang, J., Shi, X., & Zhang, Y. (2020). Fruit Yields Depend on Biomass and Nutrient Accumulations in New Shoots of Citrus Trees. *Agronomy*, 10, 1988. <https://doi.org/10.3390/agronomy10121988>

- Ferriere, J., Milthorpe, P. L., & Dunstone, R. L. (1989). Variability in chilling requirements for the breaking of flower bud dormancy in jojoba (*Simmondsia chinensis* [Link] Schneider). *Journal of Horticultural Science*, 64(3), 379-387.
- Gentry, H. S. (1958). The natural history of jojoba (*Simmondsia chinensis*) and its cultural aspects. *Economic Botany*, 12, 261-295.
- Goytia-Jiménez, M. A., Gallegos-Goytia, C. A., & Núñez-Colín, C. A. (2011). Relación entre variables climáticas con la morfología y contenido de cera de semillas de higuera (*Ricinus communis* L.) de Chiapas. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 17(1), 41-48.
- Grand View Research. (2023). *Jojoba Oil Market Size, Share & Trends Analysis Report By Type, By Application (Cosmetics & Personal Care, Pharmaceutical), By Sales Channel (B2B, B2C), by Region, and Segment Forecasts, 2023 – 2030*. Download on May 30, 2023. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/jojoba-oil-market> [accessed: May 2023].
- Hang, S., Mazzarino, M. J., Núñez, G., & Oliva, L. (1995). Influencia del desmonte selectivo sobre la disponibilidad de nitrógeno en años húmedos y secos en sistemas silvopastoriles en el Chaco Árido Argentino. *Agroforestería de las Américas*, 2(6), 9-14.
- Iglesias, M. R., Barchuk, A., & Grilli, M. (2010). Dinámica estacional e interanual del NDVI en bosques nativos de zonas áridas argentinas. *Revista de Teledetección*, 34, 1-11.
- IMARC Group. (2023). *Jojoba Oil Market: Global Industry Trends, Share, Size, Growth, Opportunity and Forecast 2023-2028*. Download on May 20, 2023 from <https://www.imarcgroup.com/prefeasibility-report-jojoba-oil-processing-plant>
- Jiménez-Méndez, A., Guerrero-Peña, A., García-López, E., & Carrillo-Ávila, E. (2019). Producción de biomasa total, rendimiento y composición de la semilla de *Jatropha curcas* L. con diferentes dosis de fertilización. *Interciencia*, 44(9), 529-534.
- Karlin, M. S. (2012). Cambios temporales del clima en la subregión del Chaco Árido. *Multequina*, 21, 3-16.
- Karlin, M. S. (2013). Suelos. In R. O. Coirini, M. S. Karlin, U. O. Karlin, G. J. Reati and R. M. Zapata (Eds.). *El Chaco Árido* (pp. 51-77). Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba, Argentina.
- Kour, D., Bakshi, P., Wali, V. K., Sharma, N., Sharma, A., & Iqbal, M. (2018). Alternate Bearing in Olive - A Review *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(9), 2281-2297. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.709.283>
- Lavee, S. (2007). Biennial bearing in olive (*Olea europaea*). *Annales. Series Historia Naturalis*, 17(1), 101-112.
- Lazare, S., Zipori, I., Cohen, Y., Haberman, A., Goldshtein, E., Ron, Y., Rotschild, R., & Dag, A. (2021). Jojoba pruning: New practices to rejuvenate the plant, improve yield and reduce alternate bearing. *Scientia Horticulturae*, 277, 109793. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109793>
- Livingston, D. P. (2018). Investigating Freezing Patterns in Plants Using Infrared Thermography. In M. Iwaya-Inoue, M. Sakurai & M. Uemura (Eds.). *Advances in Experimental Medicine and Biology, Survival Strategies in Extreme Cold and Desiccation*, Advances in Experimental Medicine and Biology (pp. 117-127). Springer Nature Singapore Pte Ltd.
- Mehlich, A. (1984). Mehlich-3 soil test extractant: a modification of Mehlich-2 extractant. *Communications in Soil Science and Plant*, 15, 1409-1416.
- Medina Morales, M. C., Samaniego-Gaxiola, J. A., Santamaría-César, J., Faz-Contreras, R., Herrera-Pérez, T., Ramírez-Delgado, M., & González- Cervantes, G. (2000). Alternancia en la producción del nogal pecanero, en la comarca lagunera de México. *ITEA*, 96(2), 132-138.
- Milthorpe, P. L. (2006). *Evaluation of jojoba germplasm in different environments*. A report for the Rural Industries Research and Development Corporation, RIRDC Publication No 05/184. Australian Government, Condobolin, New South Wales, Australia.
- Milthorpe, P. L., & Dunstone, R. L. (1989). The potential of jojoba (*Simmondsia chinensis*) in New South Wales 2. Some factors affecting yield. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 29, 389-395.
- Miwa, T. (1971). Jojoba Oil Wax Esters and Derived Fatty Acids and Alcohols: Gas Chromatographic Analyses. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 48(13), 259-264.
- Montesinos-Torres, D. (2007). *Juniperus thurifera*: una especie dioica, vecera y relictica. *Ecosistemas*, 16(3), 172-185.
- Nahla, A., Adawy, S., Eliraq, M., Abo-El-Khasab, A., Abd-El-Aziz, Y., El-Bassel, E., Esmail, A. S., Attaia, M., Darwish, S. H., El-Ashry, H., & Gawish, M. S. (2018). Selection and Agronomical Evaluation for Some Elite Genotypes of Jojoba. *Journal of Applied Life Sciences International*, 18(1), 1-12.

- Nelson, J. M., & Palzkill, D. A. (1993). Irrigation effects on growth, cold tolerance of flower buds, and seed yield of jojoba. In J. Janick and J. E. Simon (Eds.), *New crops* (pp. 360-362), Wiley, New York, U.S.A.
- NCEI- National Centers for Environmental Information. 2022. *Global Summary of the Month (GSOM), Version 1*. <https://www.ncei.noaa.gov/access/search/data-search/global-summary-of-the-month?dataTypes=PRCP&bbox=-28.663,-67.606,-30.163,-66.106&startDate=1968-12-13T00:00:00&endDate=1968-12-13T23:59:59>
- Nerd, A., & Benzioni, A. (1988). Effect of water status, genetic background gender and fertilizer on flowering in jojoba. *Advances in Horticultural Science*, 2, 48-51.
- Nissim, Y., Shloberg, M., Biton, I., Many, Y., Doron-Faigenboim, A., Zemach, H., Hovav, R., Kerem, Z., Avidan, B., & Ben-Ari, G. (2020). High temperature environment reduces olive oil yield and quality. *PLoS One*, 23, 15(4), e0231956. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0231956>
- Palzkill, D. A., & Hogan, L. (1982). Jojoba seed yield from a seedling planting at Mesa, Arizona, and from a cutting-grown planting near Bakersfield, California. In *Proceedings of the Fifth International Conference on Jojoba and Its Uses*, (pp. 231-236). Office of Arid Lands Studies, University of Arizona. Tucson, Arizona.
- Perry, A., Tel-Zur, N., & Dag, A. (2021). Vegetative and Reproductive Response to Fruit Load in Two Jojoba (*Simmondsia chinensis*) Cultivars. *Agronomy* 11(5), 889. <https://doi.org/10.3390/agronomy11050889>
- Ramírez-Santa-Pau, M. M. (2001). *Variabilidad de la producción en olivo (Olea europaea L.). relación entre alternancia, floración, vigor y productividad*. Tesis Doctoral, Universidad de Córdoba, Córdoba, España.
- Ramonet, R., & Morales, A. M. (1985). Seed yield variability and selection criterion of jojoba clones in Mexico. In *Proceedings of the Sixth International Conference on Jojoba and Its Uses*. (pp. 279-286). University of The Negev. Beer-Sheva, Israel.
- Ramonet, R. (1988): Selection criteria and evaluation procedures for jojoba plant improvement. In *Proceedings of The Seventh International Conference on jojoba and its Uses*. (pp. 60-68.). American Oil Chemists Society, Phoenix, Arizona, U.S.A.
- Shreve, F. (1912). Cold air drenaje. *Plant World*, 15, 110-115.
- Snyder, R. L., & de Melo-Abreu, J. P. (2005). *Frost Protection: fundamentals, practice, and economics*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy.
- Tálamo, E., Moya-Ruiz, F., García, R., Rocha-Fasola, V., & López, F. R. (2013). El Complejo Acuífero Profundo de Arauco, provincia de La Rioja. In N. González, E. E. Kruse, M. M. Trovatto, & P. Laurencena (Eds.). *Agua subterránea recurso estratégico*. (pp. 140-147). Editorial de la Universidad de La Plata. La Plata, Buenos Aires, Argentina.
- Tel-Zur, N., Rothschild, R., Zurgil, U., & Vaknin, Y. (2020). Characterization of Flowering Time and Pollen Production in Jojoba (*Simmondsia chinensis*) towards a Strategy for the Selection of Elite Male Genotypes. *Agronomy*, 10, 592. <https://doi.org/10.3390/agronomy10040592>
- Tobares, L., Frati, M., Guzmán, C., & Maestri, D. (2004). Agronomical and chemical traits as descriptors for discrimination and selection of jojoba (*Simmondsia chinensis*) clones. *Industrial Crops and Products*, 8, 145-149.
- United Nations. (2019). *Informe de políticas de ONU-AGUA sobre el Cambio Climático y el Agua*. UN Water-United Nations. Geneve, Suisse.
- U.S. Army Corps of Engineers. (1997). Agronomical and chemical traits as descriptors for discrimination and selection of jojoba (*Simmondsia chinensis*) clones. *Tucson area drainage study, AZ (Tucson Arroyo) Feasibility study phase feasibility report and environmental impact statement*. U.S. Army Corps of Engineers. Los Angeles, California, U.S.A.
- Walkley, A., & Black, I. A. (1934). An examination of the Degtjareff method for determining organic carbon in soils: Effect of variations in digestion conditions and of inorganic soil constituents. *Soil Science*, 63, 251-263.
- Wünsche, J. (2021). *Physiological, metabolic and molecular basis of biennial bearing n apple*. Horticulture Innovation Australia. Sydney, New South Wales, Australia.
- Yermanos, D. M. (1982). *Jojoba out of the Ivory Tower and into the real world of agriculture*. University of California. Riverside, California, U.S.A.
- Yermanos, D. M. & Duncan, C. C. (1976). Quantitative and qualitative characteristics of jojoba seed. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 53, 80-82.

Validación y Actualización de Especies Arbustivas y Arbóreas de la Familia Asteraceae de Salta (Argentina): Clave para su Reconocimiento

Validation and Updating of Shrub and Tree Species of the Asteraceae Family of Salta (Argentina): Key for their Morphological Recognition

Evangelina C. Lozano^{*1} , M. Mercedes Alemán²  & Roberto H. Martínez² 

1. Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta, Av. Bolivia 5150, (A4408FVY) Salta, Argentina.
evangelozano@gmail.com

2. Laboratorio de Histología y Anatomía de Plantas, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta, Av. Bolivia 5150, (A4408FVY) Salta, Argentina.

RESUMEN

En la familia Asteraceae, las especies arbustivas y arbóreas poseen un gran valor ecológico en la provincia de Salta. Muchos de sus grupos tradicionales han sido profundamente reestructurados sobre la base de estudios morfológicos y filogenéticos recientes, como ocurrió con la antigua tribu Mutisieae, cuyo carácter polifilético derivó en la reasignación de sus géneros a diferentes subfamilias. El objetivo de este trabajo es aportar información morfológica vegetativa y reproductiva para caracterizar representantes de Gochnatioideae, Mutisioideae y Stifftioideae en la región intermontana central de Salta, en el contexto de las clasificaciones filogenéticas actuales. La metodología incluyó observaciones morfológicas detalladas, análisis de herbario y revisión bibliográfica de las siguientes especies: *Aphyllocladus spartioides*, *Cnicothamnus lorentzii*, *Dinoseris salicifolia*, *Gochnatia palosanto*, *Mutisia acuminata* var. *paucijuga*, *Mutisia kurtzii* var. *anomala*, *Pentaphorus glutinosus*, *Proustia cuneifolia* subsp. *cuneifolia* y *Trixis grisebachii*. Como resultados, se amplían las descripciones morfológicas de caracteres florales diagnósticos (capítulo, filarios y corola) y se integran nuevos registros que amplían la distribución geográfica conocida de las especies. Cabe destacar la incorporación de *Hyaloseris rubicunda* y *Mutisia hamata* como nuevos registros para la región. El estudio incluye ilustraciones fotográficas y una clave dicotómica para el reconocimiento de los taxones.

Palabras claves: Compositae; Flora de Salta; Morfología de capítulos.

ABSTRACT

Within the Asteraceae family, shrubby and tree-like species have great ecological value in the province of Salta. Many of its traditional groupings have been significantly restructured based on recent morphological and phylogenetic studies. A notable example is the former tribe Mutisieae, whose polyphyletic nature led to its genera being reassigned to different subfamilies. This study aims to characterise representatives of the Gochnatioideae, Mutisioideae and Stifftioideae in the central intermontane region of Salta by providing morphological information on their vegetative and reproductive structures, in the context of current phylogenetic classifications. The methodology consisted of detailed morphological observations, herbarium specimen analysis, and the inclusion of pertinent literature review of the species of *Aphyllocladus spartioides*, *Cnicothamnus lorentzii*, *Dinoseris salicifolia*, *Gochnatia palosanto*, *Mutisia acuminata* var. *paucijuga*, *Mutisia kurtzii* var. *anomala*, *Pentaphorus glutinosus*, *Proustia cuneifolia* subsp. *cuneifolia* and *Trixis grisebachii*. The morphological descriptions of diagnostic floral characters (capitulum, phyllaries, and corolla) have therefore been expanded, and new records have been incorporated, extending the known geographic distribution of the species. Notably, *Hyaloseris rubicunda* and *Mutisia hamata* have been included as new records for the region. The study includes photographic illustrations and a dichotomous key for identifying the taxa.

Keywords: Compositae; Flora of Salta; Morphology of heads.

Lozano E. C., Alemán M. M., Martínez R. H. (2026). Validación y Actualización de Especies Arbustivas y Arbóreas de la Familia Asteraceae de Salta (Argentina): Clave para su reconocimiento. Revista Ciencias Naturales 4(1), 26-57.

Recibido: 4/12/2025

Aceptado: 19/5/2026

Publicado: 31/7/2026

Editor: Cecilia Trillo

INTRODUCCIÓN

Asteraceae es una de las familias de mayor riqueza entre las Angiospermas (plantas con flores), con una estimación de 25.000-30.000 especies (Moreira-Muñoz *et al.*, 2024, Funk *et al.*, 2009). Están ampliamente distribuidas en todo el mundo, incluso en las islas asociadas a la península antártica (Fuentes-Lillo *et al.*, 2017).

En relación a la taxonomía de la familia Asteraceae, históricamente pueden destacarse las clasificaciones propuestas por Cassini (1819), quien estableció 19 tribus entre ellas Mutisieae, y la de Bentham (1873) quien propuso un sistema con 13 tribus, incluyendo la tribu Mutisieae (denominada Mutisiaceae), la que incluía cinco subtribus (Barnadesieae, Onoserideae, Gochnatieae, Gerberieae, Nassauvieae), este sistema predominó durante muchos años, con modificaciones en la circunscripción de las subtribus realizadas por varios autores.

Lindley (1829), propuso la subfamilia Mutisioideae y Nassauvioideae, ambas con dos tribus, estas categorías subfamiliares no fueron retomadas por largo tiempo por otros autores que solo realizaban estudios tribales.

En un aporte a la sistemática de Asteraceae Carlquist (1976), analiza la morfología de los tricomas (pelos epidérmicos) como caracteres taxonómicos y propone una división funcional de la familia en dos grandes grupos: Asteroideae y Cichorioideae, basándose en la estructura de los estilos y la morfología de los tricomas.

El análisis cladístico realizado por Bremer (1987) conformaba la mayoría de las tribus en dos grandes subfamilias Asteroideae (considerada monofilética, con sinapomorfías claras) y Cichorioideae (reconocida como parafilética, agrupando tribus con menos cohesión filogenética).

Bremer & Jansen (1992), basados en estudios sobre inversión en el ADN del cloroplasto ausente en algunos géneros de Jansen & Palmer (1987), produjo uno de los

primeros cambios taxonómicos que fue la eliminación de la subtribu Barnadesiinae de Mutisieae y su paso al rango de subfamilia, dividiendo las Asteraceae en tres subfamilias: Barnadesioideae con una tribu escindida de Cichorioideae, esta última con seis tribus (una de ellas Mutisieae), y Asteroideae con diez tribus.

La propuesta de Bremer (1996) separó de la subfamilia Cichorioideae a la tribu Cardueae único miembro de la subfamilia Carduoideae. Pruski & Sancho (2004), siguiendo el esquema de Bremer (1996), reconocieron la subfamilia Mutisioideae como una de las cinco subfamilias de Asteraceae: Barnadesioideae, Mutisioideae, Carduoideae, Cichorioideae y Asteroideae.

Los análisis de Panero & Funk (2002), utilizando marcadores moleculares de varios genes cloroplásticos, respaldaron el establecimiento de tres nuevas subfamilias Gochnatioideae, Hecastocleidoideae y Pertyoideae. Estudios filogenéticos moleculares posteriores en Asteraceae (Funk *et al.*, 2005; Panero & Funk, 2007, 2008), dieron sustento a los siguientes nuevos taxones: subfamilias Stiffioideae y Wunderlichioideae.

El trabajo de Funk *et al.* (2009) marcó un punto de inflexión en el estudio de la familia Asteraceae al reunir y actualizar en una sola obra los principales avances en su evolución, especialmente desde la incorporación de métodos moleculares, reconociendo en ese momento 12 subfamilias y 43 tribus. A partir de allí, un nuevo conjunto de herramientas moleculares la filogenómica, basada en técnicas agrupadas bajo el nombre de secuenciación de nueva generación (NGS) permitió profundizar los estudios filogenéticos. Tras una serie de investigaciones, Mandel *et al.* (2015, 2017) lograron una filogenia del esqueleto de la familia sin ambigüedades lo que condujo a una nueva clasificación que reconoce 16 subfamilias y 50 tribus (Mandel *et al.*, 2019; Susanna *et al.*, 2020).

En la revisión de Katinas & Funk (2020) se aborda la clasificación del clado basal de

Asteraceae, partiendo de la tribu Mutisieae sensu Cabrera (1977), que agrupaba diversos géneros en función de criterios morfológicos previos. Sin embargo, los estudios filogenéticos moleculares posteriores demostraron que dicha agrupación no constituía un grupo monofilético. Como resultado, la antigua tribu Mutisieae fue recircumscripta y sus géneros redistribuidos en múltiples subfamilias y tribus, conforme a sus relaciones evolutivas, estableciendo un total de 11 subfamilias. Algunas de estas subfamilias fueron creadas recientemente como Famatinanthoideae (Panero *et al.*, 2014), mientras que otras fueron reubicadas o redefinidas a partir de estudios filogenéticos moleculares, como Barnadesioideae, Carduoideae, Cichorioideae, Gochnatioideae, Hecastocleidoideae, Mutisioideae, Pertyoideae, Stiffthioideae, Vernonioideae y Wunderlichioideae (Gostel *et al.*, 2022; Panero & Funk, 2002; Funk *et al.*, 2009). Toda esta profunda reorganización no solo modificó los esquemas de clasificación global, sino que impulsó la necesidad de revisar y actualizar el conocimiento de los representantes locales que formaron parte de esta transición sistemática.

Antecedentes sistemáticos y la reestructuración de Mutisieae

La base de los esquemas taxonómicos modernos reside en las clasificaciones morfológicas que estructuraron el estudio del grupo. En este contexto, Cabrera (1977) realizó la primera revisión sistemática a finales del siglo XX de Mutisieae, basada en características morfológicas, con especial énfasis en los caracteres de la corola y el estilo, y reconoció en la tribu cuatro subtribus: Barnadesiinae, Gochnatiinae, Mutisiinae y Nassauviinae, con 83 géneros y alrededor de 950 especies, principalmente americanas, con algunos representantes en el sur de Asia y África, y una especie en Australia. Este marco de referencia, aunque sumamente abarcador, agrupaba una marcada heterogeneidad que las herramientas moleculares modernas se encargarían de revisar.

Bremer (1994) eliminó los límites entre Mutisiinae y Gochnatiinae y las fusionó en

una única subtribu (Mutisiinae *s.l.*). Bremer demostró la separación artificial de los grupos al realizar un análisis filogenético exhaustivo que no logró recuperar a Mutisiinae y Gochnatiinae como clados monofiléticos separados, sino que encontró sus géneros intermezclados. Esta separación artificial entre Mutisiinae y Gochnatiinae también fue confirmada por evidencia palinológica (Tellería *et al.*, 2003), incluía 76 géneros y aproximadamente 970 especies.

La tribu Mutisieae *s. l.* fue subdivida por Jeffrey (2007) en cinco series morfológicas informales, basándose en observaciones de caracteres como los estilos, las corolas y los sistemas de polinización. Dichas series son: el Grupo del Núcleo Central (Central Core), el Complejo Gochnatia (Miller, 1970), los Géneros Bilabiados Centrados en las Tierras Altas de Guayana (Guyana Highland centred bilabiate genera), el Grupo Ainsliaea, y el grupo de Adenocaulon y Eriachaenium.

La delimitación del grupo Mutisieae dentro de Asteraceae se basó históricamente en criterios morfológicos, dando origen al concepto de Mutisieae *s. l.*, adoptado por autores como Cabrera (1977), Bremer (1994) y Jeffrey (2007). Un trabajo clave en esta transición fue la revisión morfológica de Katinas *et al.* (2008), que interpretó el grupo como la Subfamilia Mutisioideae *s. l.* Este concepto fue radicalmente redefinido por las filogenias obtenidas mediante datos moleculares de cloroplasto (Panero & Funk, 2002, 2008; Funk *et al.*, 2005).

Bajo este nuevo paradigma y siguiendo la propuesta de Susanna *et al.* (2020), la subfamilia Mutisioideae se circumscribe actualmente *s. str.* como un grupo monofilético integrado por las tribus Onoserideae, Mutisieae y Nassauvieae. Esta redefinición implica que géneros tradicionalmente asociados ahora pertenecen a linajes evolutivos distintos dentro de la Subfamilia Gochnatioideae (Tribu Gochnatieae), como es el caso de *Gochnatia*, *Cnicothamnus* y *Pentaphorus*. Por otro lado, la Subfamilia Stiffthioideae agrupa a géneros como *Hyaloseris* y *Dinoseris*. El presente

trabajo adopta esta clasificación actualizada para caracterizar la diversidad y revalorizar las especies nativas que encuentran en la provincia de Salta un ambiente propicio para su desarrollo.

Se efectuó una revisión completa de los taxones citados en la literatura para Salta, especialmente para el valle de Lerma (Novara *et al.*, 1995) son: *Aphyllocladus spartioides* Wedd., *Cnicothamnus lorentzii* Griseb., *Dinoseris salicifolia* Griseb., *Gochnatia palosanto* Cabrera, *Mutisia acuminata* Ruiz & Pav. var. *paucijuga* (Griseb.) Cabrera, *Mutisia kurtzii* R.E. Fr. var. *anomala* (Lillo) Cabrera, *Pentaphorus glutinosus* D. Don., *Proustia cuneifolia* D. Don subsp. *cuneifolia*, *Trixis grisebachii* Kuntze; se agrega en este trabajo a *Hyaloseris rubicunda* Griseb. y *Mutisia hamata* Reiche. La importancia de este estudio radica en que muchos de estos taxa poseen aplicaciones etnobotánicas y enfrentan amenazas crecientes por la degradación del hábitat. Al carecer de herramientas de identificación actualizadas, estas especies suelen pasar desapercibidas en los relevamientos de conservación. El objetivo de esta investigación es aportar nueva información morfológica sobre caracteres vegetativos y reproductivos a fin de validar, actualizar e identificar taxonómicamente a las especies arbustivas y arbóreas de las subfamilias Gochnatioideae, Mutisioideae y Stiffioideae (Asteraceae) presentes en la región intermontana central de Salta (Argentina).

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en la región intermontana central de Salta, un complejo sistema de valles, quebradas y serranías que abarca un marcado gradiente ambiental. El área comprende principalmente el Valle de Lerma (depresión tectónica entre 1100-1500 m s.m., que alberga la transición entre la Selva Montana y el Chaco Serrano, con laderas orientales y zonas de transición que descienden hasta los 1000 m s.m., la Quebrada del Toro (corredor fluvial desde Campo Quijano hasta San Antonio de los Cobres,

con un marcado gradiente que va desde los 1200 hasta superar los 3700 m s.m., que presenta fisonomía de Prepuna) y los Valles Calchaquíes (región por encima de los 1600 m s.m., con clima árido extremo y vegetación de Monte y Prepuna); incluyendo laderas y áreas de transición altitudinal como la Cuesta del Obispo. El estudio morfológico se realizó con material recolectado por los autores durante los años 2023-2025 en diversas épocas del año, coincidiendo con los estadios fenológicos de floración y fructificación, con el fin de obtener ejemplares completos de cada especie, incluyendo aquellas con pico de floración en verano y otras en invierno, los que se depositaron en el herbario MCNS. Además, se revisaron especímenes conservados en los siguientes herbarios: JUA, LIL, MCNS y SI (Thiers, 2025). Para el tratamiento nomenclatural se revisaron protólogos y ejemplares tipo digitales en TROPICOS y JSTOR Global Plants, consultando el Código Internacional de Nomenclatura para Algas, Hongos y Plantas, Código de Madrid (Turland *et al.*, 2025). Las descripciones morfológicas fueron ampliadas tomando como referencia los trabajos de Cabrera (1935, 1951, 1963, 1965, 1978), Fabris (1968), Katinas (1996), Panero & Funk (2007), Katinas *et al.* (2009), Funk *et al.* (2014), y Flora Argentina (Freire, 2015). Se registraron los sitios de colecta y características del hábitat para los ejemplares de Salta. Finalmente se confeccionó una clave para la identificación de los taxones estudiados.

RESULTADOS

Como resultado del presente estudio, se registraron tres subfamilias, cinco tribus y 11 especies de Asteraceae arbustivas y arbóreas en la región intermontana central de la provincia de Salta.

1. Subfamilia Gochnatioideae

Definida por la combinación de ramas del estilo glabras en su cara dorsal, apéndices apicales de las anteras apiculados y corola profundamente dividida en cinco lóbulos (Sancho & Freire, 2009).

1a. Tribu Gochnatieae. Se distingue por presentar apéndices apiculados en las anteras, ramas del estilo cortas, redondas y dorsalmente lisas, junto con un papus compuesto por 25-80 (90) cerdas dispuestas en una a tres series (Freire *et al.*, 2002; Roque & Funk, 2013).

1. *Cnicothamnus lorentzii* Griseb. Abh. Königl. Ges. Wiss. Göttingen 19:197.1874. Tipo: ARGENTINA. Tucumán, Cuesta de San Javier, 9-V-1872, Lorentz 182 (lectotipo, GOET001367!; isolectotipos, CORD00006374!, CORD00006375!, GOET001368!). Fig. 1.

Lefrovia rhaponticoides Franch., J. Bot. (Morot) 2(21):378.1888. Tipo. BOLIVIA. Dpto. Tarija, VII-1846, Weddell 4040 (lectotipo, P00703259!; isolectotipo P00703260!, P00703261).

Arbusto o arbolito hasta de 5 m alt., ramas jóvenes tomentosas. Hojas alternas, pecioladas de 0,5-1,2 cm, simples, lámina ovada o anchamente elíptica, de 8-20 × 3-10 cm, agudas en el ápice, redondeadas en la base, margen dentado, glabras o pubescentes en la cara superior y densamente tomentosas hasta glabrescentes en la inferior, venación pinnada, eucamptódroma con venas terciarias reticuladas. Capítulos solitarios en el ápice de las ramas, dimorfos, homógamos, de 50-60 × 40-50 mm. Involucro anchamente acampanado, de 35-40 × 40-50 mm, filarios 10-13 seriados, gradualmente más cortos hacia la base, lineares y ensanchados en la parte superior en un apéndice suborbicular, ápice acuminado, laciniados en el margen, todos ellos tomentosos en el nervio medio basal dorsal. Flores del margen monoclinas 22-42, corola de 20-34 mm long. bilabiada, naranja, con labio externo curvado, labio de 17-27 mm long., 4-dentado, con dientes de 0,3-1 mm long. y un labio interno filiforme, curvado, de 15-25 mm long., tubo de 3-7 mm long.; flores del centro monoclinas, 90-192, corola de 20-26 mm long., tubulosa, naranja, profundamente 5-secta, con lóbulos lineares, recurvados, de 16-18 mm long., tubo de 8-9 mm long.; androceo pentámero sinantéreo, caudado; estigma bifido, de 0,6-0,8 mm long., naranja. Disco nectarífero discoidal o anular carnoso. Cipselas cilindroides, de 6-8 mm

long., seríceas. Papus de cerdas cilíndricas, escabrosas, multiseriado.

Distribución y ecología. *Cnicothamnus lorentzii* habita en ambientes de transición ecológica en el centro y sur de la provincia de Salta, desarrollándose como una especie orófila y rupícola que prospera sobre laderas, cerros y faldas escarpadas. Se localiza en la provincia fitogeográfica de las Yungas (Bosque y Selva Montana), especialmente en zonas de contacto con las serranías del Distrito Chaqueño Serrano Húmedo y las áreas de transición hacia la Prepuna. Si bien su rango en el bosque montano se desarrolla entre los 1100-1400 m s.m. (donde coexiste frecuentemente con *Dinoseris salicifolia*), la especie descende hasta los 1000 m s.m. en las zonas de transición oriental y laderas húmedas adyacentes al área de estudio, como las laderas orientales de La Caldera y ambientes ribereños asociados (Tabla 1). Esta distribución resalta su notable adaptación tanto a la humedad del bosque de montaña como a las condiciones de aridez estacional de las laderas serranas.

En cuanto a su aprovechamiento y relación con el entorno, posee una madera de alta densidad con un peso específico de 1,059 (Latzina, 1937), valorada regionalmente como un excelente combustible (Hieronymus, 1882). Sus capítulos vistosos son recolectados en Salta para la confección de arreglos florales secos, siendo además apreciada como especie melífera y ornamental (Hurrell *et al.*, 2017). Asimismo, presenta una marcada relevancia en la medicina regional debido a la actividad antileishmanial y tripanocida demostrada en sus hojas y tallos (Ruiz *et al.*, 2014). Si bien se ha reportado su potencial como especie ornamental cultivada en Argentina (Dimitri, 1972), en la provincia de Salta su presencia se restringe mayoritariamente a poblaciones silvestres.

Material estudiado. ARGENTINA. Salta: Dpto. Capital, Cerro San Bernardo, 09-7-1985, Palací 84 (MCNS); ídem, La Pedrera: 3 km al sur del Parque Industrial, 24-4-1988, Novara 8014 (MCNS); ídem, Cerro 20 de febrero, 100 m alrededor de la cima, 30-4-



Figura 1. *Cnicothamnus lorentzii*. **A.** Planta en su ambiente de laderas. **B.** Rama con hojas y capítulo. **C.** Detalle de lóbulos de corola bilabiada. **D.** Flor bilabiada de la periferia. **E.** Flor tubulosa del centro. **F.** Detalle de lóbulos de la corola tubulosa. **G.** Fruto. **H.** Filarios. Escala: B: 2 cm; C, F: 1 mm; D-E, G: 5 mm. H: 1cm.

1989, Novara & Bruno 8851 (MCNS); Cerro San Bernardo, 24°47'30.2''S 65°23'43.4''W, 2-11-2024, Lozano *et al.* 2136 (MCNS). Dpto. La Caldera, 3 km antes de llegar al límite con Jujuy, 2-9-1971, Legname & Cuezso 8676C (JUA); 20 km N de La Caldera, 10-5-1975, Krapovickas *et al.* 28489 (CTES, SI); Cuesta del Gallinato, 29-5-1980, Pedersen 12840 (LIL); Cerro el Túnel, 500 m al N de márgenes del Río Mojotoro, 2-3 km al E de Vaqueros, 21-6-1999, Tolaba *et al.* 1760 (MCNS); Gallinato, 24°39'54.6''S 65°22'33.8''W, 31-10-2024, Lozano *et al.* 2133 (MCNS); camino de cornisa antes de la Caldera, 24°35'54.0''S 65°22'19.7''W, 3-III-2025, Lozano *et al.* 2175 (MCNS). Dpto. Cerrillos, Mirador La Gruta, 24°54'09.0''S 65°28'14.1''W, 5-11-2024, Lozano *et al.* 2142 (MCNS). Dpto. La Merced, pasando el cementerio, 24°57'58.2''S 65°28'10.5''W, 5-11-2024, Lozano *et al.* 2143 (MCNS). Dpto. La Viña, RN-68, 150 m antes del km 77, 2-4-1971, Correa 4322 (SI); entre Cafayate y Alemania, ± 1 km antes de Alemania, a orillas del Río Las Conchas, en laderas del cerro, 18-9-1972, Ariza Espinar & Subils 2716 (CORD); de Cafayate a Alemania km 77, 25°37,748'S 65°38,616'W, 22-3-2007, Berry & Illarraga 672 (SI). Dpto. Guachipas, Guachipas, 17-8-1975, Bersini s. n. (LIL); RN-68, 25°17'00.6''S 65°24'56.5''W, 6-3-2025, Lozano *et al.* 2188 (MCNS). Dpto. Rosario de Lerma, a 400 m del puente Mal Paso, al costado del río Escoipe, RP-33, 25°09'45.2''S 65°39'20.9''W, 6-3-20205, Lozano *et al.* 2193 (MCNS).

2. *Gochnatia palosanto* Cabrera. Notas Mus. La Plata, Bot. 1(3):62.1935. Tipo: ARGENTINA. Tucumán, Depto. Trancas, Vipos, 9-XI-1921, Schreiter 85 (holotipo: LP60900-A!, isotipo LP60900-B!). Fig. 2.

Árbol hasta de 8 m alt., ramas jóvenes tomentosas. Hojas alternas, pecioladas de 0,8-1 cm, simples, lámina elíptica a ovada de 4-8 × 1,5-4 cm, obtusas o suabagudas en el ápice, redondeadas en la base, margen irregularmente denticulado, glabrescentes en la cara superior y densamente tomentosas en la inferior, venación pinnada reticulada, con los nervios laterales y terciarios muy

resaltados en el envés de la hoja. Capítulos en glomérulos terminales o cimas espiciformes en el ápice de las ramas, isomorfos, homógamos, de 15-17 × 5-10 mm. Involucro acampanado-turbinado, de 10-12 × 8-10 mm, filarios 14-16 seriados, gradualmente más cortos hacia la base, los más externos ovadas, los intermedios ovado-lanceolados, los internos lanceolados, ápice agudo, margen liso, glabrescentes con pubescencia pilosa en el margen. Flores monoclinas 8-12, corola de 8-9 mm long. tubulosa amarilla profundamente 5-secta, con lóbulos lineares, recurvados, de 4-5 mm long., tubo de 3-4 mm long.; androceo pentámero sinantéreo, caudado; estigma bífido, de 1,1-1,3 mm long., amarillo. Disco nectarífero discoidal o anular. Cipselas turbinadas de 3,7-4,2 mm long., densamente vilosa. Papus de cerdas cilíndricas, escabrosas, multiseriado.

Distribución y ecología. *Gochnatia palosanto* habita en una amplia franja de transición ecológica en el centro y sur de Salta, con una fuerte afinidad por la vegetación xerófila en laderas, lomas y terrenos rupícolas. Su distribución abarca las provincias fitogeográficas del Monte de Sierras y Bolsones y el Chaco Serrano, extendiéndose hacia los ecotonos con las Yungas. Es una especie común en las faldas escarpadas y bordes del Valle de Lerma, especialmente en sus sectores más secos (Novara, 1995). Típicamente se localiza entre los 1000-1300 m s.m., donde suele coexistir con *Hyaloseris rubicunda*, lo que subraya su adaptación a la aridez estacional y a los suelos pedregosos de la región (Tabla 1).

En cuanto a su utilidad, es valorada regionalmente por las propiedades mecánicas de su madera. Se emplea frecuentemente en tornería y en la confección de diversos artículos rurales, tales como cabos de látigos, herramientas y postes para alambrados (Peña, 1928).

Material estudiado. ARGENTINA. Salta: Dpto. Guachipas, 20-9-1985, Hunziker 11394 (SI). Dpto. La Candelaria, Sierra de la Candelaria, Venturi 9793(K). Dpto. La Viña, 22-1-1897, Spegazzini s. n. (CORD 5402);

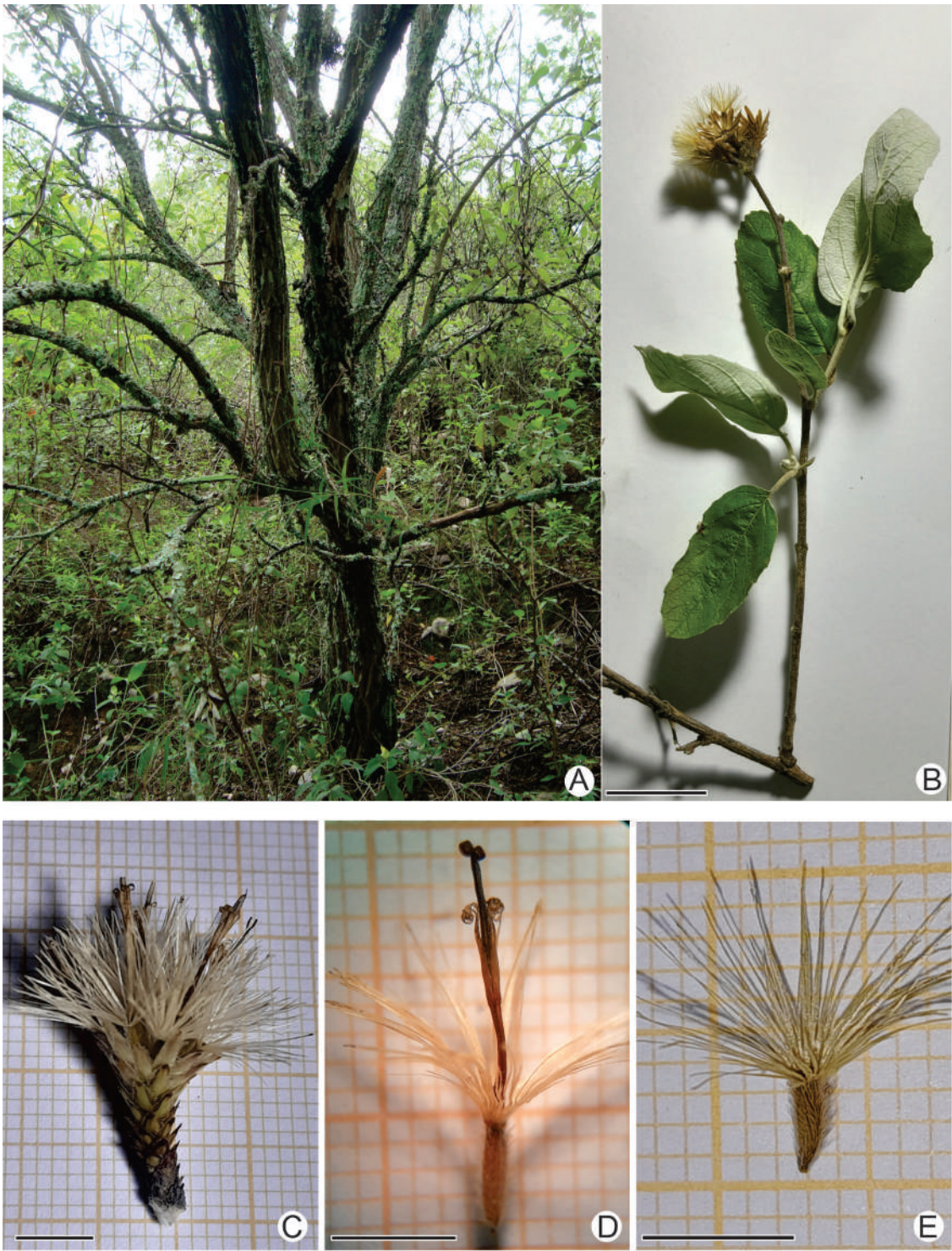


Figura 2. *Gochnatia palosanto*. **A.** Planta en su ambiente. **B.** Rama con hojas y capítulos. **C.** Capítulo. **D.** Flor tubulosa. **E.** Fruto. Escala: B: 3 cm; C-E: 5 mm.

Ampascachi, 3 km al oeste del pueblo, 21-5-1983, Novara 3445 (MCNS); RN-68, 2 km antes de Alemania, 20-9-1985, Hunziker & Gamarro 11394 (LIL); ídem, km 136; Lomas al norte del puente sobre el arroyo, 27-1-1989, Novara 8530 (MCNS); Coronel Moldes, La Hoyada, Burkart 13255 (SI), en lomada a 100 m del puente del río Osma, 25°11'32.7''S 65°29'33.1''W, 19-2-2025, Lozano *et al.* 2157 (MCNS); El Guayacán 25°35'51.5''S 65°35'36.3''W, 19-2-2025, Lozano *et al.* 2158 (MCNS).

3. *Pentaphorus glutinosus* D. Don, Philos. Mag. Ann. Chem. 11:392.1832. Tipo. ARGENTINA. Mendoza, San Isidro, J. Guillies s.n. (lectotipo, K000502511!) Fig. 3.

Gochnatia glutinosa (D. Don) Hook. & Arn. Comp. Bot. Mag. 1:108.1835.

Gochnatia glutinosa (D. Don) Hook. & Arn. var. *viscosissima* Kuntze, Revis. Gen. Pl. 3(3):155.1898.

Gochnatia viscosissima (Kuntze) S.F. Blake, Contr. U. S. Natl. Herb. 22(8):653.1924. Tipo: ARGENTINA. Paso Cruz 34°, 1500 m s.m., 1892, O Kuntze s.n. (holotipo, NY00169565!; isotipo, US00119529!).

Arbusto hasta de 1,5 m alt., ramas jóvenes ligeramente seríceas, resinosa. Hojas alternas, pecioladas de 0,08-0,1 cm, simples, lámina lineal-lanceolada, de 0,8-1,6 × 0,15-0,2 cm, agudas en el ápice y atenuadas en la base, margen liso, papilosa y ligeramente pubérula, venación pinnada reticulada. Capítulos, en grupos de a tres en el extremo de las ramas, isomorfos, homógamos, de 22-27 × 5-10 mm. Involucro acampanado, de 7-8 × 4-6, filarios 4-5 seriados, gradualmente más cortos hacia la base, oblongo-lanceolados, ápice agudo, margen levemente lacinado con ciliás, glabro. Flores monoclíneas 4-13, corola de 8,5-9 mm long., tubulosa, morada o liliácea, estriada longitudinalmente, profundamente 5-secta, con lóbulos lineares, recurvados de 4,5-5 mm long., tubo de 4-5 mm long.; androceo pentámero, sinantéreo, caudado; estigma bifido de 0,8-1 mm long., violeta. Disco nectarífero romboidal. Cipselas turbinadas de 3,7-4,2 mm long., seríceas. Papus de cerdas aplanadas, escabrosas, multiseriado.

Distribución y ecología. *Pentaphorus glutinosus* habita en serranías y valles secos de altura, localizándose en la provincia fitogeográfica Prepuneña en transición con la provincia del Monte. Es característica de laderas y lomadas áridas y escarpadas de los Valles Calchaquíes Superiores (Cachi, San Carlos, La Poma), donde crece entre los 2300 y 2600 m s.m., en asociación con *Proustia cuneifolia* y *Aphyllocladus spartioides* (Tabla 1). En esta región, es recolectada para tratar afecciones ligadas al equilibrio térmico (Tortoni *et al.*, 2021), empleándose en la medicina tradicional como antiséptico, antiinflamatorio, rubefaciente y desodorante pédico (Vito *et al.*, 1997; Leal *et al.*, 2023). Asimismo, se le atribuyen usos como febrífugo y repelente de insectos, mientras que estudios farmacológicos validan su actividad citotóxica y antiparasitaria contra *Trypanosoma cruzi* y *Leishmania* (Calderón *et al.*, 2006, 2009). Ecológicamente, su madera es utilizada localmente y la especie es valorada por su capacidad para conservar suelos pobres en ecosistemas xerófilos.

Material estudiado. ARGENTINA. Salta: Dpto. Cachi, Camino a Cachi, Recta de Tin Tin, 23-9-1980, Zardini 1221 (MO), ídem, 04-10-1981, Zardini 1413 (MO); en el desvío hacia Tonco, sobre un camino de ripio que nace a la derecha en el km 80 de la RP-33 (dirección Salta-Cachi), la población se distribuye de manera continua a lo largo de dicho camino, 14-2-2026, Lozano 2277 (MCNS). Dpto. San Carlos, Amblayo, río y lomadas al oeste del pueblo, 01-4-1990, Novara & Neumann 9738 (MCNS). Dpto. La Poma, Cristo de la Poma, junto con *Aphyllocladus*, 24°44'03.2''S 66°12'02.6''W, 31-3-2025, Lozano *et al.* 2203 (MCNS).

2. Subfamilia Mutisioideae

Definida por la combinación de corola predominantemente bilabiada, aunque con variantes subbilabiadas, liguladas, tubulares y

filiformes; estilo glabro, ruguloso o papiloso, con papilas cortas y redondeadas distribuidas en distintas regiones del mismo (Katinas *et al.*, 2008; Sancho & Freire, 2009).



Figura 3. *Pentaphorus glutinosus*. **A.** Planta en su ambiente. **B.** Rama con hojas y capítulos. **C.** Capítulo en desarrollo incipiente. **D.** Capítulo en antesis. **E.** Fruto. **F.** Capítulo con frutos. **G.** Flor tubulosa. Escala: B: 1 cm; C-G: 3 mm.

2a. Tribu Mutisieae. Se distingue por presentar cabezuelas heterógamas, corola típicamente bilabiada (labio externo con 3 lóbulos, interno con 2) o bilabiada-liguliforme, anteras sagitadas con colas caudadas basalmente largas y pilosas, y ramas del estilo cortas y obtusas, con papilas (pelos colectores) en el ápice y frecuentemente en la región de bifurcación (Katinas *et al.*, 2008).

1. *Mutisia acuminata* Ruiz & Pav. var. *paucijuga* (Griseb.) Cabrera. Ópera Lilloana 13: 58. 1965. Fig. 4.

Mutisia viciifolia Cav. var. *paucijuga* Griseb., Abh. Königl. Ges. Wiss. Göttingen 24:211.1879. Tipo: ARGENTINA. Jujuy. Laguna del Volcán, V-1873, Lorentz & Hieronymus 726 (lectotipo, GOET001843!, isolectotipo, CORD00006531!).

Arbusto achaparrado hasta de 2 m alt., ramas estriadas puberulentas. Hojas alternas, pecioladas de 0,1-0,2 cm, pinnaticompuestas, de 6-10 cm long., terminadas en un zarcillo 1-3 fido, con 7-12 pares de foliolos alternos o subopuestos, elíptico-lanceolados, agudos en el ápice y atenuados en breve peciólulo en la base, margen entero, puberulento, venación pinnada reticulada. Capítulos solitarios en el ápice de las ramas, dimorfos, heterógamos, de 45-75 × 8-40 mm. Involucro cilíndrico, de 40-45 × 8-10 mm, filarios 6-7 seriados, gradualmente más cortos hacia la base, los externos anchamente ovados, los intermedios oblongos, los internos oblongo-lanceolados, ápice mucronulado, margen liso, glabros o ligeramente tomentuloso en el margen. Flores del margen pistiladas 5-6, corola de 64-71 mm long., subligulada, rojo fuerte o rojo-anaranjado, con labio externo curvado, labio de 29-37 mm long., 3-dentado, con dientes de 0,1-0,15 mm long. y un labio interno reducido a 2 segmentos filiformes, con lóbulos de 4-10 mm long., tubo de 3-4 mm long.; flores del centro monoclinas 12-13, corola de 35-37 mm long., bilabiada, naranja amarillenta, con labio externo curvado, labio de 3,5-5,3 mm long., 3-dentado, con dientes de 0,3-0,6 mm long. y un labio interno 2-fido de 5-5,8 mm long., tubo 29-31 mm long.; androceo pentámero, sinantéreo, caudado; estigma bífido, de 1,5-

2 mm long., naranja amarillento. Disco nectarífero romboidal. Cipselas cilindroides, de 2,5-3 mm long., glabras. Papus de cerdas plumosas, uniseriado.

Distribución y ecología. *Mutisia acuminata* habita en las provincias fitogeográficas Prepuneña y Puneña. Su distribución se concentra en las quebradas y laderas pedregosas de la Quebrada del Toro y las serranías circundantes, abarcando un rango altitudinal de 1500-2420 m s.m. La especie es un elemento característico de los Andes áridos salteños, adaptada a las condiciones de sequía y bajas temperaturas que dominan esta región de transición (Tabla 1). Bajo el nombre común de “chinchircoma”, es empleada en la medicina tradicional para tratar afecciones respiratorias. Asimismo, el análisis de su epidermis foliar ha revelado caracteres diagnósticos como la presencia de pelos glandulares en la var. *paucijuga* que resultan fundamentales para su identificación en el control de calidad de mezclas comerciales (Vignale & Gurni, 1999).

Material estudiado. ARGENTINA. Salta: Dpto. La Caldera, Cuesta inter Yacome et Los Potreros, 3-1873, Lorentz & Hieronymus 330 (CORD6530); Potrero del Castillo, s/f, Figueroa Romero 23 (LP), ídem, s/f, Sleumer & Vervoorst 2782 (LIL). Dpto. Los Andes, RN-51, Quebrada del Toro, 1000 m dentro de una quebrada lateral, 24°47'29"S 65°43'51"W, 12-3-2018, Zuloaga *et al.* 16246 (SI). Dpto. Rosario de Lerma, Campo Quijano, 16-1-1929, Venturi 8100 (LP); El Alisal, al borde de la RN-51, 16-4-1978, Novara 769 (CORD); Qda. Del Toro, a 2 km del Candado y Chorrillos, 11-3-1984, Saravia Toledo & Neuman 904 (SI); Camino a San Antonio de los Cobres, cerca de El Mollar, 25-5-1984, Hunziker & Subils 24733 (CUERDA); Quebrada del Toro, RN-51, km 40, en cardonal, pasando puente carretero, 2 km antes de llegar a Chorrillos, 18-3-1998, Novara *et al.* 11031 (CORD); RN-51, camino de Ciudad de Salta a San Antonio de Los Cobres, 2 km antes de Chorrillos, 16-2-2002, Cialdella *et al.* 353 (SI); RN-51, de El Alisal a Chorrillos, 16-2-2011, Zuloaga *et al.* 12993 (SI); RN-51, Quebrada del Toro, 1000 m dentro

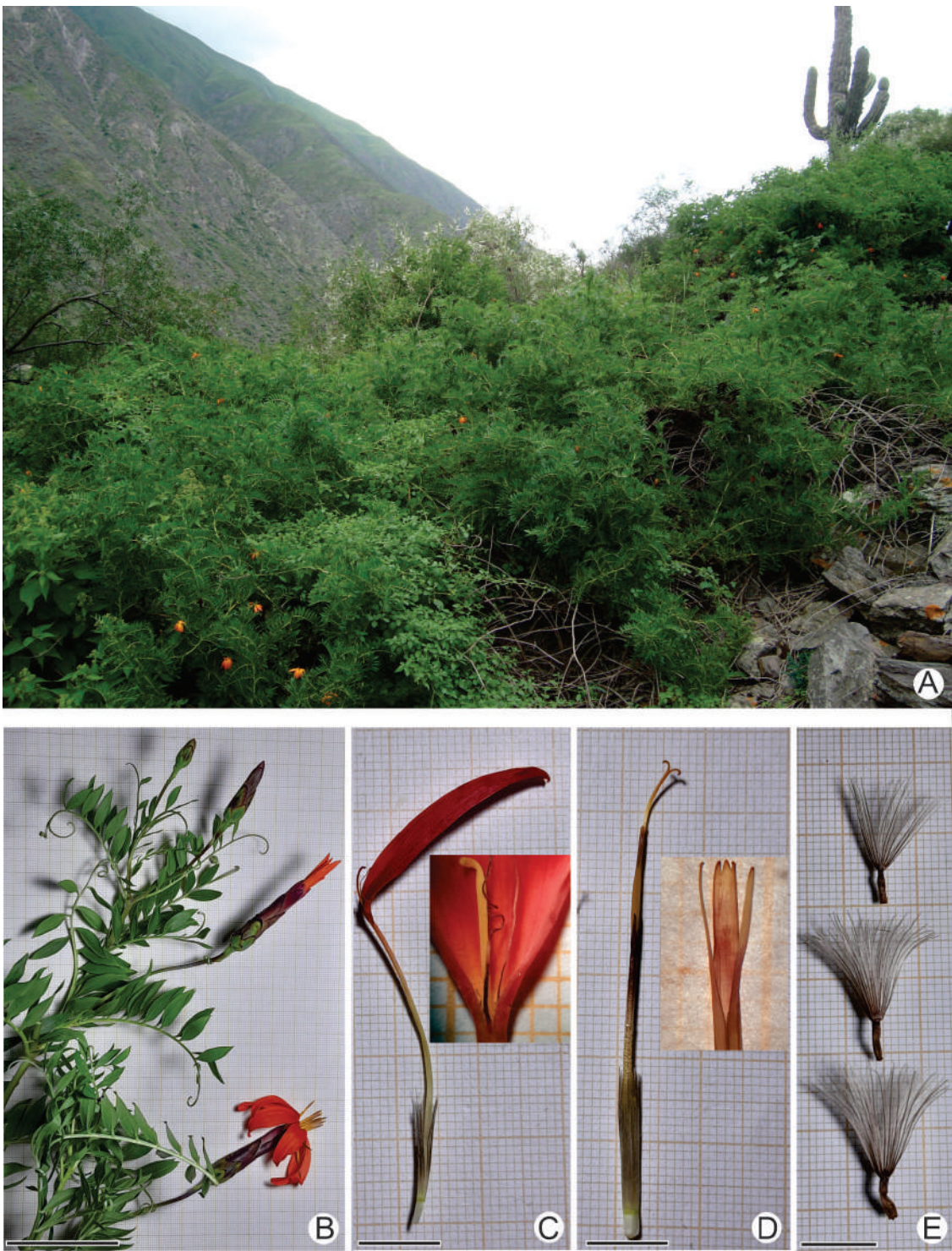


Figura 4. *Mutisia acuminata* var. *paucijuga*. **A.** Planta en su ambiente. **B.** Rama con hojas y capítulos. **C.** Flor subligulada de la periferia (detalle de labio interno filiforme). **D.** Flor bilabiada del centro (detalle de labio interno 2-fido). **E.** Frutos. Escala: B: 5 cm; C-E: 1 cm.

de una quebrada lateral, 12-3-2018, Zuloaga *et al.* 16246 (SI); cerca del puente del Río Rosario, 24°47'42.7''S 65°43'40.9''W, 25-2-2025, Lozano *et al.* 2166 (MCNS). Depto. Santa Victoria, alrededores de Santa Victoria, 18-4-1974, Cabrera & Kiesling 25133 (SI); ídem, 15-3-1982, Kiesling 3607 (SI); ídem, 22°15'08''S 64°58'48''W, 15-2-2009, Zuloaga *et al.* 10715 (SI). Dpto. Santa Victoria, alrededores de Santa Victoria, 23-3-1982, Kiesling 3941 (SI); RP-145, de Campo La Cruz a Nazareno, 22°30'14''S 65°05'59'', 16-2-2009, Zuloaga *et al.* 10836 (SI).

2. *Mutisia hamata* Reiche. Anales Univ. Chile 115:103.1904. Tipo: CHILE. Tarapacá, Amincha, 3800 m s.m., 25-II-1885, Reiche s.n. (lectotipo, aquí designado, SGO64905). Fig. 5.

Mutisia microphylla Phil., Anales Mus. Nac. Santiago de Chile, Secc.2, Bot. 8:30.1891, nom. illeg. Tipo: Ecuador. Puchinche près Quito, 1806, Bonpland s. n. (holotipo, G00486601!)

Mutisia philippii R. E. Fr. Nova Acta Regiae Soc. Sci. Upsal., Ser. 4,1(1):92.1905, nom superfl. Tipo: ARGENTINA. Salta, El Toro en Quebrada del Toro, 17- XI-1901, Hofsten 824 (sintipo, S, S-R-3682!)

Arbusto voluble hasta de 1 m alt., base leñosa y ramas delgadas laxamente lanosas a glabras. Hojas alternas, pecioladas de 0,1-0,15 cm, simples, profundamente pinnatisectas, de 3-4,5 × 0,6-1 cm, terminadas en un zarcillo, con 6-9 pares de segmentos subopuestos oblongo-lanceolados, margen entero, papilosas y subglabras, venación pinnada reticulada. Capítulos solitarios en el ápice de las ramas, dimorfos heterógamos, de 45-50 × 13-30 mm. Involucro acampanado, de 20-25 × 14-20 mm, filarios 5-6 seriados, los externos ovados, los intermedios ovado-lanceolados, los internos oblongo-lanceolados, todos agudos en el ápice, albo-tomentosos en el margen. Flores del margen pistiladas 10-13, corola de 30-37 mm long., subliguladas blancas en la cara superior y de color lila en la inferior (a veces morado) con labio externo curvado, labio de 20-24 mm long. 3-dentado, con dientes de 0,2-0,3 mm long. y un labio interno reducido a 2 segmentos filiformes, de 4-5 mm long., tubo de

12-13 mm long.; flores del centro monoclinas 29-45, corola de 17-19 mm long., bilabiada, amarilla, con labio externo de 6,8-7 mm long. 3-dentado, con dientes de 0,1-0,15 mm long. y un labio interno 2-fido, con lóbulos de 6,2-6,3 mm long., tubo 11-12 mm long.; androceo pentámero, sinantéreo, caudado; estigma bifido de 1-1,1 mm long., naranja claro. Disco nectarífero anular. Cipselas cilindroides de 12-13 mm long., glabras. Pappus de cerdas plumosas, uniseriado.

Distribución y ecología. *Mutisia hamata* habita en las provincias fitogeográficas Puneña y Altoandina, concentrando su distribución en las serranías de altura del oeste salteño (La Poma y Los Andes). Ocupa quebradas y laderas expuestas en un amplio rango altitudinal que oscila entre los 2500 y 4050 m s.m. (Tabla 1). Se caracteriza por su hábito rastrero, creciendo apoyada sobre los tallos de otros arbustos y coexistiendo frecuentemente con *Mutisia kurtzii*. Bajo el nombre común de “chinchircoma” denominación que comparte con *Mutisia acuminata*, esta especie también es ampliamente empleada en la medicina tradicional para tratar diversas afecciones respiratorias (Vignale & Gurni, 1999).

Material estudiado. ARGENTINA. Salta: Dpto. La Poma, Alta Qda. de Polvorillas, 11-2-1945, Cabrera 8633 (LP); Cuesta de Muñano, (km 172-174), 25-5-1984, Hunziker & Subils 24742 (CUERDA); ídem, RN-51, 20-2-1987, Nicora *et al.* 8970 (SI); RN-51, 24°19'03''S 66°07'25''W, 12-3-2018, Zuloaga *et al.* 16230 (SI); Las Cuevas, 11-3-2022, Cocucci *et al.* 6518 (CORD). Dpto. Los Andes, San Antonio de los Cobres, 5-2-1943, Cabrera 7918 (LP); ruta de San Antonio de Los Cobres a Viaducto La Polvorilla, 17-2-2011, Zuloaga *et al.* 13002 (SI); RN-51, de San Antonio de Los Cobres a Las Cuevas, 12-3-2018, Zuloaga *et al.* 16230 (SI). Dpto. Rosario de Lerma, Puerta de Tastil, 26-1-1929, Venturi 8151 (SI); Cuesta de Muñano, RN-51, 20-11-1987, Nicora *et al.* 8970 (SI); Las Cuevas, 24°17'53.3''S 66°01'42.9''W, 9-9-2024, Lozano *et al.* 2113 (MCNS); ídem, 24°18'52.1''S 66°03'31.2''W, 25-2-2025, Lozano *et al.* 2169 (MCNS).

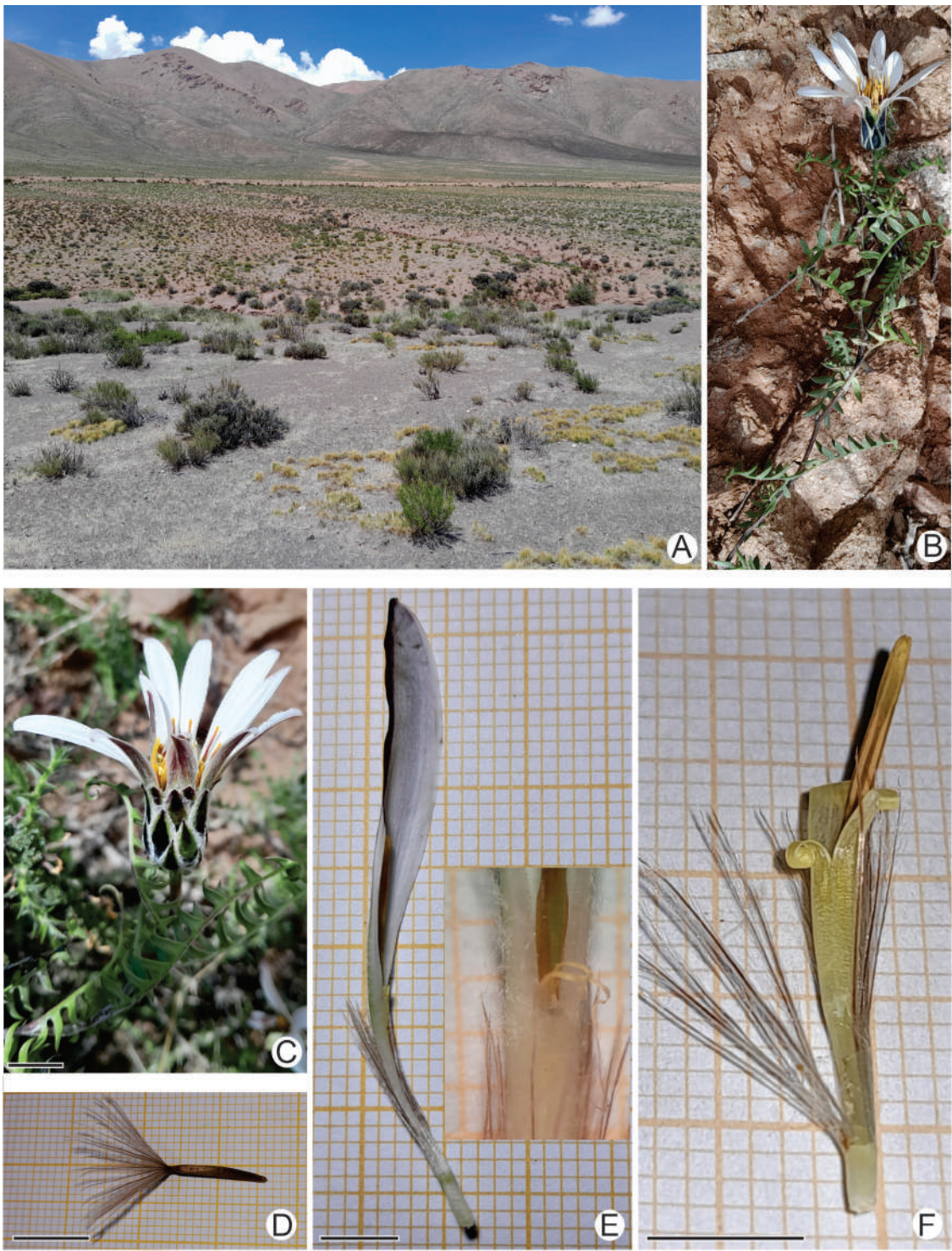


Figura 5. *Mutisia hamata*. **A.** Planta en su ambiente. **B-C.** Rama con hojas y capítulo. **D.** Fruto. **E.** Flor subligulada de la periferia (detalle de labio interno filiforme). **F.** Flor bilabiada del centro. Escala: B-C: 2 cm; D-E: 5 mm.

3. *Mutisia kurtzii* R.E. Fr. var. *anomala* (Lillo) Cabrera. Opera Lilloana 13:103.1965. Fig. 6.

Mutisia anomala Lillo. Prim. Reun. Nac. Soc. Argent. Ci. Nat., 1916:230.1919. Tipo: ARGENTINA. Tucumán. Trancas, Cumbres Calchaquies, Lara, 4000 m., II-1903, Baer s.n. (lectotipo, LIL).

Arbustos hasta de 2 m alt., ramas tomentosas. Hojas alternas, pecioladas de 0,3-0,5 cm, simples, lamina oblongo-lanceolada, de 3,3-8,5 × 0,8-2,5 cm, agudas y acuminadas en el ápice, atenuadas en la base, margen entero, papilosa, albo-tomentosa en el envés, venación pinnada reticulada. Capítulos solitarios en el ápice de las ramas, isomorfos, homógamos, de 55-70 × 13-20 mm. Involucro cilíndrico de 40-45 × 13-20 mm, filarios 7-9 seriados, los externos ovados, los intermedios oblongo-elípticos, los internos lanceolados-elípticos, ápice apiculado, tomentosos en el margen, glabros en el dorso. Flores monoclinas 14-20, corola de 40-60 mm long. bilabiada, naranja, con labio externo de 11-19 mm long., 3-dentado, con dientes de 1-1,5 mm long. y un labio interno de 11-19 mm long., tubo de 28-34 mm long.; androceo pentámero, sinantéreo, caudado; estigma bifido, de 1-1,2 mm long., naranja. Disco nectarífero discoidal o anular carnoso. Cipselas cilíndricas estriadas de 6-15 mm long., glabras. Papus de cerdas plumosas, uniseriado.

Distribución y ecología. *Mutisia kurtzii* se distribuye en los Valles Calchaquies de altura y en la Quebrada del Toro, localizándose en las provincias fitogeográficas Prepuneña y Puneña, en transición con la Provincia del Monte Occidental. Habita en laderas, quebradas y cerros expuestos en un amplio rango altitudinal que abarca desde los 2000 hasta los 3680 m s.m. (incluyendo la Cuesta del Obispo y Las Cuevas) (Tabla 1). Ecológicamente, se define como un arbusto de olor fétido que se establece en los ecotonos entre las regiones desérticas y puneñas de Salta. En medicina tradicional, se utiliza frecuentemente en infusión para tratar el “sorojchi” (mal de montaña), además de emplearse como un

potente antitusivo y expectorante (Sánchez *et al.*, 2015).

Material estudiado. ARGENTINA. Salta: Dpto. Cachi, Tonco, 15 km al E de Tin Tin, 29-12-1990, Novara & Osten 10089 (SI); Desde RN-40, camino interno hacia las Pailas, 25°01'S 66°13'W, 14-2-2002, Ciadella *et al.* 288 (SI); 7 km al W de Cachi en direcc. a Pailas, 12-12-2002, Fortunato *et al.* 7700 (BAB); RP-33 desde Cachi hacia la ciudad de Salta, Cuesta del Obispo, 19-2-2006, Múlgara de Romero *et al.* 4141(SI); Cuesta del Obispo, Mirador de la Virgen, 09-3-2022, Cocucci *et al.* 6491 (CORD). Dpto. Cafayate: Tolombón, Venturi 10447 (GH). Dpto. Iruya: Iruya, 15-3-1982, Kiesling *et al.* 3576 (SI). Dpto. Chicoana, RP-33, entre Piedra del Molino y Escoipe, cerca de la Peña El Caracol, 16-11-1992, Hunziker *et al.* 12351 (SI); Valle Encantado 22-3-1993, Hunziker & Gamero 12581(SI) 25°10'53''S 65°51'04''W, 3-2-2005, Zuloaga *et al.* 8464 (SI); Cuesta del Obispo, 25°10'30.4''S 65°50'50.3''W, 5-3-2025, Lozano *et al.* 2181 (MCNS). Dpto. Los Andes: de Abra de Acay a La Poma, RN-40, 24°31'55''S 66°11'15''W, 25-2-2009, Zuloaga *et al.* 11221 (SI). Dpto. La Poma: Camino a San Antonio de los Cobres: Cuesta de Muñano (km 172-174), 25-5-1984, Hunziker & Subils 24741 (CORD). Dpto. Rosario de Lerma: ruta de San Antonio de los Cobres, km 170, 01-12-1986, Charpin & Novara 20763 (SI); entre Ing. Maury y Chorrillos (km 121-122) Quebrada del toro, 05-3-1993, Núñez 774 (CORD); RN-51, km 115, 500 m antes de Encrucijada entre Las Cuevas e Inca Huasi, pasando 15 km Santa Rosa de Tastil, 18-3-1998, Novara *et al.* 11032 (MCNS); cerca de la Cuevas, 24°18'52,1''S 66°03'31.4''W, 25-2-2025, Lozano *et al.* 2172 (MCNS).

2b. Tribu Nassauvieae. Se distinguen por la presencia de corola bilabiada o rara vez profundamente 5-lobada. Presenta a menudo cabezuelas homógamas. Las anteras son sagitadas, con colas basalmente cortas o, ausentes en algunos géneros. Las ramas del estilo son cortas, obtusas o truncadas y se presentan glabras o papilosas/pilosas únicamente en el ápice (Katinas *et al.*, 2008).

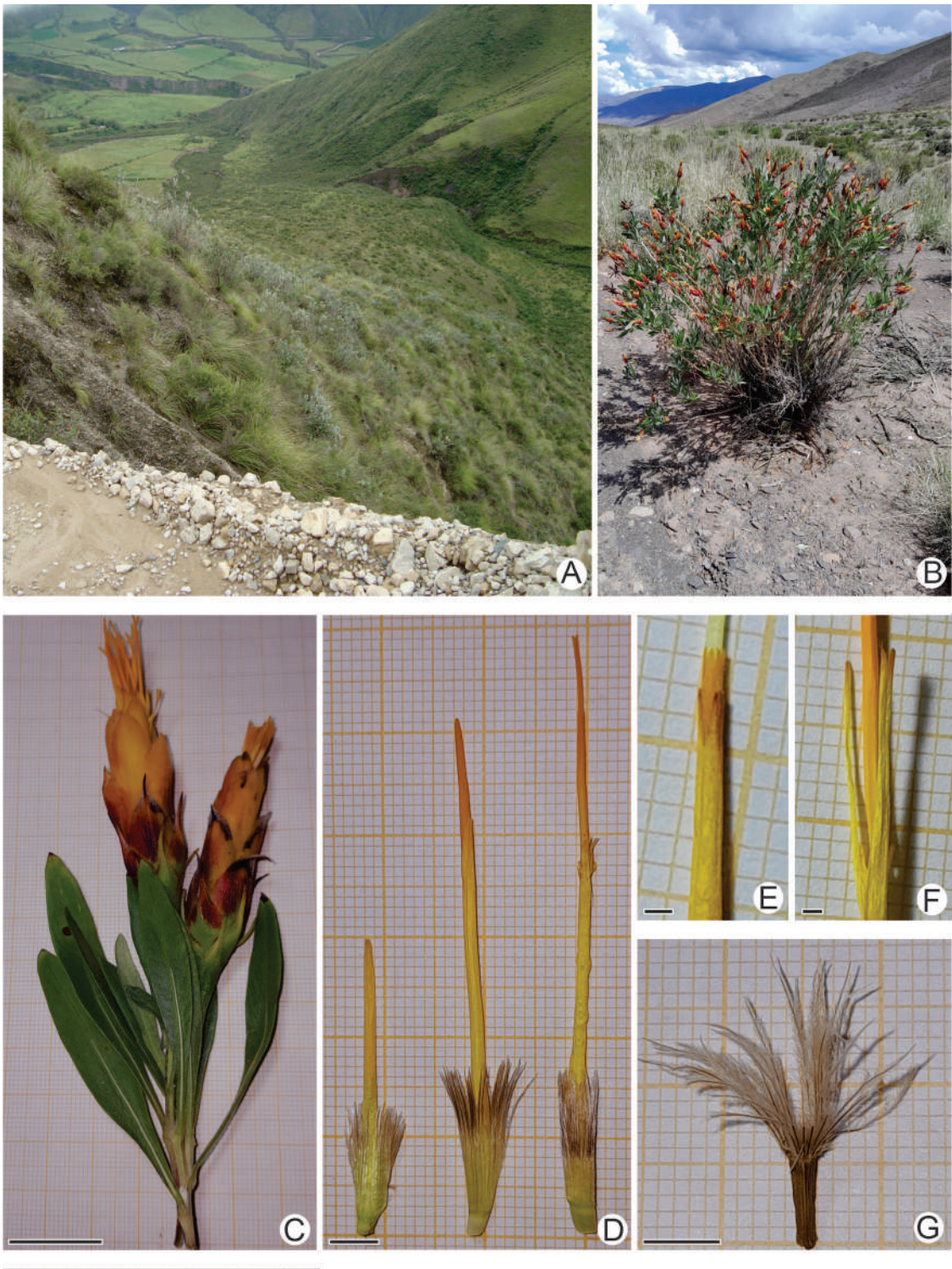


Figura 6. *Mutisia kurtzii* var. *anómala*. **A.** Planta en su ambiente, Cuesta del Obispo. **B.** Población cerca de la Cuevas. **C.** Rama con hojas y capítulos. **D.** Flores bilabiadas en tres estadios de desarrollo. **E.** Corola en 1er estadio de apertura. **F.** Corola desplegada. **G.** Fruto. Escala: C: 2 cm; D, G: 5 mm; E-F: 1mm.

1. *Proustia cuneifolia* D. Don subsp. *cuneifolia*. Taxon 67(1): 115. 2018. Fig. 7.

Proustia pungens var. *oblongifolia* Wedd., Chlor. Andina 1:23. 1855.

Proustia cuneifolia f. *oblongifolia* (Wedd.) Fabris in Revista Mus. La Plata, Secc. Bot. 11:43. 1968. Tipo: BOLIVIA. 1839, Pentland 29 (lectotipo, P03733601!; isoelectotipo, P03733604!).

Arbustos hasta de 2 m alt., ramas glabras espinescentes. Hojas alternas, pecioladas de 0,3-0,4 cm, simples, lámina elíptica, obovada, de 2,4-6 × 1-2,3 cm, agudas en el ápice, redondeadas en la base, margen espinoso-dentado, glabras o apenas puberulas, venación pinnada, eucamptódroma con venas terciarias reticuladas. Capítulos dispuestos en glomérulos agrupados en una inflorescencia recemiforme, isomorfos, homogamos, de 14-17 × 4-6 mm. Involucro cilíndrico, de 6-8 × 4-7 mm, filarios 5-6 seriados, los externos ovados, los intermedios ovado-lanceolados, los internos lanceolados, agudos en el ápice, viloso en el margen. Flores monoclinas cinco, corola de 13-15 mm long. bilabiada, blanca, con labio externo curvado de 7,8-8,1 mm long., 3-dentado, con dientes de 1 mm long. y un labio interno curvado 2-fido, con lóbulos de 7-7,2 mm long., tubo 3,8-4,1 mm long.; androceo pentámero, sinantéreo, caudado; estigma bifido de 1-1,1 mm long, blanco. Disco nectarífero discoidal o anular. Aquenios turbinados de 4-5 mm long., serícios. Papis de cerdas cilíndricas, escabrosas y multiseriadas.

Distribución y ecología. *Proustia cuneifolia* habita en una zona de transición ecológica, con una distribución centrada en los Valles Calchaquíes y las serranías aledañas. Se localiza en la provincia fitogeográfica Prepuneña, en contacto con la Provincia del Monte, donde crece típicamente en laderas áridas (con una notable preferencia por las laderas de exposición sur), en un rango altitudinal de 2000-3100 m s.m. (Tabla 1). Esta especie, adaptada a las condiciones de sequía y altitud de la Prepuna salteña con registros frecuentes en Cachi y la Quebrada del Toro, posee además una importante dimensión etnobotánica, es valorada en

la medicina tradicional como depurativo sanguíneo y para el tratamiento de diversas afecciones hepáticas, además de ser utilizada como recurso tintóreo (Novara *et al.*, 1995).

Material estudiado. ARGENTINA. Salta. Dpto. Cachi: Cerro de Cachi, 2- 1898, Spegazzini s.n. (LP); Las Pailas, 24-11-1987, Nicora *et al.* 9148 (SI); desde RN-40, camino interno hacia Las Paylas, 14-2-2002, Cialdella *et al.* 287 (SI); Cachi Adentro, al costado de camino en ladera 25°05'14.02''S 66°13'45.1''W, 5-3-2025, Lozano *et al.* 2183 (MCNS). Dpto. Cafayate, El Alisal, cerro del Cajón, 10-1-1914, Rodríguez 1435 (SI). Dpto. Rosario de Lerma, 5 km al S de Campo Quijano, camino a El Alisal, 3-12-1992, Pensiero 4243 (SI); Quebrada del Toro, RN-51, entre Las Cuevas y Santa Rosa de Tastil, 14-2-2007, Zuloaga *et al.* 9352 (SI).

2. *Trixis grisebachii* Kuntze, Revis. Gen. Pl. 3(3):183. 1898. Tipo: ARGENTINA. Jujuy, IV-1873, Lorentz & Hieronymus s.n. (lectotipo, NY00274292!). Fig. 8.

Arbusto apoyante hasta de 2 m alt., ramas pubescentes. Hojas alternas, sésiles, simples, lámina oblongo-lanceolada, de 3,5-12 × 1,2-2,8 cm, agudas en el ápice, redondeadas en la base, margen levemente dentado, estrigosas, venación pinnada, eucamptódroma con venas terciarias reticuladas. Capítulos, dispuestos en cimas paniculiformes péndulas, isomorfos, homogamos, de 12-18 × 7-10 mm. Involucro acampanado, de 10-12 × 7-10 mm, filarios 2-seriados, los externos linear-lanceolados, los internos lanceolados, acuminado-flagelado en el ápice, viloso en el margen. Flores monoclinas 20-30, corola de 10-14 mm long., bilabiada, blanca, con labio externo curvado, labio de 4-5 mm long., 3-dentado, con dientes de 0,1-0,15 mm long. y un labio interno curvado 2-fido de 3,3-4 mm long., tubo 5-7 mm long.; androceo pentámero, sinantéreo y caudado; estigma bifido de 1,2-1,3 mm long., amarillo. Disco nectarífero discoidal o anular. Cipselas cilíndricas de 2,5-3 mm long., pilosas. Papis de cerdas cilíndricas, escabrosas, multiseriado.



Figura 7. *Proustia cuneifolia* subsp. *cuneifolia*. **A.** Planta en su ambiente. **B.** Rama con hojas y capítulos. **C.** Capítulo. **D.** Flor bilabiada. **E.** Detalle de lóbulos de corola bilabiada. **F.** Fruto. Escala: B: 2 cm; C-D, F: 3 mm; E: 1 mm.

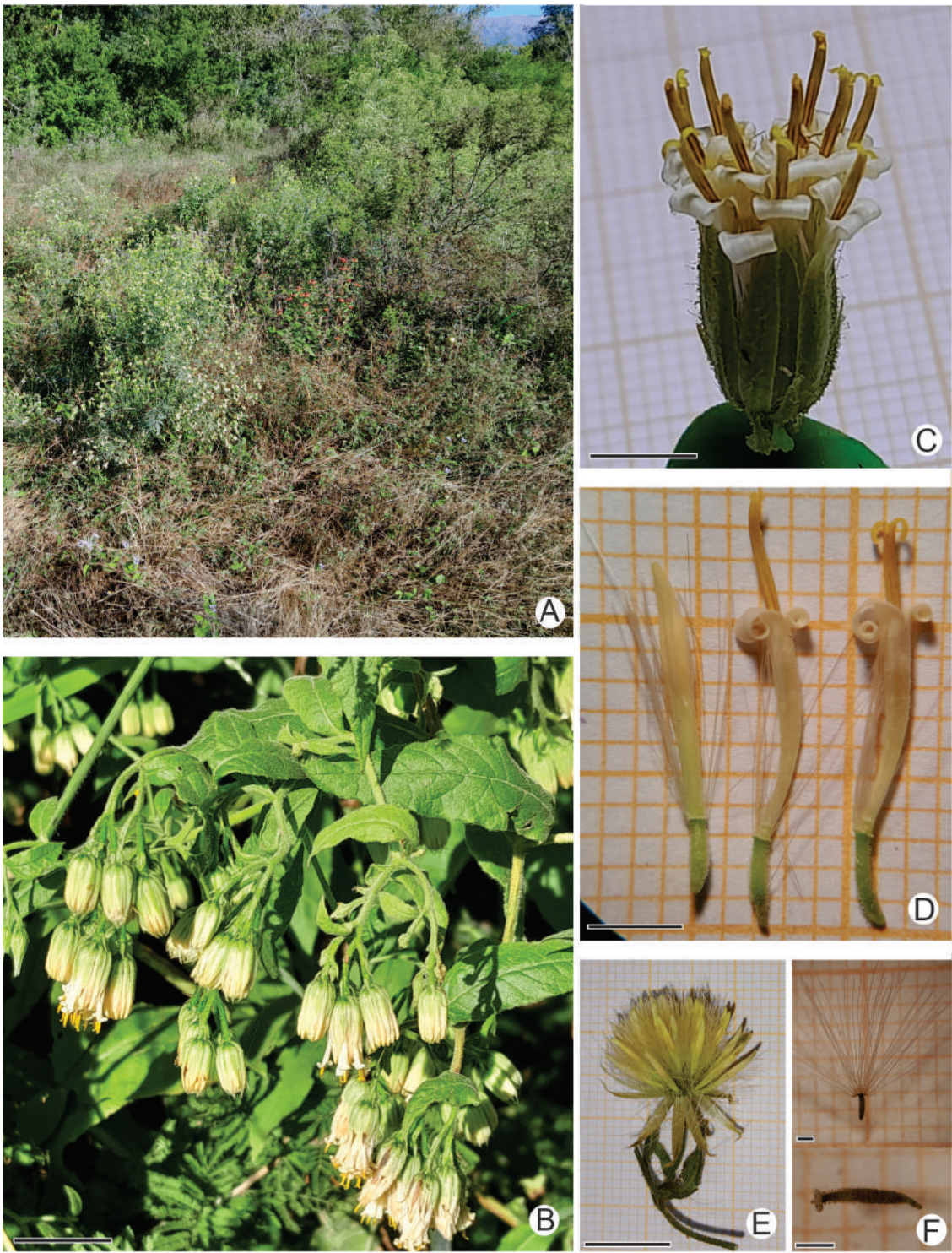


Figura 8. *Trixis grisebachii*. **A.** Planta en su ambiente. **B.** Rama con hojas y capítulos. **C.** Capítulo. **D.** Flores bilabiadas en diferentes aperturas. **E.** Capítulo con frutos. **F.** Fruto. Escala: B: 2 cm; C: 5 mm; D: 3 mm; E: 1 cm; F: 1 mm.

Distribución y ecología. *Trixis grisebachii* habita en ambientes de la provincia fitogeográfica de las Yungas (Bosque y Selva Montana), encontrándose también en las orillas de los caminos y áreas de transición. Su distribución en Salta se concentra en las Serranías Subandinas y los valles asociados del centro-este (principalmente en La Caldera, Guachipas y Capital). Crece sobre cercos y orillas de caminos, en un rango altitudinal de 1300-2500 m s.m., lo que incluye la Selva de Transición y el Bosque de Aliso, característicos de las Yungas (Tabla 1). La presencia de registros en la Quebrada del Río Toro (Rosario de Lerma) sugiere que también alcanza las zonas de contacto con la Prepuna, aunque su núcleo es claramente el ambiente húmedo de montaña. Además de su valor ecológico, a esta especie se le adjudican propiedades medicinales en la región, siendo valorada tradicionalmente como un eficaz purgante (Novara *et al.*, 1995).

Material estudiado. ARGENTINA. Salta. Dpto. Capital: RN-34 desde el Portezuelo 5 km hasta 17 km aproximadamente, 1-4-1971, Saravia Toledo & Parada 265 (JUA). Dpto. La Caldera: Camino de corniza, El Ucumar, km 1646, 22-8-1998, Tolaba 1265 (JUA); Dique Campo Alegre, 24°34'38.2''S 65°21'59.5''W, 2-5-2025, Lozano *et al.* 2214 (MCNS); El Gallinato, 24°40'18.0''S 65°22'09.5''W, 10-4-2025, Lozano *et al.* 2207 (MCNS); camino a urbanización La Misión, 24°41'57.7''S 65°23'21.4''W, 10-4-2025, Lozano *et al.* 2208 (MCNS). Dpto. Guachipas, Pampa Grande, 05-4-2003, Barboza *et al.* 744 (CUERDA). Dpto. Rosario de Lerma, Quebrada del Río Toro, junto a las vías del F. C. Gral. Belgrano, ca. 1 km al S del viaducto sobre Río Toro, 24°53'30''S 65°40'28''O, 01-3-2004, Pozner & Belgrano 416 (SI).

2c. Tribu Onoserideae: Se distinguen por la presencia de corola bilabiada o tubular profundamente 5-lobada; anteras sagitadas con colas caudadas basalmente largas. Ramas del estilo cortas, obtusas o truncadas con una banda de pelos colectores bien definida justo debajo de la bifurcación (Katinas *et al.*, 2008).

1. *Aphyllocladus spartioides* Wedd. Chor. Andina 1(1):11.1855. Tipo: BOLIVIA. Dpto. Chuquisaca, inlocis aridis, alt. 3000m., Weddell 4076 (lectotipo, P00703602!, isoelectotipos, P00703601!, P00703600!). Fig. 9.

Hyalis spartioides (Wedd.) Griseb., Abh. Königl. Ges. Wiss. Göttingen 24:211.1879.

Plazia spartioides (Wedd.) Kunze, Revis. Gen. Pl. 3(3):167.1898.

Arbusto muy ramificado hasta de 1,5 m alt., ramas pluricostadas, delgadas, pubescentes en los surcos y costillas, casi áfils. Hojas alternas, sesiles, simples, lámina oblongo-lanceolada, de 0,7-2,5 × 0,2-0,4 cm, agudas en el ápice y atenuadas en la base, base glandulífera persistente, margen liso, glabras o subglabras en ambas caras, papilosa, venación pinnada, reticulada. Capítulos solitarios en el ápice de las ramas, dimorfos, homógamos, de 16-20 × 6-13 mm. Involucro acampanado de 10-12 × 6-12 mm, filarios 7-8 seriados, gradualmente más cortos hacia la base, los externos ovados, subagudos, los intermedios e internos lanceolados y agudos, ápice agudo, margen liso, todos ellos seríceo-pubescentes o tomentosos en los márgenes del dorso. Flores del margen monoclinas 5-8, corola de 11-12 mm long. bilabiada, liliácea, con labio externo 3-dentado, con dientes de 5-6 mm long. y labio interno 2-fido, recurvado, de 4-5 mm long., tubo de 5-6 mm long.; flores del centro monoclinas 12-20, corola de 9-10 mm long., tubulosa, liliácea a morada, profundamente 5-sectas, con lóbulos lineares, recurvados, de 4 mm long., tubo de 7 mm long. Androceo pentámero sinantéreo y caudado. Estigma bifido, de 0,6-1,2 mm long., morado. Disco nectarífero cilíndrico. Cipselas turbinadas de 2-3 mm long., densamente cubiertas por pelos sedosos, largos. Papus de cerdas o escabrosas, multiseriado.

Distribución y ecología. *Aphyllocladus spartioides* habita en los Valles Calchaquíes de altura y las serranías occidentales. Se localiza en la provincia fitogeográfica de la Prepuna, en clara transición con la Provincia del Monte. Crece en un rango altitudinal de 1750-3000 m s.m., con una afinidad por ambientes secos como los conos de deyección de quebradas,

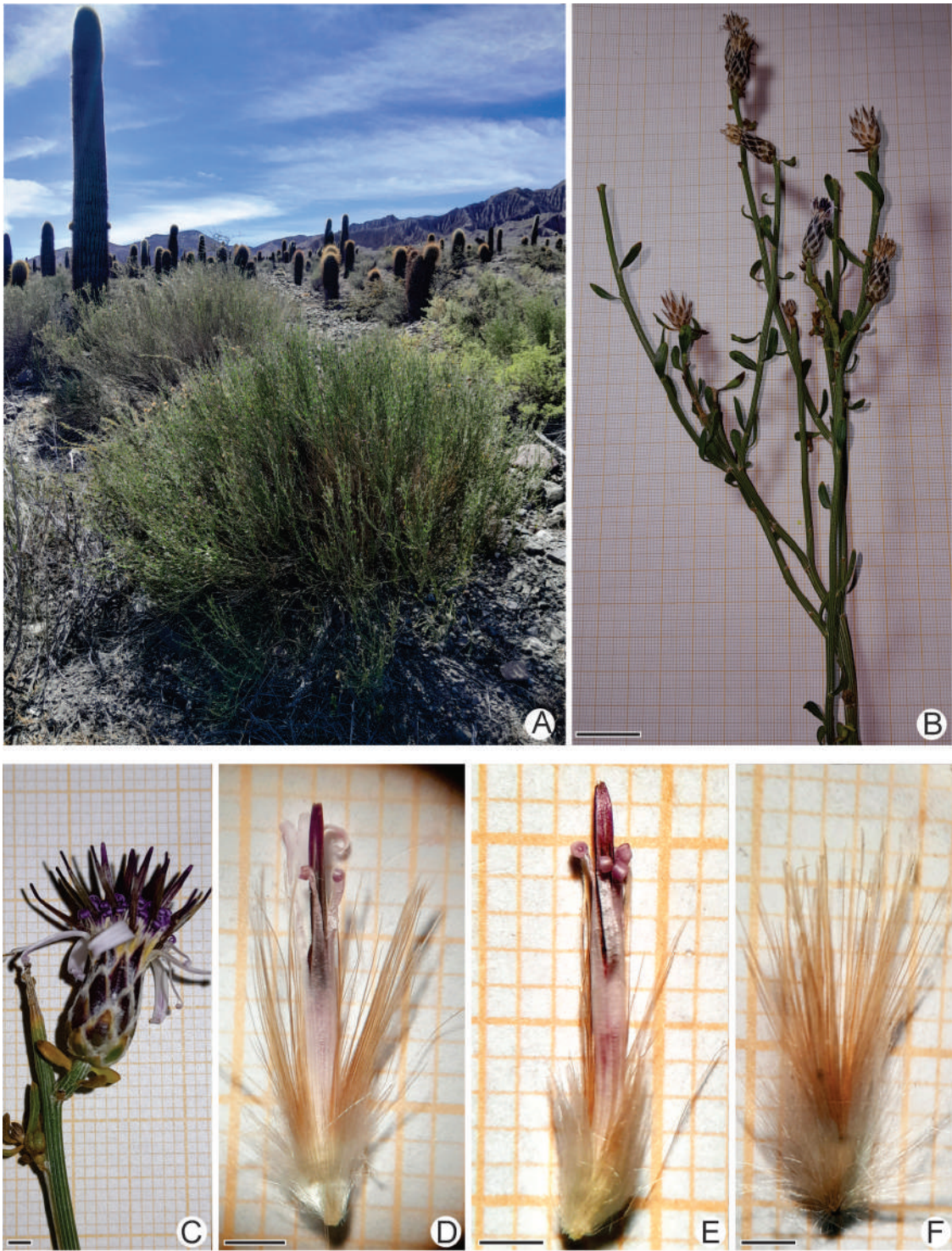


Figura 9. *Aphyllocladus spartioides*. **A.** Planta en su ambiente. **B.** Ramas estriadas con inflorescencias. **C.** Capítulo. **D.** Flor bilabiada de la periferia. **E.** Flor tubulosa del centro. **F.** Fruto. Escala: B: 2 cm; C-G: 2 mm.

las laderas áridas y pedregosas, y los suelos arenosos (Tabla 1). Su distribución abarca desde los valles sureños (Cafayate, San Carlos) hasta el corredor occidental (Quebrada del Toro y La Poma), representando un elemento clave de la flora xerófila de la Prepuna salteña. Como elemento clave de la flora xerófila, cumple una función ecológica vital al proteger las laderas de la erosión hídrica y eólica. Asimismo, posee un importante valor en la medicina tradicional, siendo apreciado por sus propiedades digestivas; la infusión de sus tallos se emplea habitualmente para aliviar dolores estomacales y diversas afecciones del hígado (Sánchez *et al.*, 2015).

Material estudiado. ARGENTINA. Salta: Dpto. Cachi, Parque nacional Los Cardones, Cajoncillos, serranías al SW de RP-33, Km 77-79, 3-5 km al SSE de Recta Tin Tin, 25°15'42,8''S 65°56'39,7''W, 19-4-2008, Tolaba *et al.* 5554 (JUA); Los Colorados, serranías al S de RP-42, 2-3 Km W de RP-33, km 83, 25°13'07,8''S 66°01'38,6''W, 20-4-2008, Tolaba *et al.* 5574 (JUA). Dpto. Cafayate, Camino de ripio que va desde Tolombón a Hualinchay, 12-2-2016, Zanotti *et al.* 845 (SI). Dpto. La Poma, RN-40, entre Pueblo viejo y el Rodeo, 25-2-1987, Nicora *et al.* 9156 (SI); El Cajón, 25-2-2009, Zuloaga *et al.* 11240 (SI); 1,6 km N del segundo cruce a La Poma, 10-3-2022, Cocucci *et al.* 6503 (CORD); Cristo de la Poma, junto a población *Pentaporphus* de 24°44'03.2''S 66°12'02.6''W, 31-3-2025, Lozano *et al.* 2205 (MCNS). Dpto. Rosario de Lerma, RN-51, de Salta a San Antonio de Los Cobres, 10 km luego del puente de Integración Argentino-Chilena, Cialdella *et al.* 398 (SI); Puerta de Tastil, 26-1-1929, Venturi 8142 (LIL); ruta de San Antonio de los Cobres a El Alfarcito, 01-12-1986, Charpin & Novara 20748 (SI); Chorrillos, RN-51, km 48-50, 1 km al W, pasando la estación y el túnel N° 3, 2200 m s.m., 14-10-1998, Novara 11122 (MCNS); 23Km W de Incamayo, Camino a Santa Rosa de Tastil, 24° 33' 42'' S 65° 51' 24'' W, 2670 m s.m., 01-5-2007, Dematteis & Schinini 2681 (CTES, SI); Gobernador Sola, 24°34'42.9''S 65°51'00.9''W, 25-2-2025, Lozano *et al.* 2173 (MCNS). Dpto. San Carlos, entre Angastaco y

San Carlos, 28-3-1979, Cabrera & *et al.* 30777 (SI); entre La Angostura y Angastaco, rumbo a La Cabaña, Finca La Arcadia, 09-5-1981, Hunziker & Subils 24022 (CORD); Camino desde San Carlos hasta Los Sauces, justo después del pequeño pueblo de San Rafael, 25°47.494'S 65°57.718''W, 23-3-2007, Berry & Illarraga 677 (SI).

3. Subfamilia Stiffioideae

Definida por la combinación de corola bilabiada, subbilabiada o ligulada, con variación intra e intergenérica; en algunos casos todas las flores del capítulo son bilabiadas, mientras que en otros se combinan con corolas tubulares. El estilo es glabro o ruguloso, caracterizado por papilas cortas tipo "cobblestone" (en forma de adoquines), o bien con papilas multiseriadas dispuestas en racimos de dos a tres células epidérmicas paralelas (Katinas *et al.*, 2020; Erbar, 2015, 2016).

3a. Tribu Stiffieae. Se caracteriza por presentar capítulos homógamos con flores hermafroditas. La corola predominantemente bilabiada o subbilabiada, aunque de forma atípica pueden presentarse ligulada (como en el género *Dinoseris*). El papus es generalmente cerdoso, aunque en algunos géneros puede presentarse de forma escamosa (Mandel *et al.*, 2019; Katinas *et al.*, 2020).

1. *Dinoseris salicifolia* Griseb., Symb. Fl. Argent. 24: 214. 1879. Tipo: ARGENTINA. Tucumán. Sierra de Tucumán, 30-I-1874, Lorentz & Hieronymus 862!, isosintipo, CORD00006536!, CORD00006537!). Fig. 10.

Hyaloseris salicifolia (Griseb.) Hieron, Actas Acad. Nac. Ci. Córdoba 2(1):45.1886.

Dinoseris salicifolia Griseb. var. *normalis* Kuntze, Revis. Gen. Pl. 3(3):144. 1898.

Arbusto o arbolito hasta de 5 m alt., ramas glabras. Hojas opuestas, pecioladas de 1-2 cm, simples, lámina lanceolada y ovadolanceolada, de 4-18 × 1-7 cm, agudas en el ápice, cuneiformes en la base, margen brevemente denticulado, glabras, venación pinnada, eucamptódroma con venas terciarias

reticuladas. Capítulos solitarios en el ápice de las ramas, isomorfos, homógamos, de 35-50 × 20-50 mm. Involucro acampanado de 25-30 mm, filarios 5-6 seriados, gradualmente más cortos hacia la base, los más externos anchamente ovados, los intermedios ovados, los internos lanceolados, ápice subobtusos, margen liso, glabros con escasa y corta pubescencia en el margen. Flores monoclínicas 25-40, corola de 25-35 mm long. ligulada, amarilla azufre, curvada, 5-dentada con dientes de 0,6-0,8 mm long., tubo de 9-12 mm long.; androceo pentámero, sinantéreo, caudado; estigma bifido, de 5-5,5 mm long., amarillo. Disco nectarífero discoidal o anular carnosos. Cipselas cilindroides de 6 mm long., glabros. Papus de cerdas escabrosas biseriado.

Distribución y ecología. *Dinoseris salicifolia* habita en ambientes de transición ecológica en el centro y sur de Salta, desarrollándose en las Serranías Subandinas y los valles intermedios. Se localiza en la provincia fitogeográfica de las Yungas (Bosque y Selva Montana), en transición con el Distrito Chaqueño Serrano húmedo. Se distribuye en un rango altitudinal de 1000 a 1400 m s.m., en localidades como el Cerro San Bernardo, el Camino de Cornisa (La Caldera) y el valle del Río Escoipe (Rosario de Lerma), donde crece en laderas pedregosas y coexiste frecuentemente con *Cnicothamnus lorentzii* y *Gochnatia palosanto* (Tabla 1). Además de su importancia en las zonas de contacto entre la humedad serrana y ambientes secos, esta especie posee propiedades fitotóxicas, ya que sus extractos tienen la capacidad de inhibir el crecimiento de otras plantas, lo que sugiere un potencial valor científico para el desarrollo de herbicidas naturales (Ruiz *et al.*, 2016).

Material estudiado. ARGENTINA. Salta: Dpto. Capital, ciudad de Salta, Cerro San Bernardo, 09-7-1985, Palací 82 (MCNS); Lomas del barrio Grand Bourg, 25-5-1992, Saravia Toledo 11004 (SI); ciclo vía, 24°47'39.2''S 65°23'44.6''W, 2-11-2024, Lozano *et al.* 2135 (MCNS). Dpto. Cerrillos, La Merced, pasando el cementerio, 24°57'58.2''S 65°28'10.5''W, 5-11-2024, Lozano *et al.* 2145 (MCNS). Dpto. Chicoana, Chicoana,

07-5-1975, Krapovickas *et al.* 28290 (CTES, SI). Dpto. Guachipas, El Cebilar, 22-8-1983, Varela & A Del Castillo 209 (MCNS); RP-6 Km 32, 30-32 km al SE de Guachipas, camino a Pampa Grande, 07-7-2008, Tolaba & Toledo 5732 (JUA); RN-68, junto a población de *Cnicothamnus*, 25°17'00.6''S 65°24'56.5''W, 6-3-2025, Lozano *et al.* 2190 (MCNS). Dpto. La Caldera, Quebrada La Represa, camino a Yacones, 7 km al N de Castellanos, 30-3-1991, Novara 10230 (SI); 16 km al N de Vaqueros en carretera a La Caldera, 10-9-1993, Wasshausen *et al.* 1883 (CORD), camino de cornisa, 24°35'54.0''S 65°22'19.7''W, 3-3-2025, Lozano *et al.* 2176 (MCNS). Dpto. La Viña, RN-68, próximo al Dique Cabra Corral, 17-6-1982, Novara 2774 (MCNS); RN-68, 6 km al sur de La Viña, camino a Cafayate 25°29'S 65°34'W, 20-11-2002, Zuloaga *et al.* 7890 (SI); El Guayacán, frente a población de *Gochnatia*, 25°35'51.5''S 65°35'36.3''W, 19-2-2025, Lozano *et al.* 2160 (MCNS). Dpto. Rosario de Lerma, La Merced del Encón, 24 km W de Salta, barrancas del río Arenales, 26-3-1977, Krapovickas & Schinini 30565 (CTES, SI); camino a San Antonio de los Cobre, cerca de El Mollar, 25-5-1984, Hunziker & Subils 24734 (CUERDA); ídem, El Alisal, RN-51 a Chile, 08-5-1989, Saravia Toledo 2110 (CUERDA); El Alisal, laderas del cerro al N del caserío, RN-51, km 38, 15-4-1995, Tolaba 518 (MCNS); Arroyo La Berta, 24°51'35.4''S 65°42'18.4''W, 25-2-2025, Lozano *et al.* 2165 (MCNS); a 400 m del puente Mal Paso, al costado del río Escoipe, junto a población de *Cnicothamnus*, RP-33, 25°09'45.2''S 65°39'20.9''W, 6-3-20205, Lozano *et al.* 2194 (MCNS).

2. *Hyaloseris rubicunda* Griseb. Abh. Königl. Ges. Wiss. Göttingen 24:213.1879. Tipo: ARGENTINA. Catamarca. Portezuelo, entre Cortadera y Ciénaga, XI-1873, F. Schickendantz 284 (lectotipo, GOET001736!, isolectotipo, CORD00006534!). Fig. 11.

Arbusto hasta de 3 m alt., ramas lanosas en las axilas de las hojas. Hojas reunidas de a 2-4 en braquiblastos, pecioladas de 0,05-0,1 cm, simples, lámina linear-oblonga o elíptica, de 1-3,5 × 0,3-0,8 (1) cm, cortamente

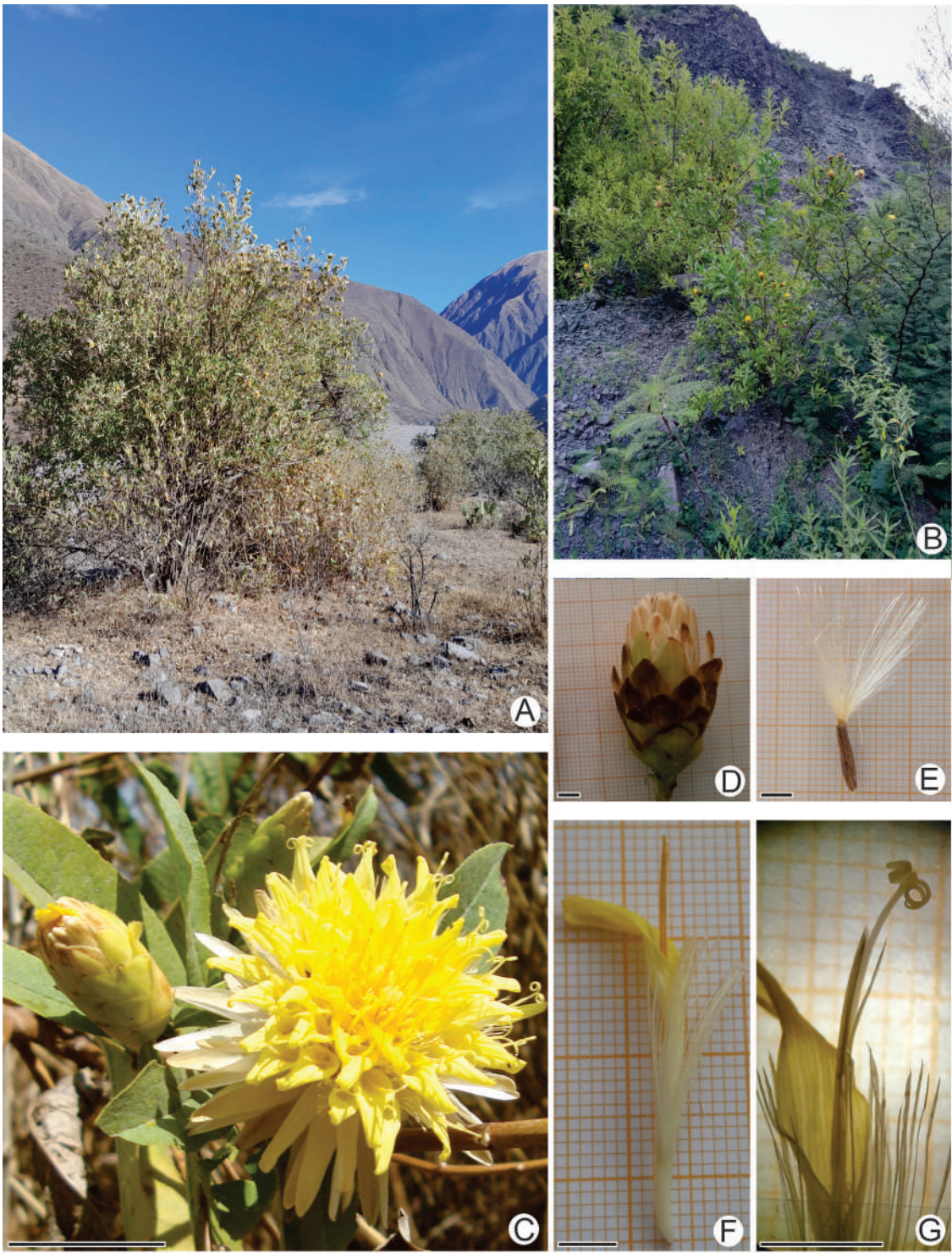


Figura 10. *Dinoseris salicifolia*. **A.** Planta en su ambiente, serranías. **B.** Planta en laderas. **C.** Rama con hojas y capítulo. **D.** Capítulo estéril. **E.** Fruto. **F.** Flor ligulada. **G.** Flor con estilo receptivo. Escala: C: 3 cm; D-G: 5 mm.

mucronadas en el ápice y atenuadas en la base, margen entero, glabrescentes, papilosas, venación pinnada reticulada. Capítulos solitarios sobre braquiblastos o en extremos de las ramas, isomorfos, homógamos, de 40-50 × 10-25 mm. Involucro cilíndrico-turbinado, de 25-35 × 7-14 mm, filarios 6-8 seriados, gradualmente más cortos hacia la base, los más externos escumiformes, los intermedios ovados, los internos lanceolados, ápice agudo, margen liso, glabrescentes en el margen. Flores monoclinas 2-6, corola de 34-36 mm long., ligulada, rojizo-naranja, curvada, 5-dentada, con dientes de 0,3-0,5 mm long., tubo de 8-10 mm long.; androceo pentámero, sinatéreo,caudado; estigma bifido, de 7-8 mm long., naranja claro. Disco nectarífero discoidal o anular. Cipselas cilindroides, de 4-7 mm long., glabros. Papus de cerdas aplanadas, escabrosas, multiseriado.

Distribución y ecología. *Hyaloseris rubicunda* habita en ambientes de regiones montañosas áridas y valles interandinos, con una clara distribución en la región de los Valles Calchaquíes. Se localiza en la provincia fitogeográfica de la Prepuna, en transición con la Provincia del Monte. Crece en un amplio rango altitudinal de 1100-2900 m s.m., con predilección por barrancas y laderas rocosas o pedregosas (Tabla 1). Su distribución abarca departamentos clave de los Valles Calchaquíes

como Cachi, Molinos, San Carlos y Cafayate, coexiste con *Proustia cuneifolia*.

Material estudiado. ARGENTINA. Salta: Dpto. Cachi, Cachi adentro, 19-1-1947, Garolera Romero s.n (LIL); detrás de escuela Nevado de Cachi, 25°05'12.9''S 66°14'17.2''W, 6-3-2025, Lozano *et al.* 2186 (MCNS); al costado de camino en laderas, junto a población de *Proustia* 25°05'14.02''S 66°13'45.1''W, 6-3-2025, Lozano *et al.* 2187 (MCNS). Dpto. Cafayate, camino de ripio que va desde Tolombón a Hualinchay, 12-2-2016, Zanotti *et al.* 847 (SI). Dpto. La Viña, El Guayacán 25°35'51.5''S 65°35'36.3''W, 28-8-2025, Lozano *et al.* 2235 (MCNS). Dpto. Molinos, alrededores de Cachi, 1-1897, Spegazzini 1897 (LP); de Cafayate a Molinos, 25-12-1972, Kiesling164 (LP); ca 12 km N de Molinos, 6-11-1983, Kiesling *et al.* 4334 (SI); a 8 km de Seclantas en dirección a Lag. Brealito, 20-3-1993, Hunziker & Gamero 12561 (SI). Dpto. San Carlos, RN-40, pasando Angastaco, Quebrada El Sayar, 17-2-2007, Zuloaga *et al.* 9472 (SI).

DISCUSIÓN

El presente estudio se basa en los tratamientos florísticos previos de Cabrera, 1977 y Novara *et al.*, 1995 para el Noroeste Argentino, particularmente para Salta, y avanza en la validación y actualización de la

Especies	Valle de Lerma (Chaco Serrano / Yungas)	Quebrada del Toro (Prepu- na)	Valles Calcha- quíes Monte / Prepuna)	Altitud (m s.m.)
<i>Aphyllocladus spartioides</i>	-	x	x	1750-3000
<i>Cnicothamnus lorentzii</i>	x	-	-	1200-1500
<i>Dinoseris salicifolia</i>	x	x	-	1000-1800
<i>Gochnatia palosanto</i>	x	-	-	850-1400
<i>Hyaloseris rubicunda</i>	x	-	x	1100-2900
<i>Mutisia acuminata</i> var. <i>paucijuga</i>	x	x	-	1700-3000
<i>Mutisia hamata</i>	-	x	-	2500-3500
<i>Mutisia kurtzii</i> var. <i>anomala</i>	x	x	x	2600-4000
<i>Pentaphorus glutinosus</i>	-	-	x	2000-3000

Tabla 1. Distribución de las especies por unidad biogeográfica y rangos de altitud.



Figura 11. *Hyaloseris rubicunda*. **A.** Planta en su ambiente. **B-C.** Rama con hojas y capítulo. **D.** Capítulos con flores ligulada en 3 estadios de desarrollo. **E.** Capítulo con frutos. **F.** Fruto. Escala: B: 5 cm; C-F: 1 cm.

Clave para identificar especies leñosas de Asteraceae en la región intermontana central de Salta (Argentina)

- 1. Árboles o arbustos de más de 3 m de altura. 2
- 1'. Arbustos de menos de 3 m de altura. 4
- 2. Árbol; hojas elípticas a ovadas, densamente tomentosas en el envés; capítulos con flores solo tubulosas, amarillas. *Gochnatia palosanto*
- 2'. Arbusto; hojas de forma variable, pubescencia variable; capítulos con flores bilabiadas y tubulosas, o solo liguladas. 3
- 3. Ramas tomentosas; hojas ovadas o elípticas, tomentosas en el envés; flores bilabiadas en el margen y tubulosas en el centro, color naranja. *Cnicothamnus lorentzii*
- 3'. Ramas glabras; hojas lanceoladas u ovadas, glabras; flores solo liguladas, amarillas. *Dinoseris salicifolia*
- 4. Arbusto con ramas espinescentes; hojas elípticas u obovadas, margen espinoso-dentado; flor bilabiada blanca. *Proustia cuneifolia* subsp. *cuneifolia*
- 4'. Arbustos con ramas no espinescentes; hojas de forma variable, margen entero o lobulado; color de la flor variable... 5
- 5. Hojas compuestas con zarcillo apical; flores subliguladas naranja-amarillento en el margen y bilabiadas rojo-naranja en el centro. *Mutisia acuminata* var. *paucijuga*
- 5'. Hojas simples sin zarcillo apical; flores de color y tipo variable, no subliguladas, naranja-amarillento en el margen. ... 6
- 6. Hojas profundamente pinnatisectas; flores con corola subligulada blanca en el margen y bilabiada amarilla en el centro. *Mutisia hamata*
- 6'. Hojas enteras; flores sin la combinación de corola subligulada blanca en el margen y bilabiada amarilla en el centro. 7
- 7. Hojas en braquiblastos; lámina linear-oblongas o elípticas; flores con corola ligulada rojizo-naranja. *Hyaloseris rubicunda*
- 7'. Hojas sin braquiblastos, lámina de forma variable (no linear-oblongas ni elípticas); flores sin corola ligulada rojizo-naranja 8
- 8. Ramas casi áfilas; flores violáceas, con corola tubulosa en el centro y bilabiada en el margen. *Aphyllocladus spartioides*
- 8'. Ramas con abundantes hojas; flores de corola variable. 9
- 9. Flores con corola tubulosa, morada o liliácea estriada longitudinalmente; hojas linear-lanceoladas a linear-oblongas. *Pentaphorus glutinosus*
- 9'. Flores con corola bilabiada, de color variable; hojas oblongo lanceoladas.....10
- 10. Flores con corola naranja, de 40-60 mm long.; cipselas glabras. *Mutisia kurtzii* var. *anomala*
- 10'. Flores con corola blanca, de 13-14 mm long.; cipselas pilosas. *Trixis grisebachii*

identidad taxonómica de los géneros arbustivos y arbóreos que históricamente se asociaban a la tribu Mutisieae. Al contrastar el concepto tradicional con los sistemas de clasificación filogenética más modernos (Susanna *et al.*, 2020; Mandel *et al.*, 2019), se confirma la necesidad de abandonar el concepto clásico de Cabrera (1977), debiendo estructurarse la diversidad analizada bajo las subfamilias monofiléticas Gochnatioideae, Stifftioideae y Mutisioideae.

Esta investigación valida y amplía el registro geográfico de estas especies para el Valle de Lerma, Valles Calchaquíes y Quebrada del Toro (Tabla 1), una actualización sistemática que redefine lo que tradicionalmente se consideraba una

sola tribu. El estudio comprende 11 taxones pertenecientes a linajes evolutivos distintos, distribuidos en tres subfamilias claramente diferenciadas (Gochnatioideae, Stifftioideae y Mutisioideae) y cinco tribus (Gochnatieae, Mutisieae, Nassauvieae, Onoserideae y Stifftieae). Dicha estructura se sustenta en la validación de linajes basales de Asteraceae, donde las sinapomorfias morfológicas clásicas mantienen su vigencia y coherencia frente a los análisis moleculares de ADN cloroplastídico.

La subfamilia Gochnatioideae (Panero & Funk, 2002) se consolida como un clado bien soportado, diagnosticado por la combinación de ramas del estilo glabras en su cara dorsal, apéndices apicales de las anteras apiculados y corolas profundamente divididas en cinco

lóbulo (Sancho & Freire, 2009). Por su parte, Mutisioideae (Panero & Funk, 2008) presenta una identidad basada en estudios filogenéticos y morfológicos recientes, caracterizándose por la predominancia de corola bilabiada con variaciones subbilabiadas, liguladas, tubulares, filiformes y estilos con papilas cortas y redondeadas distribuidas en distintas regiones (Katinas *et al.*, 2008; Sancho & Freire, 2009). Finalmente, la subfamilia Stifftioideae (Panero & Funk, 2007) constituye un grupo morfológicamente heterogéneo con respaldo filogenético moderado (Roque & Funk, 2013; Mandel *et al.*, 2019), distinguiéndose por la variabilidad en sus corolas y, fundamentalmente, por la presencia de estilos con papilas tipo “cobblestone” o multiseriadas (Katinas *et al.*, 2020; Erbar, 2015, 2016).

En este trabajo se mantiene la separación de los géneros *Hyaloseris* y *Dinoseris* fundamentada por la morfología. *Hyaloseris* se distingue por poseer braquiblastos y capítulos de 3 a 6 flores, mientras que *Dinoseris* carece de braquiblastos y presenta capítulos con más de 20 flores. Esta distinción genérica es la que sostienen especialistas como Katinas *et al.* (2008) en su revisión de la subfamilia Mutisioideae. En la misma línea de actualizaciones, se sigue la restitución del género *Pentaphorus* propuesta por Hind (2007), confirmada mediante análisis moleculares por Funk *et al.* (2014). De este modo, se reconoce a *Pentaphorus glutinosus* D. Don como el nombre válido para las poblaciones andinas. Asimismo, se acepta a *Proustia cuneifolia* subsp. *cuneifolia* (Sancho *et al.*, 2018), el cambio de variedad a subespecie responde a una actualización del criterio sistemático. Este ajuste permite reconocer a los taxones no solo como simples variantes morfológicas, sino como unidades evolutivas con una distribución geográfica discreta. Finalmente, este estudio se completa con la clarificación nomenclatural de *Mutisia hamata* Reiche. A partir de la revisión de la obra de Muñoz Schick (1971), se confirma la existencia de dos ejemplares de material original conservados en el herbario SGO (044287 y 064905), recolectados por F. Philippi y utilizados por Reiche para su

diagnóstico de 1904. Ante la ausencia de una designación previa en los catálogos existentes, se selecciona aquí al ejemplar SGO064905 como lectotipo. Esta elección se fundamenta en que dicho pliego conserva de manera íntegra los caracteres diagnósticos descritos por el autor especialmente la arquitectura foliar y las estructuras florales, vinculando con fidelidad la colección original con la identidad del taxón.

Esta investigación corrobora y actualiza la presencia de las especies arbóreas y arbustivas citadas por Novara (1995) para el Valle de Lerma. Los relevamientos actuales permitieron identificar nuevas localidades y extender el área de ocupación de algunos taxones. El trabajo aporta dos nuevos registros para la región: *Hyaloseris rubicunda*, documentada tanto en el Valle de Lerma como en los Valles Calchaquies, y *Mutisia hamata*, registrada en la Quebrada del Toro. Asimismo, se incorporan caracteres morfológicos diagnósticos detallados, lo que constituye un aporte significativo al conocimiento florístico y a la diversidad de este sistema intermontano.

La distribución de las 11 especies de Asteraceae en estudio, responden a un gradiente ambiental marcado por la altitud y la humedad. En los sectores más bajos y húmedos del Valle de Lerma, vinculados al Chaco Serrano y las Yungas, se establecen elementos orófilos como *Cnicothamnus lorentzii* y *Dinoseris salicifolia*; a este grupo se suma *Trixis grisebachii*, cuya presencia se consolida en localidades como La Caldera. Es importante destacar que *T. grisebachii* no presenta un carácter estrictamente orófilo, extendiendo su presencia hacia el inicio de la Quebrada del Toro. Esta zona funciona como una vía de conexión natural donde la especie se establece con éxito en altitudes intermedias, específicamente entre los 1100 y 1500 m s.m.

Por otra parte, la fisonomía de los Valles Calchaquies y el sur del Valle de Lerma se vinculan a través de *Hyaloseris rubicunda*, si bien es una especie característica de zonas áridas, los nuevos registros en Coronel Moldes evidencian su notable plasticidad

para colonizar ambientes de menor aridez, cubriendo un amplio rango altitudinal (1100-2900 m s.m.). En este mismo sector sur, *Gochnatia palosanto* registra su límite inferior (850 m s.m.) en la localidad de El Guayacán, marcando el umbral de transición hacia las áreas más secas de la región estudiada. En contraste, taxones como *Aphyllocladus spartioides*, *Pentaphorus glutinosus* y *Mutisia acuminata* muestran una clara especialización hacia la fisonomía xerófila de la Prepuna y el Monte, concentrándose en los Valles Calchaquíes y la Quebrada del Toro. En esta última región, y a mayores altitudes (hasta los 3500 m s.m.), destaca la presencia de *Mutisia hamata* como un elemento característico de suelos pedregosos y áridos, donde comparte el estrato superior con las poblaciones más elevadas de *M. acuminata*. Finalmente, la gran plasticidad de *Proustia cuneifolia* y *Mutisia kurtzii* les permite habitar las tres unidades fisiográficas analizadas. Su distribución abarca desde los bordes del Valle de Lerma hasta los sectores más elevados de Cachi y Los Andes, alcanzando los 4000 m s.m., lo que demuestra una tolerancia ambiental superior al resto de los taxones estudiados.

CONCLUSIÓN

Esta investigación, enmarcada en el contexto de la filogenia moderna, corrobora la presencia de 11 especies que han sido reubicadas en tres subfamilias y cinco tribus: Gochnatioideae (tribu Gochnatieae), Stifftioideae (tribu Stifftieae) y Mutisioideae (tribus Mutisieae, Nassauvieae y Onoserideae). La segregación filogenética propuesta se sustenta y valida a través de la evidencia morfológica observada en este trabajo, demostrando que el estudio de caracteres externos es crucial para complementar y aplicar los resultados de la evidencia molecular en la sistemática actual.

A través de este análisis, se valida la identidad taxonómica de *Aphyllocladus spartioides* Wedd., *Cnicothamnus lorentzii* Griseb., *Dinoseris salicifolia* Griseb., *Gochnatia palosanto* Cabrera, *Hyaloseris rubicunda* Griseb., *Mutisia acuminata* var. *paucijuga* (Griseb.) Cabrera, *Mutisia hamata* Reiche, *Mutisia kurtzii* var. *anomala* (Lillo)

Cabrera, *Pentaphorus glutinosus* D. Don, *Proustia cuneifolia* subsp. *cuneifolia* y *Trixis grisebachii* Kuntze. El aporte de descripciones morfológicas detalladas e ilustraciones fotográficas de caracteres florales constituye una herramienta práctica esencial para el reconocimiento de estos taxones, tanto en condiciones de campo como en herbario.

Asimismo, los relevamientos actuales permitieron identificar nuevas localidades y extender el área de ocupación de diversos taxones, destacándose dos nuevos registros para la región: *Hyaloseris rubicunda*, documentada en el Valle de Lerma y los Valles Calchaquíes, y *Mutisia hamata*, registrada en la Quebrada del Toro. La incorporación de estos caracteres diagnósticos y la actualización nomenclatural no solo corrigen nombres y estados taxonómicos, sino que fortalecen el rigor científico en el estudio de la flora regional de Salta.

Finalmente, la precisión de estos nuevos registros geográficos y ecológicos, que asocian taxones específicos a los pisos altitudinales de Yungas, Prepuna y Puna, proporciona una base sólida para futuras estrategias de conservación y manejo de la biodiversidad en los ambientes nativos de este sistema intermontano.

AGRADECIMIENTOS

A la editora y revisores cuyos aportes mejoraron el presente trabajo, a los Sres. Curadores de herbarios visitados: Ana Valeria Carranza (JUA), Olga Martínez (MCNS), Patricia A. Suárez (MDQ) y Manuel Belgrano (SI), por su atención. También a Jimena Ponce (gestión y digitalización de colecciones de herbario en el IMBIV), Gloria Isabel Rojas Villegas (curadora e investigadora del herbario SGO) y Federico Cápula (biblioteca del IBODA) quienes brindara material bibliográfico y respondieran a nuestras consultas. Este trabajo se financió por el Consejo de Investigación de la Universidad Nacional de Salta, Proyecto de Investigación Tipo C N° 3049.

REFERENCIAS

- Ariza Espinar, L. (1973). Notas sobre algunas especies de Mutisieae (Compositae) de Argentina. *Lilloa*, 33(1), 157-171.
- Bentham, G. & Hooker, J. D. (1873). Compositae. En G. Bentham & J. D. Hooker (Eds.), *Genera plantarum*, Vol. 2, Fasc. 1, pp.163-533. Lovell Reeve & Co. London.
- Bremer, K. (1987). Tribal interrelationships of the Asteraceae. *Cladistics*, 3, 210-253.
- Bremer, K. & Jansen, R. K. (1992). A new subfamily of the Asteraceae. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 79, 414-415.
- Bremer, K. (1994). *Asteraceae Cladistics and Classification*. Timber Press. EEUU.
- Bremer, K. (1996). Major clades and grades of the Asteraceae. En D. J. N. Hind & H. J. Beentje (Eds.), *Compositae: Systematics. Proceedings of the International Compositae Conference, Kew, 1994*, Vol. 1, pp.1-7. Royal Botanic Gardens. Londres.
- Cabrera, A. L. (1935). Contribución al estudio de las Compuestas argentinas. *Revista del Museo de La Plata, Sección Botánica*, 1(1), 1-96.
- Cabrera, A. L. (1951). Notas sobre Compuestas de la América austral. *Darwiniana*, 9(3-4), 363-386.
- Cabrera, A. L. (1963). Compositae. En A. L. Cabrera (Ed.), *Flora de la Provincia de Buenos Aires*, Vol. 4, pp. 1-443. Colección Ciencias del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Buenos Aires.
- Cabrera, A. L. (1965). Revisión del género *Mutisia* (Compositae). *Opera Lilloana*, 13,1-227.
- Cabrera, A. L. (1977). Mutisieae-Systematic review. En V. H. Heywood, J. B. Harborne & B. L. Turner (Eds.), *The biology and chemistry of the Compositae*, Vol. 2, pp. 1039-1066. Academic Press. London.
- Cabrera, A. L. (1978). Compositae. En A. L. Cabrera (Ed.), *Flora de la Provincia de Jujuy*, Vol. 10, pp. 1-726. Colección Ciencias del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Buenos Aires.
- Calderón, A. I., Vázquez, Y., Solís, P. N., Caballero-George, C., Zacchino, S., Gimenez, A., Pinzon, R., Cáceres, A., Tamayo, G., Correa, M., & Gupta, M. P. (2006). Screening of Latin American plants for cytotoxic activity. *Pharmaceutical Biology*, 44(2), 130-140. <https://doi.org/10.1080/13880200600592285>
- Calderón, A. I., Romero, L., Ortega-Barría, E., Solís, P. N., Zacchino, S., ... & Gupta, M. (2009). Screening of Latin American plants for antiparasitic activities against malaria, Chagas disease, and leishmaniasis. *Pharmaceutical Biology*, 48(5), 545-553. <https://doi.org/10.3109/13880200903193344>
- Cassini, H. (1819). Sixième mémoire sur la famille des synanthérées, contenant les caractères des tribus. *Journal de Physique, de Chimie, d'Histoire Naturelle et des Arts*, 88, 150-163, 189-204.
- Carlquist, S. (1976). Trichome morphology and the classification of Asteraceae. *Biological Journal of the Linnean Society*, 8, 319-336.
- Dimitri, M. J. (1972). *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería Vol. 1. Descripción de Plantas Cultivadas* (2.^a Ed.). ACME. Argentina.
- Erbar C. (2015). Bi- to multi-seriate styler hairs in Eremothamneae, Oldenburgieae, Stiffieae, and Wunderlichieae (Asteraceae). *Systematic Botany*, 40(4), 1144-1158. <https://doi.org/10.1600/036364415X690166>
- Erbar, C. (2016). Unique style morphology in the monotypic Famatinanthoideae-Famatinanthaeae, a recently established subfamily and tribe of Asteraceae. *Systematic Botany*, 41(3), 796-806. <https://doi.org/10.1600/036364416X692415>
- Fabris, H. A. (1968). Revisión del género *Proustia* (Compositae). *Revista del Museo de La Plata, Nueva Serie, Sección Botánica*, 11(51-65), 23-49.
- Freire, S. E., Katinas, L., & Sancho, G. (2002). *Gochnatia* (Asteraceae, Mutisieae) and the *Gochnatia* complex: Taxonomic implications from morphology. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 89, 524-550.
- Freire, S. E. (2015). Tribu Mutisieae Cass. En F. O. Zuloaga, M. J. Belgrano & A. M. Anton (Eds.), *Flora Argentina: Flora vascular de la República Argentina: Dicotyledoneae; Asteraceae: Cichorieae, Helenieae a Mutisieae*, Vol. 7, Tomo II, pp. 298-486. Estudio Sigma S.R.L. Buenos Aires.
- Fuentes-Lillo, E., Cuba-Díaz, M., Troncoso-Castro, J. M., & Rondanelli-Reyes, M. (2017). Seeds of non-native species in King George Island soil. *Antarctic Science*, 29(4), 324-330. <https://doi.org/10.1017/S0954102017000037>
- Funk, V. A., Randall, J. B., Keeley, S. C., Chan, R., Watson, L., Gemeinholzer, B., Schilling, E., Panero, J. L., Baldwin, B. G., García-Jacas, N., Susanna, A. & Jansen, R. K. (2005). Everywhere but Antarctica: Using a supertree to understand the diversity and distribution of the Compositae. *Biologiske Skrifter*, 55, 343-373.
- Funk, V. A., Susanna, A., Stuessy, T. F. & Bayer, R. J. (2009). *Systematics, Evolution, and Biogeography of Compositae*. International Association for Plant Taxonomy. Austria.

- Funk, V. A., Sancho, G., Roque, N., Kelloff, C. L., Ventosa-Rodríguez, I., Diazgranados, M., Bonifacio, J. M., & Chan, R. (2014). A phylogeny of the Gochnatieae: Understanding a critically placed tribe in the Compositae, *Taxon*, 63(4), 859-882. <https://doi.org/10.12705/634.27>
- Fuentes-Lillo, E., Cuba-Díaz, M., Troncoso-Castro, J. M., & Rondanelli-Reyes, M. (2017). Seeds of non-native species in King George Island soil. *Antarctic Science*, 29(4), 324-330. <https://doi.org/10.1017/S0954102017000037>
- Gostel, M. R., Sancho, G., Roque, N., Donato, M., & Funk, V. A. (2022). Phylogenomic loci define the generic boundaries of Gochnatieae and improve resolution at the species level in *Moquiniastrium* (Compositae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 175, 107558. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2022.107558>
- Hieronymus, J. (1882). *Plantae Diaphoricae Florae Argentinae*. G. Kraft. Argentina.
- Hind, D. J. N. (2007). Tribe Mutisieae. En J. W. Kadereit & C. Jeffrey (Eds.), *Families and genera of vascular plants*, Vol. 8, pp.87-391. Springer. Berlin & Heidelberg.
- Hurrell, J. A., Bayón, N. D., & Delucchi, G. (2017). *Plantas Cultivadas de la Argentina: Asteráceas-Compuestas*. Hemisferio Sur. Argentina.
- Jansen, R. K., Palmer J. D. (1987). A chloroplast DNA inversion marks an ancient evolutionary split in the sunflower family (Asteraceae). *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 84(16), 5818-5822. <https://doi.org/10.1073/pnas.84.16.5818>
- JSTOR. (Acceso: 4 de agosto de 2025). JSTOR Global Plants. <https://plants.jstor.org/collection/>
- Jeffrey, C. (2007). Introduction with key to tribes. En J. W. Kadereit & C. Jeffrey (Eds.), *The families and genera of vascular plants*, Vol. 8, pp.61-87. Springer. Berlín & Heidelberg.
- Katinas, L. (1996). Asteraceae, Tribu XII. Mutisieae. Subtribu 3. Mutisiinae. En A. T. Hunziker (Ed.), *Flora Fanerogámica Argentina*, Fasc. 29, pp.1-40. International Association for Plant Taxonomy. Viena & Austria.
- Katinas, L., Pruski, J. F., Sancho, G., & Tellería, M. C. (2008). The Subfamily Mutisioideae (Asteraceae). *The Botanical Review*, 74(4), 469-716.
- Katinas, L., Sancho, G., Tellería, M. C. & Crisci, J. V. (2009). Mutisieae *sensu stricto* (Mutisioideae *sensu stricto*). En V. A. Funk, A. Susanna, T. F. Stuessy, R. Bayer (Eds.), *Systematics, evolution and biogeography of the Compositae*, Cap. 14, pp.229-248. International Association for Plant Taxonomy. Viena & Austria.
- Katinas, L. & Funk, V. A. (2020). An updated classification of the basal grade of Asteraceae (= Compositae): from Cabrera's 1977 tribe Mutisieae to the present. *New Zealand Journal of Botany*, 58(2), 67-93. <https://doi.org/10.1080/0028825X.2020.1718168>
- Latzina, E. (1937). Index de la Flora Dendrológica Argentina. *Lilloa*, 1, 95-211.
- Leal, M., Mercado, M. I., Moreno, M. A., Martínez Chamas, J. J., Zampini, I. C., Ponessa, G. I., Simirgiotis, M. J., & Isla, M. I. (2023). *Gochnatia glutinosa* (D. Don) D. Don ex Hook. & Arn.: A plant with medicinal value against inflammatory disorders and infections. *Heliyon*, 9, e15276. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15276>
- Lindley, J. (1829). Mutisioideae. En J. Loudon (Ed.), *An Encyclopaedia of Plants*, pp.1072-1074. Longman, Rees, Orme, Brown and Green. Londres.
- Mandel, J. R., Dikow, R. B. & Funk, V. A. (2015). Using phylogenomics to resolve megafamilies: An example from Compositae. *Journal of Systematics and Evolution*, 53(5), 391-402. <https://doi.org/10.1111/jse.12167>
- Mandel, J. R., Barker, M., Bayer, R. J., Dikow, R., Gao, T.-G., Jones, K., Keeley, S., Kilian, N., Ma, H., Siniscalchi, C., Susanna, A., Watson, L., Thapa, R. & Funk, V. A. (2017). The Compositae Tree of Life in the age of phylogenomics. *Journal of Systematics and Evolution*, 55(5), 405-430. <https://doi.org/10.1111/jse.12265>
- Mandel, J. R., Dikow, R. B., Siniscalchi, C. M., Thapa, R., Watson, L. E. & Funk, V. A. (2019). A fully resolved backbone phylogeny reveals numerous dispersals and explosive diversifications throughout the history of Asteraceae. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(28), 14083-14088. <https://doi.org/10.1073/pnas.1903871116>
- Miller, R. M. (1970). A new species of *Proustia* and a synopsis of the genus. *Rhodora*, 72(789), 112-117.
- Moreira-Muñoz, A., Monge, M., Grossi, M. A., Ávila, F. A., Morales-Fierro, ... & Gutiérrez, D. G. (2024). South America holds the greatest diversity of native daisies (Asteraceae) in the world: An updated catalogue supporting continental-scale conservation. *Frontiers in Plant Science*, 15, 1393241. <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1393241>
- Muñoz Schick, M. (1971). Tipos de plantas descritas por Karl Reiche, conservados en el Museo Nacional de Historia Natural. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural Chile*, 32, 377-393.
- Novara, J. L., Katinas, L. & Urtubey, E. (1995). Asteraceae Tribu 10 Mutisieae. En L. J.

- Novara (Ed.), *Aportes Botánicos de Salta-Ser Flora*, Vol. 3, pp.1-86.
- Panero J. L. & Funk VA. (2002). Toward a phylogenetic subfamilial classification for the Compositae (Asteraceae). *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 115, 909-922.
- Panero, J. L. & Funk, V. A. (2007). New infrafamilial taxa in Asteraceae. *Phytologia*, 89(3), 356-360.
- Panero, J. L. & Funk, V. A. (2008). The value of sampling anomalous taxa in phylogenetic studies: Major clades of the Asteraceae revealed. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 47(2), 757-782.
- Panero, J. L., Freire, S. E., Ariza Espinar, L., Crozier, B. S., Barboza, G. E., & Cantero, J. J. (2014). Resolution of deep nodes yields an improved backbone phylogeny and a new basal lineage to study early evolution of Asteraceae. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 80, 43-53. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2014.07.012>
- Peña, N. I. (1928). *Flora Económica de la Provincia de Salta*. Universidad de Buenos Aires. Argentina.
- Pruski, J. F. & Sancho, G. (2004). Asteraceae o Compositae. En N. P. Smith, S. V. Heald, A. Anderson, S. A. Mori & D. W. Stevenson (Eds.), *Flowering plants of the Neotropics*, pp.33-39. Princeton University Press. Princeton.
- Roque, N., & Funk, V. A. (2013). Morphological characters add support for some members of the basal grade of Asteraceae. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 171, 568-586. <https://doi.org/10.1111/boj.12000>
- Ruiz, A. I., Guantay, M. E., Mercado, M. I., & Ponessa, G. I. (2014). *Cnicothamnus lorentzii* (Asteraceae): morfoanatomía y arquitectura foliar. *Lilloa*, 51(2), 226-235.
- Ruiz, A. I., Mercado, M. I., Guantay, M. E., & Ponessa, G. I. (2016). Arquitectura y morfoanatomía foliar de *Dinoseris salicifolia* (Asteraceae). *Lilloa*, 53(1), 112-121.
- Sánchez, M. E., De Gracia, J. N., & Quiroga Mendiola, M. (2015). Guía visual de plantas nativas del Parque Nacional Los Cardones: Valles Calchaquies, Salta, Argentina. Administración de Parques Nacionales.
- Sancho, G., & Freire, S. E. (2009). Gochnatieae (Gochnatioideae) and Hyalideae (Wunderlichioideae p.p.). En V. A. Funk, A. Susanna, T. Stuessy, & R. Bayer (Eds.), *Systematics, evolution and biogeography of Compositae*, pp.249-265. International Association for Plant Taxonomy. Viena & Austria.
- Sancho, G., Katinas, L., Viera Barreto, J. N., Moreira-Muñoz, A., & Luebert, F. (2018). Phylogenetic relationships and generic reassessment of *Proustia* and allies (Compositae: Nassauvieae). *Taxon*, 67(1), 113-129.
- Susanna, A., Baldwin, B. G., Bayer, R. J., Bonifacino, J. M., Garcia-Jacas, N., Keeley, S. C., Mandel, J. R., Ortiz, S., Robinson, H., & Stuessy, T. F. (2020). La clasificación de los Compositae: Un homenaje a Vicki Ann Funk (1947-2019). *Taxon*, 69(4), 807-814. <https://doi.org/10.1002/tax.12235>
- Tellería, M. C., Urtubey, E. & Katinas, L. (2003). *Proustia* and *Lophopappus* (Asteraceae, Mutisieae): generic and subtribal relationships based on pollen morphology. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 123, 237-246.
- Thiers B. (Acceso: 29 de octubre de 2025). Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. <http://sweetgum.nybg.org/science/ih>
- Tortoni, G. L., Arias Toledo, B., & Vignale, N. D. (2021). La flora medicinal andina en las preparaciones tradicionales de la comunidad de Ocumazo (Pueblo Omaguaca), Jujuy, Argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 56(3), 403-417. <https://doi.org/10.31055/1851.2372.v56.n3.32953>
- TROPICOS. (Acceso: 11 de agosto de 2025). Tropicos. org. Missouri Botanical Garden. <http://www.tropicos.org>
- Turland, N. J., Wiersema, J. H., Barrie, F. R., Gandhi, K. N., Gravendyck, J., Greuter, W., Hawksworth, D. L., Herendeen, P. S., Klopfer, R. R., Knapp, S., Kusber, W.-H., Li, D.-Z., May, T. W., Monro, A. M., Prado, J., Price, M. J., Smith, G. F. & Zamora Señoret, J. C. (2025). *Código Internacional de Nomenclatura para algas, hongos y plantas* (Código de Madrid). Regnum Vegetabile 162. University of Chicago Press. EEUU <https://doi.org/10.7208/chicago/9780226839479.001.0001>
- Vignale, N. D., & Gurni, A. A. (1999). Estudio comparativo de la epidermis foliar de tres especies de *Mutisia* (Asteraceae) de la Puna y Prepuna de Jujuy (Argentina). *Acta Farmacéutica Bonaerense*, 18(1), 37-40.
- Vito, M., Pigni, N., Gianello, J. C., & Tonn, C. E. (1997). Composición química y propiedades antimicrobianas de *Gochnatia glutinosa*. *Acta Farmacéutica Bonaerense*, 16(1), 17-21.

Líquenes Corticícolas en *Ocotea porphyria* y *Melia azedarach*: Especificidad y Microambiente en Parque Nacional El Rey (Salta, Argentina)

Corticolous Lichens on *Ocotea porphyria* and *Melia azedarach*: Specificity and Microenvironment in Parque Nacional El Rey (Salta, Argentina)

Paola M. Ramos¹, Florencia S. Álvarez Dalinger^{1, 2}, Liliana B. Moraña¹, Claudia N. Borja^{1*}

1. Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta, Av. Bolivia 5150 (A4408FVL), Salta, Argentina.

*claudiaborja.unsa@gmail.com

2. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta (UNSa), Av. Bolivia 5150 (A4408FVL), Salta, Argentina.

Resumen

La selva montana del Parque Nacional El Rey (PNER), en la provincia de Salta, alberga una notable diversidad de epífitas no vasculares. Este estudio evaluó la especificidad de forófito y las preferencias microambientales de líquenes corticícolas asociados a una especie arbórea nativa (*Ocotea porphyria*) y una especie exótica (*Melia azedarach*). Se seleccionaron dos sitios: selva montana para los forófitos nativos y la Zona del Valle para los forófitos exóticos. Se midieron variables del micrositio (DAP, pH) y microclimáticas (temperatura, humedad, luminosidad) utilizando grillas de 10 × 100 cm. Los resultados indicaron que el pH y el DAP fueron significativamente superiores en el forófito nativo, mientras que la luminosidad fue mayor en el forófito exótico. La cobertura líquénica total fue similar entre ambos (~11%), pero la riqueza de especies fue significativamente mayor en *M. azedarach*. El mosaico de vegetación del PNER es fundamental para el resguardo de especies líquénicas con distintos requerimientos lumínicos y adaptadas a variables climáticas propias de la región.

Palabras clave: Líquenes epífitas; Forófitos; Yungas.

Abstract

El Rey National Park (PNER), located in Salta province, boasts a remarkable diversity of non-vascular epiphytes. This study evaluated the specificity of phorophyte species and the microhabitat preferences of corticolous lichens associated with two tree species: a native species (*Ocotea porphyria*) and an exotic species (*Melia azedarach*). Two sites were selected for the study: montane forest for the native phorophytes and the Valley Zone for the exotic phorophytes. Microsite (DBH, pH) and microclimatic variables (temperature, humidity, light intensity) were measured using 10 × 100 cm grids. The results demonstrated that the native phorophyte exhibited significantly higher pH and DBH levels, while the exotic phorophyte demonstrated greater light intensity. The total lichen cover was comparable between the two species (~11%), but the species richness was significantly higher on *M. azedarach*. The vegetation mosaic of PNER is essential for safeguarding lichen species with different light requirements and adaptations to the region's specific climatic conditions.

Keywords: Epiphytic lichens; Phorophytes; Yungas.

Ramos, P. M., Álvarez Dalinger, F. S., Moraña, L. B., & Borja, C. N. (2026) Líquenes Corticícolas en *Ocotea porphyria* y *Melia azedarach*: Especificidad y Microambiente en Parque Nacional El Rey (Salta, Argentina). Revista Ciencias Naturales 4(1), 58-65.

INTRODUCCIÓN

El Parque Nacional El Rey (PNER) se encuentra en el Departamento de Anta, provincia de Salta, Argentina. Desde el punto de vista biogeográfico, el área pertenece a la Provincia de las Yungas (Cabrera, 1976), perteneciente al Dominio Amazónico, con presencia de algunos elementos del Distrito del Chaco Serrano de la Provincia Chaqueña. Esta unidad biogeográfica constituye una de las expresiones más australes de las selvas tropicales de montaña, conocidas también como “selvas de neblina”, que se desarrollan a lo largo de los faldeos orientales de los Andes (Plan de Gestión PNER, 2018), y reciben precipitaciones de hasta 3000 mm anuales (Bianchi & Yáñez, 1992). Esta condición geográfica y climática particular determina la presencia de ambientes con alta humedad ambiental y nubosidad frecuente, factores que favorecen el establecimiento y desarrollo del estrato epífito, en el cual los musgos y líquenes adquieren una importancia fundamental (Chalukian *et al.*, 2007).

Los líquenes son excelentes bioindicadores del grado de madurez y complejidad de los sistemas forestales (Barreno & Ortega Pérez, 2003). Su distribución depende de factores como el microclima y las características físicas y químicas del hospedante (Nash, 2008; Soto Medina *et al.*, 2023). Estudios previos en el PNER han señalado que las abundancias de comunidades epífitas no vasculares varían significativamente con el cambio de forófito, observándose una competencia por el espacio con los briófitos en ambientes sombreados y húmedos (Borja *et al.*, 2025).

Debido a la presencia de especies arbóreas exóticas en antiguos asentamientos del parque (Saravia, 2006), resulta relevante analizar cómo estas influyen en la biota líquénica local. El objetivo de este trabajo fue evaluar la especificidad de forófito y las preferencias microambientales de los líquenes corticícolas asociados a especies nativas y exóticas en el PNER.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio y forófitos

Se seleccionaron dos sitios: el Sitio 1 (S1) en la intersección de los senderos Pozo Verde y Chorro de los Loros (selva montana, 1000 m s.n.m.) para evaluar *Ocotea porphyria* (Griseb.) van der Werff; y el Sitio 2 (S2) en el antiguo puesto Santa Elena (zona del valle, 929 m s.n.m.) para evaluar *Melia azedarach* L. (Fig. 1).

Muestreo de líquenes

Se utilizaron 28 grillas de 10 x 100 cm que fueron colocadas a 50 cm del suelo en las cuatro orientaciones cardinales. Se registró la cobertura total y por biotipos: crustoso, folioso, fruticoso, filamentososo (Nash, 2008). La identificación se realizó mediante observación de estructuras macro y microscópicas y reacciones químicas puntuales.

Variables microambientales

Se midieron temperatura (°C), humedad relativa (%) e intensidad lumínica (lux) utilizando un medidor Lutron LM-8000A. Además, en el micrositio se registró el diámetro altura pecho (DAP) y el pH de la corteza siguiendo el método de Mezger (1996), descripto en Pereira *et al.* (2014).

Análisis de datos

Se empleó el programa InfoStat versión 2008 (Di Rienzo *et al.*, 2008). Se aplicaron pruebas de *T-test* o Mann-Whitney para comparar forófitos y ANOVA o Kruskal-Wallis para comparar orientaciones. Se utilizó el análisis de correlación de Pearson & Spearman, para evaluar la relación entre las variables biológicas y las variables microambientales. Se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP) con el objetivo de reducir la variabilidad de los datos y explorar patrones de variación. Las variables consideradas fueron: T, pH, HR, luminosidad y DAP.

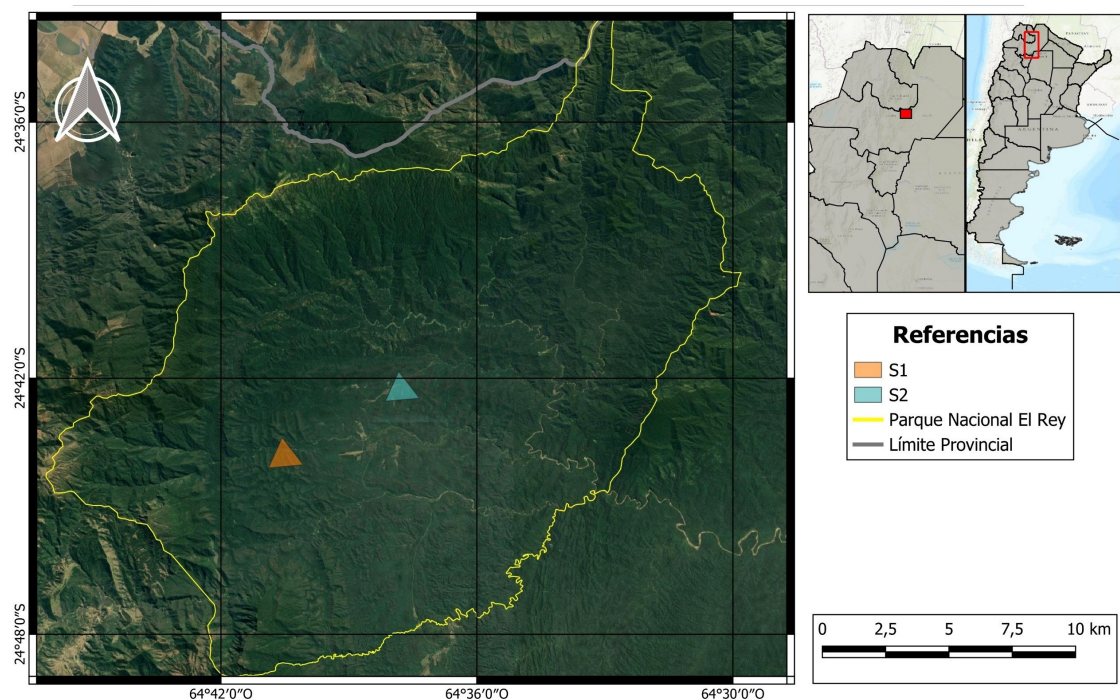


Figura 1. Ubicación de los sitios de muestreo S1: Sitio 1 (selva montana); S2: Sitio 2 (zona del valle).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización ambiental

Las variables pH y DAP fueron significativamente superiores en *O. porphyria*, mientras que la luminosidad fue mayor en *M. azedarach* (Tabla 1). El pH de la corteza es característico de cada especie arbórea (Hobohm, 1998), registrándose valores promedio de 7,73 en *O. porphyria* y 6,83 en *M. azedarach*. Los mayores valores de luminosidad en el forófito exótico (1139,08 lux) podrían explicarse por sus copas más pequeñas y la estructura forestal más abierta en la zona del valle. Las variables microambientales estudiadas no presentaron diferencias significativas entre las orientaciones de ambas especies forófitas.

Comunidad de líquenes

La cobertura liquénica total no mostró diferencias significativas entre forófitos (~11%) (Fig. 2). Sin embargo,

en *O. porphyria* la cobertura de briófitos (19,88%) fue casi el doble que la de líquenes, lo que sugiere una competencia por el espacio en ambientes húmedos (Kelly *et al.*, 2004; Soto Medina *et al.*, 2015).

En ambos hospedantes predominaron los talos crustosos (Fig. 3), lo que responde a estrategias de tolerancia al estrés: por baja luz en *O. porphyria* y por baja humedad o exceso de radiación en *M. azedarach* (Rogers, 1990; Cárdenas Henao, 2017). En el forófito exótico, se registraron taxones crustosos específicos como *Graphis* sp., *Phyllopsora* sp. y *Chrysothrix* sp., los cuales son señalados como morfotipos resistentes a condiciones de alta incidencia lumínica (Simijaca *et al.*, 2018). Debido a la escasa información taxonómica de líquenes crustosos corticícolas en Argentina y a la ausencia de estructuras reproductivas, los talos crustosos fueron identificados hasta nivel de género.

Variable	Forófito	Promedio	Desvío	Test	P
DAP (cm)	<i>O. porphyria</i>	30,80	3,58	T= 3,35	0,0025
	<i>M. azedarach</i>	25,36	5,02		
Temperatura (°C)	<i>O. porphyria</i>	27,42	2,77	T= 0,32	n.s.
	<i>M. azedarach</i>	27,74	2,36		
Humedad (%)	<i>O. porphyria</i>	76,13	5,99	T=1,03	n.s.
	<i>M. azedarach</i>	73,83	5,59		
Luminosidad (lux)	<i>O. porphyria</i>	531,69	258,65	W= 231	0,0081
	<i>M. azedarach</i>	1139,08	575,54		
pH corteza	<i>O. porphyria</i>	7,73	0,23	W= 105,5	0,0015
	<i>M. azedarach</i>	6,83	0,69		

Tabla 1: Valores promedio de las variables microambientales registradas en *Ocotea porphyria* y *Melia azedarach* (n.s: no significativo).

La riqueza de especies fue significativamente superior en *M. azedarach* (Fig.4), donde se identificaron los géneros foliosos *Heterodermia*, *Phaeophyscia*, *Punctelia* y *Crocodia* (Tabla 2). El género *Heterodermia* perteneciente a la familia *Physciaceae* destacó por su diversidad, lo cual es consistente con su alta tolerancia a las perturbaciones y a la incidencia lumínica (Soto & Bolaños, 2010; Ochoa *et al.*, 2015). En contraste, en *O. porphyria* dominaron especies umbrófilas (Tabla 3) como *Flakea papillata* y el género filamentosos *Coenogonium*.

Relación con los parámetros microambientales

La cobertura líquénica se correlacionó de manera inversa con el DAP ($r=-0,40$;

$p=0,03$) y la humedad ($r=-0,49$; $p=0,01$). Resultados similares han sido reportados en otros estudios (López, 2015; Upadhyay *et al.*, 2018; Sánchez Girón, 2022). Esta relación podría atribuirse a las diferencias en la cobertura del dosel (Upadhyay *et al.*, 2018), de modo que la composición líquénica varía según el grado de tolerancia a la desecación de las especies y su eficiencia fisiológica (Benítez *et al.*, 2018).

La humedad relativa constituye otro factor determinante en la distribución de los líquenes, las zonas sombreadas de elevada humedad permiten el desarrollo de formas crustosas en desmedro de las demás formas (Méndez & Vallejo, 2003). La menor humedad registrada en *M. azedarach* permitió un mayor desarrollo del biotipo folioso.

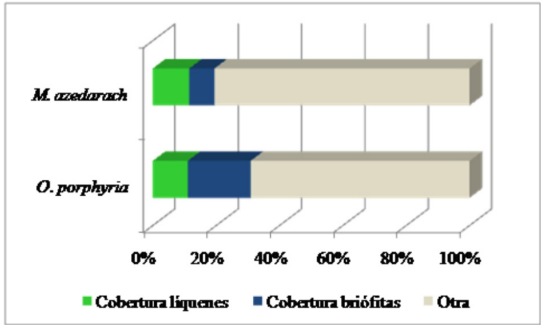


Figura 2. Porcentaje de cobertura de líquenes y briófitos en *Ocotea porphyria* y *Melia azedarach* (otra: superficie desnuda, hongos, algas).

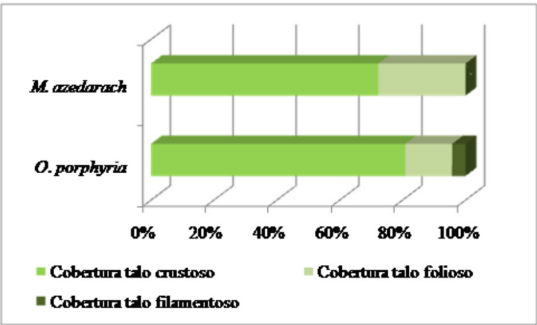


Figura 3. Porcentaje de cobertura de las formas de crecimiento o biotipos en *Ocotea porphyria* y *Melia azedarach*.

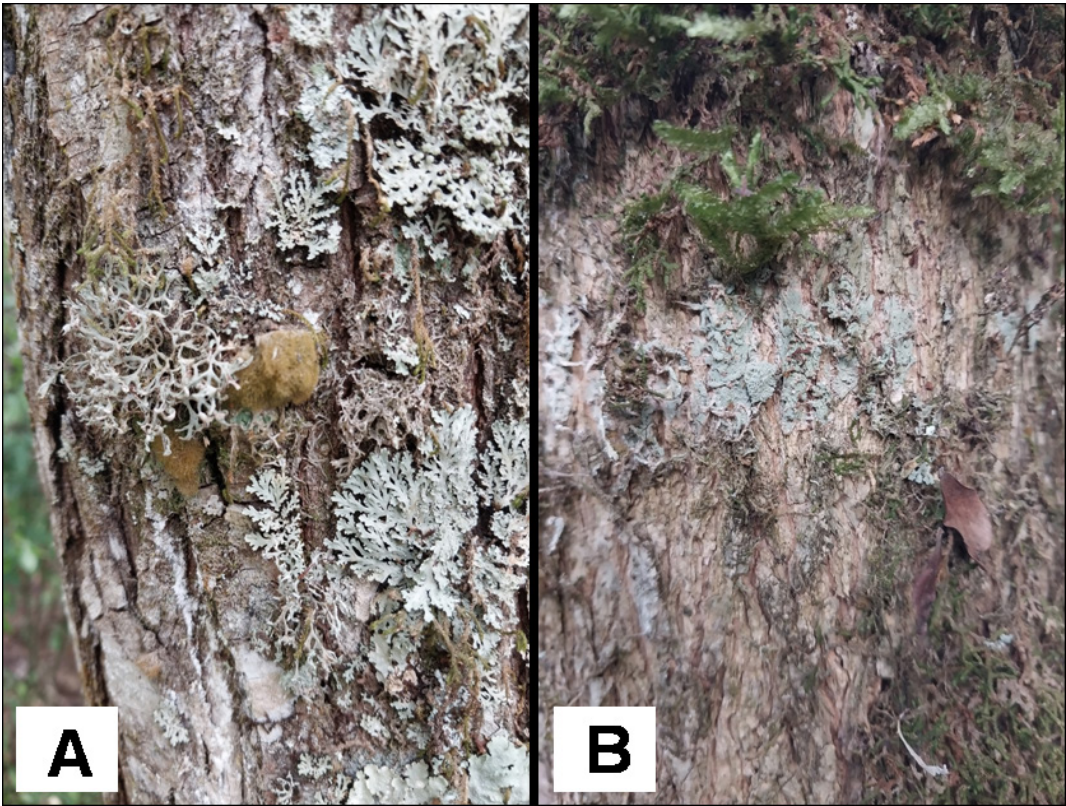


Figura 4. Comunidad liquénica establecida sobre la corteza de las dos especies de forófitos estudiadas. **A.** *Melia azedarach*. **B.** *Ocotea porphyria*.

Familia	Género y/o especie	Biotipo
Verrucariaceae	<i>Normandina</i> sp	crustoso
Physciaceae	<i>Phaeophyscia hispidula</i> (Ach.) Essl	folioso
	<i>Heterodermia galactophylla</i> (Tuck.) Culb	folioso
	<i>Heterodermia leucomela</i> (L.) Poelt	folioso
	<i>Heterodermia microphylla</i> (Kurok.) Skorepa	folioso
	<i>Heterodermia circinalis</i> (Zahlbr.) W.A. Weber	folioso
	<i>Heterodermia vulgaris</i> (Vain.) Follmann & Redón	folioso
Parmeliaceae	<i>Punctelia</i> sp	folioso
Peltigeraceae	<i>Crocodia aurata</i> (Ach.) Link	folioso
Graphidaceae	<i>Graphis</i> sp.	crustoso
Ramalinaceae	<i>Phyllopsora</i> sp.	crustoso
	<i>Bacidina</i> sp.	crustoso
	<i>Phyllopsora</i> sp.	crustoso
Chrysotrichaceae	<i>Chrysothrix</i> sp.	crustoso
Caliciaceae	<i>Cratiria</i> sp.	crustoso

Tabla 2. Taxones registrados sobre *Melia azedarach*.

Familia	Género y/o especie	Biotipo
Verrucariaceae	Flakea papillata O. E. Erikss	folioso
	Normandina sp.	crustoso
Coenogoniaceae	Coenogonium sp.	filamentoso
	Coenogonium sp.	crustoso
	Bacidina sp.	crustoso
Caliciaceae	Cratiria sp.	crustoso
Letrouitiaceae	Letrouitia sp.	crustoso

Tabla 3. Taxones registrados sobre *Ocotea porphyria*.

El Análisis de Componentes Principales (ACP) permitió reducir estas variables a dos componentes que explicaron el 83.9% de la variabilidad total. Se observan dos agrupaciones claramente diferenciadas, lo que demuestra una correlación significativa entre las condiciones ambientales y la especie de forófito estudiada (Fig. 5).

CONCLUSIONES

La estructura de la comunidad de líquenes corticícolas del PNER está condicionada por el tipo de forófito y las

variables microambientales asociadas. El hospedante exótico (*Melia azedarach*), por las condiciones de alta luminosidad favorece una riqueza de taxones heliófilos, mientras que el hospedante nativo (*Ocotea porphyria*) en el interior de bosques húmedos resguarda especies umbrófilas. Aunque se registró una mayor riqueza de especies en el forófito exótico, esto no sugeriría una dependencia del ecosistema hacia estas especies, sino que evidenciaría que la diversidad líquénica está fuertemente condicionada por la estructura vegetal diferente. El mantenimiento de

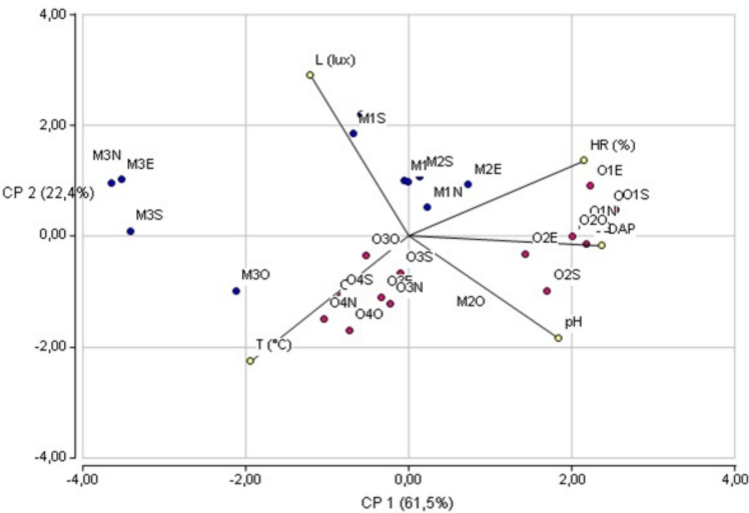


Figura 5. Análisis de Componentes Principales según las variables microambientales analizadas

un mosaico de vegetación nativa con diversas fisonomías sería fundamental para garantizar nichos para especies de líquenes con distintos requerimientos microambientales.

Este trabajo constituye un estudio de base con resultados preliminares que resalta la importancia de poder continuar y profundizar las investigaciones sobre la biota líquénica en el PNER, especialmente dada la escasez de estudios sobre epífitos no vasculares en la región del noroeste argentino.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los revisores por las observaciones y sugerencias realizadas. Este trabajo se realizó en el marco del Proyecto N°207/21 de la Administración de Parques Nacionales, Dirección Regional Noroeste, y del Proyecto de Investigación N° 3027 del Consejo de Investigación de la Universidad Nacional de Salta.

REFERENCIAS

- Barreno, E., & Ortega Pérez, S. (2003). *Líquenes de la reserva natural integral de Muniellos, Asturias*. Consejería del Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructura del Principado de Asturias. KDK ediciones.
- Benítez, A., Aragón, G., González, Y., & Prieto, M. (2018). Functional traits of epiphytic lichens in response to forest disturbance and as predictors of total richness and diversity. *Ecological Indicators*, 86, 18-26. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.12.021>
- Bianchi, A. R., & Yáñez, C. E. (1992). *Las Precipitaciones en el Noroeste Argentino* (2ª Ed.). INTA EEA Salta.
- Borja, C. N., Alvarez Dalinger, F. S., & Moraña, L. B. (2025). Estudio preliminar sobre las preferencias microambientales de líquenes y briófitos en la selva montana del Parque Nacional El Rey (Salta, Argentina). *Lilloa*, 62(1), 285-296. <https://doi.org/10.30550/j.lil/2117>.
- Cabrera, A. L. (1976). Regiones fitogeográficas argentinas. En W. F. Kugler (Ed.), *Enciclopedia Argentina de agricultura y jardinería* (Tomo 2, Fascículo 1, pp. 1-85). Acme.
- Cárdenas Henao, L. (2017). Hongos liquenizados: adaptaciones y estrategias ecológicas. (Seminario de grado de Maestría. Universidad Central de Venezuela).
- Chalukian, S. C., Cusato L.I., & Malmierca, L. M. E. (2007). Ambientes y flora del Parque Nacional El Rey, Salta, Argentina. 10 pp. II Congreso Latinoamericano de Parques Nacionales y otras Áreas Protegidas.
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., González, L., Tablada, M., & Robledo, C. W. (2008). *InfoStat versión 2008*. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba.
- Hobohm, C. (1998). Epiphytische Kryptogamen und pH-Wert- ein Beitrag zur ökologischen Charakterisierung von Borkenoberflächen. *Herzogia Band*, 13, 107-111. <https://doi.org/10.1127/herzogia/13/1998/107>
- Kelly, D. L., O'Donovan, G., Feehan, J., Murphy, S., Drangeid, S. O., & Marcano Berti, L. (2004). The epiphyte communities of a montane rain forest in the Andes of Venezuela: patterns in the distribution of the flora. *Journal of Tropical Ecology*, 20, 643 – 666. <https://doi.org/10.1017/S0266467404001671>
- López, L. G. (2015). *Distribución y abundancia de líquenes corticícolas bajo influencia de condiciones microclimáticas en el Jardín Botánico de Popayán, Departamento del Cauca*. (Tesis de para acceder al título de Ecólogo, Facultad de Ciencias Naturales, Popayán, Cauca, Colombia).
- Méndez, P., & Vallejo, M. (2003). *Evaluación de la presencia o ausencia de líquenes foliosos corticícolas en las especies Pinus oocarpa y Heliocarpus popayanensis en el Jardín Botánico de Popayán, Cauca* (tesis Doctoral). Fundación Universitaria de Popayán. Facultad de Ciencias Naturales. Colombia
- Mezger, U. 1996. Biomonitoring mit epilithischen und epiphytischen Flechten in einem Belastungsgebiet (Berlin). Ein Vergleich. *Bibliotheca Lichenologica*, 63, 1-164.
- Nash, T. (2008). *Lichen biology* (2° ed). Cambridge University Press. EEUU
- Ochoa Jiménez, D. A., Cueva Agila, A., Prieto, M., Aragón, G., & Benítez, A. (2015). Cambios en la composición de líquenes epífitos relacionados con la calidad del aire en la ciudad de Loja (Ecuador). *Caldasia*, 37(2), 333-343. <http://dx.doi.org/10.15446/caldasia.v37n2.53867>
- Pereira, I., Müller, F., & Moya, M. (2014). Influencia del pH de la corteza de Nothofagus sobre la riqueza de líquenes y briófitos, Chile central. *Gayana Botanica*, 71(1), 120-130. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-66432014000100012>

- Plan de Gestión (2018) Parque Nacional El Rey. APN-DRN Administración de Parques Nacionales Dirección Regional Noroeste.
- Rogers, R. W. (1990). Ecological strategies of lichens. *Lichenologist*, 22 (2), 149 - 162. <https://doi.org/10.1017/S002428299000010X>
- Sanchez Giron, X. (2022). Efecto de la estructura vegetal en la diversidad y composición de la comunidad de líquenes corticícolas de dos bosques de *Quercus* del estado de Morelos. Maestría en Manejo de Recursos Naturales. Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México.
- Saravia, M. E. (2006). Informe Técnico Nro. 38/06. Delegación Regional del Noroeste Argentino.
- Simijaca, D., Moncada, B., & Lücking, R. 2018. Bosque de roble o plantación de coníferas, ¿qué prefieren los líquenes epífitos? *Colombia Forestal*, 21(2), 123-141. <https://doi.org/10.14483/2256201x.12575>
- Soto Medina, E., Montoya C., Castaño, A. & Granobles, J. (2023). Patrones de diversidad de epífitas vasculares y no vasculares en el bosque seco tropical. *Revista de Biología tropical* 71 (1), e53522. <http://doi.org/10.15517/rev.biol.trop.v71i1.53522>
- Soto Medina, E., & Bolaños, A. (2010). Diversidad de líquenes corticícolas en el bosque subandino de la finca Zíngara (Cali, valle del cauca). *Revista de Ciencias*, 14, 35-44. <http://doi.org/10.25100/rc.v14i0.652>
- Soto Medina, E., Londoño Lemos, V., & Díaz Escandón, D. (2015). Epiphytes from a forest type transition zone in the Choco biogeographic region, Valle del Cauca, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 63(4), 915-926.
- Upadhyay, S., Jugran, A. K., Joshi, Y., Suyan, R., & Rawal, R.S. (2018). Ecological variables influencing the diversity and distribution of macrolichens colonizing *Quercus leucotrichophora* in Uttarakhand forest. *Journal of mountain science*, 15(2), 307-318. <https://doi.org/10.1007/S11629-017-4397-9>

Las Plantas Tóxicas como Respuesta Evolutiva a la Herbivoría: Una Visión Ecológica y Veterinaria

Toxic Plants as an Evolutionary Response to Herbivory: an Ecological and Veterinary Perspective

Juan F. Micheloud 

Consejo Nacional de investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET). Facultad de Ciencias Agrarias y Veterinarias, Universidad Católica de Salta. 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.gob.ar

RESUMEN

Las intoxicaciones por plantas constituyen una causa importante de pérdidas productivas en los sistemas ganaderos de todo el mundo. Tradicionalmente, estas enfermedades han sido estudiadas desde una perspectiva toxicológica, centrada en la identificación de principios tóxicos, mecanismos de acción y lesiones asociadas. Sin embargo, la producción de compuestos tóxicos por parte de las plantas puede interpretarse como el resultado de una prolongada historia evolutiva de interacción con los herbívoros. Debido a su naturaleza sésil, las plantas no pueden escapar físicamente del consumo y han desarrollado numerosas estrategias destinadas a disminuir el daño ocasionado por animales fitófagos. Estas estrategias incluyen mecanismos de resistencia mecánica, defensas químicas, asociaciones simbióticas con microorganismos y mecanismos de escape espacial y temporal. En este contexto, las toxinas vegetales representan una de las herramientas defensivas más sofisticadas desarrolladas por las plantas durante la evolución. El presente trabajo revisa las principales estrategias adaptativas de las plantas frente a la herbivoría, analizando el papel de la toxicidad vegetal como una respuesta evolutiva y discutiendo sus implicancias en la salud animal y la producción ganadera en Sudamérica.

Palabras clave: Herbivoría; Ganadería; Intoxicaciones; Metabolitos secundarios; Plantas tóxicas.

ABSTRACT

The issue of plant poisoning is a major cause of economic loss for the global livestock industry, with significant economic implications. Conventionally, these diseases have been the focus of research from a toxicological perspective, with the identification of toxic compounds, mechanisms of action, and associated lesions being the primary areas of investigation. However, the synthesis of toxic compounds by plants can be interpreted as the result of a prolonged evolutionary history of interaction with herbivores. Due to their sessile nature, plants are unable to physically escape being consumed and have developed numerous strategies aimed at minimizing the damage caused by herbivorous animals. These strategies encompass mechanical resistance mechanisms, chemical defences, symbiotic associations with microorganisms, and mechanisms of spatial and temporal escape. In this context, it is evident that plant toxins represent a highly sophisticated defensive mechanism that has been developed by plants throughout the course of evolution. The present study reviews the main adaptive strategies of plants against herbivory, analysing the role of plant toxicity as an evolutionary response and discussing its implications for animal health and livestock production in South America.

Keywords: Herbivory; Intoxication; Livestock Farming; Poisonous Plants; Secondary Metabolites.

Micheloud, J. (2026). Las Plantas Tóxicas como Respuesta Evolutiva a la Herbivoría: Una Visión Ecológica y Veterinaria. Revista Ciencias Naturales 4(1), 58-65.

Recibido: 10/3/2026

Aceptado: 29/6/2026

Publicado: 1/8/2026

Editor: Ricardo Alonso



INTRODUCCIÓN

La herbivoría constituye una de las interacciones ecológicas más importantes de los ecosistemas terrestres. Desde la aparición de los primeros vertebrados herbívoros, las plantas han estado sometidas a una intensa presión selectiva derivada del consumo de sus tejidos vegetativos y reproductivos. Debido a que las plantas carecen de capacidad de desplazamiento, la selección natural favoreció la aparición de mecanismos capaces de reducir el impacto del consumo por parte de los herbívoros (Coley *et al.*, 1985; Strauss & Agrawal, 1999).

Actualmente se reconoce que las respuestas adaptativas de las plantas frente a la herbivoría pueden agruparse en dos grandes estrategias: resistencia y tolerancia. La resistencia incluye mecanismos destinados a reducir el daño causado por los herbívoros, mientras que la tolerancia comprende aquellas estrategias que permiten a la planta sobrevivir y reproducirse a pesar del daño que ocasiona su consumo (Rosenthal & Kotanen, 1994; Strauss & Agrawal, 1999; Stowe *et al.*, 2000).

Dentro de las estrategias de resistencia pueden reconocerse tres grandes grupos:

defensas mecánicas, defensas químicas y defensas mediadas por asociaciones simbióticas. Por otra parte, algunas especies vegetales han desarrollado mecanismos de escape evolutivo espacial y temporal que disminuyen la probabilidad de interacción con los consumidores (Rosenthal & Kotanen, 1994; Karban & Baldwin, 1997)

Desde una perspectiva evolutiva, las intoxicaciones observadas en animales domésticos representan una consecuencia accidental de mecanismos defensivos que surgieron millones de años antes de la domesticación de bovinos, ovinos, caprinos y equinos. Muchos de los compuestos responsables de las intoxicaciones actuales evolucionaron originalmente como mecanismos de defensa contra herbívoros e insectos, actuando mediante la reducción de la palatabilidad, la digestibilidad o la aptitud biológica de los consumidores (Fraenkel, 1959; Rosenthal & Janzen, 1979; Bernays & Chapman, 1994). Comprender las plantas tóxicas dentro de este contexto permite integrar conceptos de ecología evolutiva, fisiología vegetal y medicina veterinaria. Todos los mecanismos antes citados son expuestos en Fig. 1.

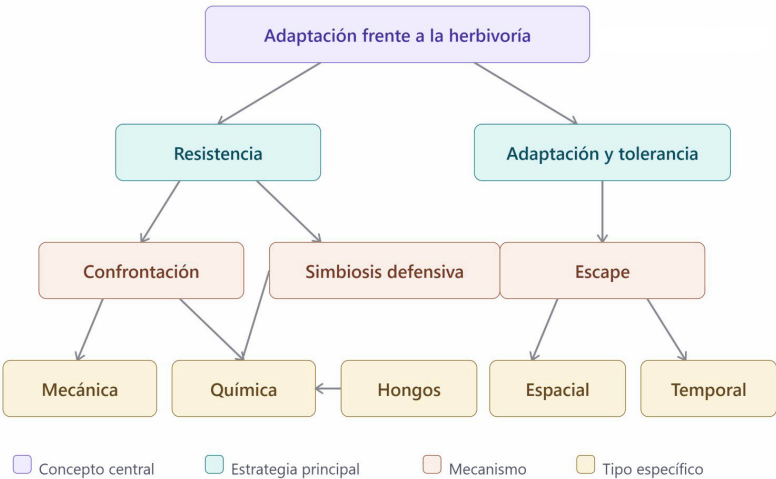


Figura 1. Representación esquemática de las principales estrategias evolutivas desarrolladas por las plantas frente a la herbivoría. Las respuestas incluyen mecanismos de resistencia (defensas mecánicas, químicas y simbiosis defensivas con hongos endófitos) y mecanismos de adaptación y tolerancia basados en el escape espacial y temporal. La producción de metabolitos tóxicos constituye una de las estrategias defensivas más importantes dentro de las defensas químicas. (adaptado de Azorin & Gómez, 2008).

Escape evolutivo

Una alternativa evolutiva para reducir los efectos de la herbivoría no consiste en resistir ni tolerar el daño ocasionado por los consumidores, sino simplemente evitar su ocurrencia. Esta estrategia, denominada escape, comprende un conjunto de mecanismos mediante los cuales las plantas disminuyen la probabilidad de exposición a los herbívoros, reduciendo así la necesidad de invertir recursos en defensas mecánicas, químicas o fisiológicas. Las plantas no enfrentan directamente a los consumidores, sino que minimizan las oportunidades de contacto con ellos mediante modificaciones espaciales, temporales o ecológicas de su historia de vida. Diversos autores consideran al escape como una de las estrategias fundamentales dentro del espectro de respuestas evolutivas frente a la herbivoría (Strauss & Agrawal, 1999).

El escape espacial ocurre cuando las plantas ocupan ambientes donde la presión de consumo resulta naturalmente reducida debido a limitaciones físicas que dificultan el acceso de los herbívoros. Estas especies suelen desarrollarse en afloramientos rocosos, acantilados, paredes verticales, grietas profundas o ambientes extremos donde la presencia de consumidores es escasa. En estos casos, la localización espacial funciona como una barrera defensiva efectiva, disminuyendo significativamente la frecuencia de daño. Desde una perspectiva evolutiva, este mecanismo permite que ciertas especies mantengan niveles relativamente bajos de inversión en defensas estructurales o químicas, ya que el propio hábitat reduce el riesgo de consumo (Hay, 1984). Un ejemplo ilustrativo corresponde a diversas especies rupícolas que crecen en fisuras de paredes rocosas casi verticales, donde la presión de herbivoría resulta extremadamente baja. En estas situaciones, la localización espacial puede funcionar como una defensa tan efectiva como las espinas o los metabolitos tóxicos.

Por otra parte, el escape temporal consiste en modificar la fenología de la planta para reducir la superposición con los períodos de

máxima actividad de los herbívoros. Mediante esta estrategia, las especies ajustan el momento de germinación, crecimiento vegetativo, floración, fructificación o dispersión de semillas de manera que las etapas más vulnerables de su ciclo biológico ocurran cuando la presión de consumo es menor. Muchas plantas anuales completan rápidamente su desarrollo durante breves períodos favorables, mientras que otras permanecen en estado de latencia durante las estaciones en las que la actividad de los consumidores alcanza sus niveles más elevados. Esta separación temporal entre planta y herbívoro disminuye significativamente la probabilidad de daño y constituye una estrategia particularmente eficiente en ecosistemas con marcada estacionalidad climática (Strauss & Agrawal, 1999).

Diversos estudios han demostrado que los cambios fenológicos pueden evolucionar como respuesta directa a la presión de herbivoría. En algunas especies, la floración temprana permite escapar al daño ocasionado por herbívoros florales, incrementando el éxito reproductivo de aquellos individuos que completan su reproducción antes del período de máxima actividad de los consumidores (Kawagoe & Kudoh, 2010).

En ecosistemas sometidos a movimientos migratorios de grandes herbívoros, el escape temporal adquiere especial relevancia. En las sabanas africanas, donde las migraciones estacionales de ñúes (*Connochaetes sp.*) generan períodos alternantes de intensa y baja presión de pastoreo, numerosas especies vegetales sincronizan su crecimiento y reproducción con los momentos de ausencia de las grandes manadas. De esta manera, logran completar etapas críticas de su ciclo biológico antes de la llegada de los herbívoros o durante períodos en que la presión de consumo disminuye considerablemente. Este desacople fenológico constituye una de las formas más sofisticadas de adaptación frente a la herbivoría, ya que permite reducir el daño sin necesidad de desarrollar mecanismos defensivos costosos (Sinclair & Norton-Griffiths, 1979; McNaughton, 1985).

Los mecanismos de escape espacial y temporal demuestran que la evolución de las defensas vegetales no depende exclusivamente de la producción de estructuras protectoras o compuestos tóxicos. En numerosos casos, evitar el encuentro con los herbívoros puede resultar tan efectivo como resistirlos, constituyendo una estrategia adaptativa que ha contribuido de manera significativa a la diversificación ecológica y evolutiva de las plantas terrestres (Stowe *et al.*, 2000).

Confrontación mecánica

Dentro de las estrategias de resistencia, las defensas mecánicas constituyen una de las formas más antiguas y ampliamente distribuidas de protección frente a la herbivoría. Espinas, aguijones, tricomas, hojas coriáceas, tejidos altamente lignificados y cutículas engrosadas actúan como barreras físicas que dificultan el consumo o reducen la palatabilidad de los tejidos vegetales (Hanley & Lamont, 2005). Estas estructuras pueden disminuir la eficiencia de alimentación de los herbívoros, incrementar el tiempo necesario para consumir los tejidos o incluso provocar lesiones directas en los consumidores que en ocasiones pueden derivar en problemas sanitarios (Riet Correa *et al.*, 2024). Aunque el desarrollo de estas estructuras implica una inversión energética considerable durante su formación, una vez establecidas suelen representar una estrategia relativamente eficiente desde el punto de vista metabólico, especialmente frente a herbívoros de gran tamaño (Hanley *et al.*, 2007).

Sin embargo, las defensas mecánicas presentan limitaciones. Muchos herbívoros han desarrollado adaptaciones morfológicas o conductuales que les permiten superar estas barreras, generando una dinámica coevolutiva en la cual las innovaciones defensivas de las plantas son seguidas por respuestas adaptativas de los consumidores (Herms & Mattson, 1992).

Confrontación química

Las defensas químicas representan proba-

blemente la estrategia más diversa y exitosa desarrollada por las plantas para reducir la herbivoría. Actualmente se conocen decenas de miles de metabolitos secundarios distribuidos entre los distintos linajes vegetales, muchos de los cuales poseen propiedades tóxicas, repelentes o antinutricionales para insectos y vertebrados herbívoros (Fraenkel, 1959; Wink, 2003). Estos compuestos incluyen alcaloides, terpenoides, glucósidos, compuestos fenólicos, aminoácidos no proteicos y una amplia variedad de metabolitos de naturaleza diversa. Sin embargo, pese a los importantes avances en fitoquímica, en numerosas especies tóxicas de importancia veterinaria el o los principios tóxicos responsables de la enfermedad aún permanecen sin identificarse.

Los metabolitos secundarios ejercen sus efectos mediante mecanismos fisiopatológicos muy diversos. Algunos interfieren con la neurotransmisión y producen alteraciones neurológicas; otros afectan el metabolismo energético, la digestión, la absorción de nutrientes, la función hepática o la reproducción. Cuando las concentraciones alcanzadas en los tejidos vegetales son suficientemente elevadas, estos compuestos pueden provocar cuadros clínicos graves e incluso la muerte de los animales que los consumen. Esta extraordinaria diversidad estructural y funcional constituye uno de los ejemplos clásicos de la denominada carrera armamentista evolutiva entre plantas y herbívoros, en la cual cada innovación defensiva selecciona adaptaciones compensatorias en los consumidores (Ehrlich & Raven, 1964; Rosenthal & Berenbaum, 1992).

Desde el punto de vista veterinario resulta útil distinguir entre especies intrínsecamente tóxicas, cuyos metabolitos se encuentran presentes de manera relativamente constante, y especies cuya toxicidad es circunstancial o inducida, dependiendo de factores ambientales, fisiológicos o de manejo. Entre las primeras pueden citarse *Cestrum parqui* (Fig. 2A) y *Pascalía glauca*, mientras que otras especies, como *Sorghum* sp. (Fig. 2B), sólo adquieren importancia toxicológica cuando acumulan concentraciones elevadas



Figura 2. Ejemplos de especies vegetales que emplean defensas químicas como estrategia de resistencia frente a la herbivoría. **A.** *Cestrum parqui*, especie que sintetiza compuestos hepatotóxicos responsables de intoxicaciones agudas en animales domésticos. **B.** *Sorghum* sp., gramínea que acumula glucósidos cianogénicos (durrina), los cuales liberan ácido cianhídrico tras el daño tisular y actúan como un mecanismo de defensa frente a los herbívoros.

de glucósidos cianogénicos capaces de liberar ácido cianhídrico, o cuando determinadas condiciones agronómicas favorecen la acumulación de nitratos y nitritos.

Simbiosis defensivas y producción de toxinas

Las plantas no siempre sintetizan directamente todos los compuestos responsables de su defensa química. En numerosos casos, la resistencia frente a la herbivoría depende de asociaciones simbióticas con microorganismos

productores de metabolitos bioactivos, fenómeno conocido como simbiosis defensiva. El ejemplo mejor estudiado corresponde a las gramíneas infectadas por hongos endófitos del género *Epichloë* (anteriormente incluidos en *Neotyphodium*), cuya transmisión ocurre principalmente a través de las semillas. Estos endófitos producen una amplia variedad de alcaloides, entre ellos lolitremos, ergoalcaloides, lolinas y peramina, que incrementan la resistencia de las plantas frente a insectos y mamíferos herbívoros,

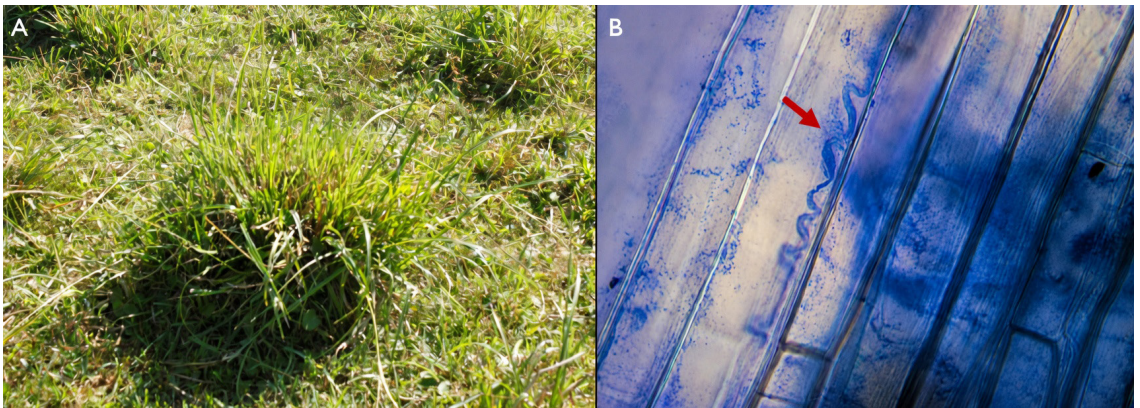


Figura 3. Ejemplo de una estrategia de resistencia mediada por simbiosis defensiva. **A.** *Festuca arundinacea*. **B.** Hifa intercelular de *Epichloë coenophiala* (flecha) observada en tejido foliar. El endófito vive en asociación mutualista con la gramínea y sintetiza alcaloides que incrementan la resistencia de la planta frente a la herbivoría. En sistemas ganaderos, estos mismos compuestos pueden ser responsables de la toxicosis por festuca (*fescue toxicosis*) en los animales que consumen plantas infectadas.

proporcionando ventajas adaptativas tanto para la gramínea hospedadora como para el hongo simbiote (Clay & Schardl, 2002; Schardl *et al.*, 2004). Un ejemplo paradigmático es *Festuca arundinacea* (Fig. 3A) infectada por *Epichloë coenophiala* (Fig. 3B), asociación mutualista en la que el endófito sintetiza principalmente ergocalcoides que producen toxicidad en los herbívoros y aumenta la tolerancia de la planta frente a diversos factores de estrés. Desde el punto de vista veterinario, esta interacción es responsable de la festucosis (*fescue toxicosis*), una de las intoxicaciones asociadas a endófitos más importantes a nivel mundial (Riet-Correa *et al.*, 2023). De manera similar, la asociación entre *Lolium perenne* y *Epichloë festucae* var. *lolii* origina la producción de lolitrem B, responsable del ryegrass staggers, demostrando que en estos sistemas la toxicidad vegetal es consecuencia de una simbiosis evolutiva y no de metabolitos sintetizados por la planta propiamente dicha (Riet-Correa *et al.*, 2023).

Un caso aún más complejo corresponde a la intoxicación por *Lolium rigidum* (Annual Ryegrass Toxicity, ARGT) (Fig. 4). En este sistema intervienen simultáneamente la gramínea hospedadora, un nematodo formador de agallas (*Anguina funesta*), una bacteria (*Rathayibacter toxicus*) que coloniza dicho nematodo y produce las corynetoxinas, responsables finales del cuadro clínico. Este ejemplo constituye uno de los sistemas de toxicidad vegetal más complejos conocidos, al involucrar una interacción entre planta, nematodo y bacteria (Murray *et al.*, 2017).

DISCUSIÓN

La evolución de las defensas vegetales constituye uno de los procesos coevolutivos mejor documentados en biología y proporciona el marco conceptual necesario para comprender la mayoría de las intoxicaciones por plantas observadas en los animales domésticos. Las estrategias de escape, resistencia mecánica,

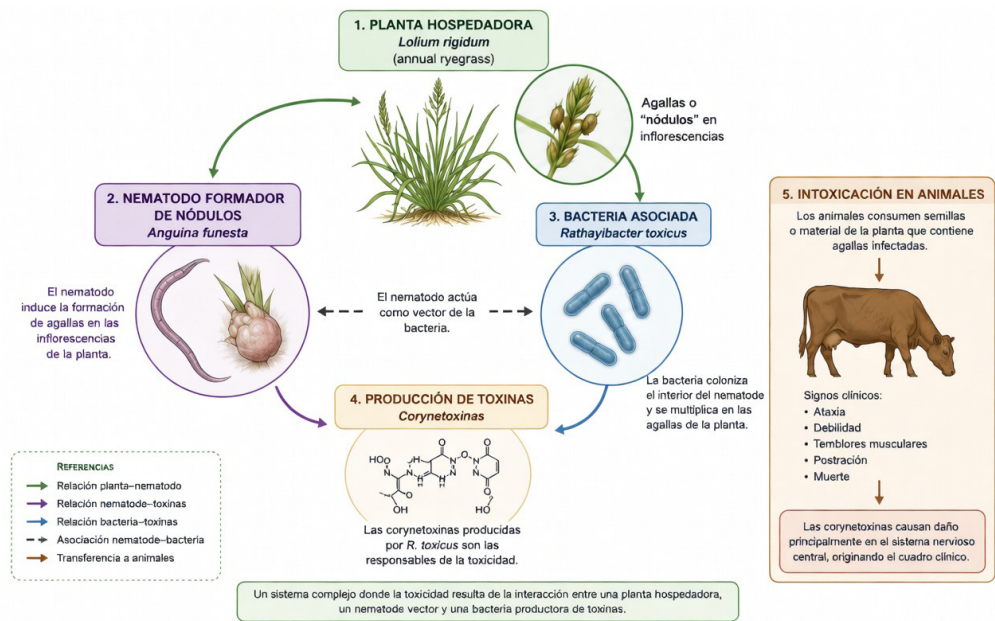


Figura 4. Representación esquemática de la toxicidad de *Ryegrass anual*, es uno de los ejemplos más complejos de toxicidad vegetal descritos en la naturaleza. La interacción involucra una gramínea hospedadora (*Lolium rigidum*), el nematodo formador de nódulos *Anguina funesta* y la bacteria *Rathayibacter toxicus*, que es transportada por el nematodo y coloniza las agallas de la planta. En este microambiente, la bacteria produce corynetoxinas, responsables del cuadro tóxico que desarrollan los animales tras consumir semillas o inflorescencias infectadas. Este sistema constituye un ejemplo de interacción multitrófica, en la que la toxicidad no depende de un metabolito sintetizado por la planta, sino de la asociación entre la planta hospedadora, un nematodo vector y una bacteria toxigénica. Adaptado de Murray *et al.* 2017.

resistencia química y simbiosis defensivas no representan mecanismos independientes, sino respuestas adaptativas que han evolucionado bajo diferentes presiones selectivas y que, en numerosas especies, actúan de manera simultánea (Herms & Mattson, 1992; Strauss & Agrawal, 1999).

Desde una perspectiva evolutiva, la producción de metabolitos secundarios no debe interpretarse como una estrategia dirigida específicamente contra el ganado doméstico. Por el contrario, estos compuestos surgieron millones de años antes de la domesticación de los rumiantes actuales y fueron seleccionados por su capacidad para reducir el daño ocasionado por insectos, mamíferos silvestres y otros consumidores. Las intoxicaciones que actualmente afectan a bovinos, ovinos, caprinos y equinos constituyen, en consecuencia, un efecto colateral de mecanismos defensivos originalmente dirigidos hacia otros herbívoros (Fraenkel, 1959; Ehrlich & Raven, 1964; Rosenthal & Berenbaum, 1992).

Otro aspecto relevante es que la toxicidad vegetal no representa una característica fija e invariable. En numerosas especies, la concentración de metabolitos secundarios se modifica en respuesta a condiciones ambientales, estado fenológico, disponibilidad hídrica, fertilización, temperatura o presión de herbivoría. Del mismo modo, algunas plantas sólo adquieren importancia toxicológica bajo determinadas circunstancias, como ocurre con la acumulación de nitratos durante períodos de sequía seguidos de lluvias, o con el incremento de glucósidos cianogénicos en especies de *Sorghum* bajo condiciones de estrés. Estos ejemplos demuestran que el riesgo toxicológico depende tanto de la biología de la planta como de las condiciones ecológicas en las cuales ocurre el pastoreo (Bryant *et al.*, 1983; Wink, 2003).

Durante las últimas décadas también se ha modificado profundamente el concepto clásico de planta tóxica. Actualmente se reconoce que numerosas intoxicaciones dependen de asociaciones simbióticas con microorganismos productores de metabolitos bioactivos. Los

sistemas formados por gramíneas y hongos endófitos del género *Epichloë*, así como la producción de swainsonina por hongos endofíticos asociados a especies de *Ipomoea* y otros géneros, demuestran que la toxicidad puede emerger de interacciones biológicas complejas más que del metabolismo vegetal exclusivamente (Clay & Schardl, 2002; Schardl *et al.*, 2004; Cook *et al.*, 2014). De manera aún más notable, la intoxicación por *Lolium rigidum* involucra simultáneamente una planta hospedadora, un nematodo y una bacteria productora de corynetoxinas, constituyendo uno de los ejemplos más sofisticados de interacción multitrófica conocidos en toxicología veterinaria.

Desde el punto de vista aplicado, interpretar las plantas tóxicas como el resultado de procesos evolutivos permite comprender por qué las intoxicaciones presentan una marcada variabilidad geográfica, estacional e incluso interanual. Asimismo, explica la existencia de importantes diferencias de susceptibilidad entre especies animales, razas e individuos, consecuencia tanto de adaptaciones fisiológicas de los herbívoros como de variaciones en la composición química de las plantas. Este enfoque integrador adquiere particular importancia en Sudamérica, donde la elevada diversidad florística y la coexistencia de múltiples ecosistemas generan una extraordinaria variedad de plantas tóxicas, muchas de las cuales aún poseen mecanismos de acción o principios tóxicos insuficientemente conocidos (Riet-Correa *et al.*, 2024).

Finalmente, la integración entre ecología evolutiva, fisiología vegetal, microbiología y medicina veterinaria ofrece nuevas oportunidades para comprender la patogenia de numerosas intoxicaciones, mejorar las estrategias preventivas e identificar factores de riesgo que no pueden explicarse únicamente desde la presencia o ausencia de una determinada especie vegetal. En este contexto, el estudio de las defensas vegetales deja de ser un aspecto exclusivamente botánico para convertirse en un componente central de la toxicología veterinaria moderna.

CONCLUSIONES

Las plantas han desarrollado una extraordinaria diversidad de estrategias destinadas a reducir la herbivoría, incluyendo mecanismos de escape, defensas mecánicas, metabolitos secundarios y asociaciones simbióticas con microorganismos productores de toxinas. Estas estrategias representan el resultado de millones de años de coevolución entre plantas y herbívoros y constituyen la base biológica de la mayoría de las intoxicaciones vegetales que afectan actualmente a los animales domésticos.

El conocimiento de estos procesos permite interpretar las enfermedades producidas por plantas tóxicas dentro de un contexto ecológico y evolutivo más amplio, facilitando la comprensión de la variabilidad observada en la presentación clínica, la distribución geográfica y los factores predisponentes de las intoxicaciones. Asimismo, el reconocimiento de que numerosos principios tóxicos son sintetizados por microorganismos simbióticos ha modificado profundamente la visión tradicional de las plantas tóxicas y abre nuevas líneas de investigación sobre la interacción entre plantas, microorganismos y herbívoros.

En medicina veterinaria, integrar estos conceptos resulta esencial para mejorar el diagnóstico, desarrollar estrategias preventivas más eficaces y comprender la dinámica de las intoxicaciones en los sistemas pastoriles. El estudio de las defensas vegetales constituye, por lo tanto, un puente entre la ecología evolutiva y la patología veterinaria, proporcionando un marco conceptual sólido para interpretar las enfermedades tóxicas de los animales de producción.

REFERENCIAS

- Ali, J. G., & Agrawal, A. A. (2012). Predator-prey interactions: a plant's perspective. *Trends in Ecology and Evolution*, 27(9), 503-512.
- Azorín A., J. y D. Gómez G. 2008. Estrategias de las plantas frente al consumo de los herbívoros. pp. 189-203. In: F. Fillat, R. García-González, D. Gómez & R. Reiné (eds.). *Pastos del Pirineo*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid, España.
- Bernays, E. A., & Chapman, R. F. (1994). *Host-Plant Selection by Phytophagous Insects*. New York: Chapman & Hall. <https://doi.org/10.1007/b102508>
- Bryant, J. P., Chapin, F. S. III, & Klein, D. R. (1983). Carbon/nutrient balance of boreal plants in relation to vertebrate herbivory. *Oikos*, 40(3), 357-368. <https://doi.org/10.2307/3544308>
- Carmona, D., Lortie, C. J., & Aubin, I. (2011). The role of plant physical defenses in herbivory. *Plant Ecology*, 212(1), 37-48.
- Clay, K., & Schardl, C. L. (2002). Evolutionary origins and ecological consequences of endophyte symbiosis with grasses. *The American Naturalist*, 160(Suppl. 4), S99-S127. <https://doi.org/10.1086/342161>
- Coley, P. D., Bryant, J. P., & Chapin, F. S. III. (1985). Resource availability and plant antiherbivore defense. *Science*, 230(4728), 895-899.
- Cook, D., Gardner, D. R., & Pfister, J. A. (2014). Swainsonine-containing plants and their relationship to endophytic fungi. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62(30), 7326-7334. <https://doi.org/10.1021/jf5016734>
- Ehrlich, P. R., & Raven, P. H. (1964). Butterflies and plants: A study in coevolution. *Evolution*, 18(4), 586-608. <https://doi.org/10.2307/2406212>
- Fraenkel, G. S. (1959). The raison d'être of secondary plant substances. *Science*, 129, 1466-1470. <https://doi.org/10.1126/science.129.3361.1466>
- Hanley, M. E., & Lamont, B. B. (2005). The role of plant mechanical defenses in herbivory. *Oecologia*, 144(4), 479-491. <https://doi.org/10.1007/s00442-005-0247-1>
- Hanley, M. E., & Lamont, B. B. (2005). The role of plant mechanical defenses in herbivory. *Oecologia*, 144(4), 479-491.
- Hay, M. E. (1984). Predictable spatial escapes from herbivory: How do these affect the evolution of herbivore resistance in tropical marine communities? *Oecologia*, 64, 396-407. <https://doi.org/10.1007/BF00379138>
- Harms, D. A., & Mattson, W. J. (1992). The dilemma of plants: to grow or defend. *Quarterly Review of Biology*, 67(3), 283-335. <https://doi.org/10.1086/417659>
- Karban, R., & Baldwin, I. T. (1997). *Induced Responses to Herbivory*. Chicago: University of Chicago Press. <https://doi.org/10.7208/chicago/9780> <https://doi.org/10.1007/s00442-010-1709-y226424972.001.0001>

- Kawagoe, T., & Kudoh, H. (2010). Escape from floral herbivory by early flowering in *Arabidopsis halleri* subsp. *gemmifera*. *Oecologia*, 164, 713-720. <https://doi.org/10.1007/s00442-010-1709-y>
- McNaughton, S. J. (1985). Ecology of a grazing ecosystem: the Serengeti. *Ecological Monographs*, 55, 259-294. <https://doi.org/10.2307/1942578>
- Murray, T. D., Schroeder, B. K., Schneider, W. L., Luster, D. G., Sechler, A., Rogers, E. E., & Subbotin, S. A. (2017). *Rathayibacter toxicus*, other *Rathayibacter* species inducing bacterial head blight of grasses, and the potential for livestock poisonings. *Phytopathology*, 107(7), 804-815.
- Núñez-Farfán, J., Fornoni, J., & Valverde, P. L. (2007). The evolution of resistance and tolerance to herbivores. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 38, 541-566. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.38.091206.095822>
- Rosenthal, G. A., & Berenbaum, M. R. (Eds.). (1992). *Herbivores: Their Interactions with Secondary Plant Metabolites* (2nd ed.). Academic Press. San Diego.
- Rosenthal, G. A., & Janzen, D. H. (Eds.). (1979). *Herbivores: Their Interaction with Secondary Plant Metabolites*. New York: Academic Press.
- Rosenthal, J. P., & Kotanen, P. M. (1994). Terrestrial plant tolerance to herbivory. *Trends in Ecology & Evolution*, 9(4), 145-148. [https://doi.org/10.1016/0169-5347\(94\)90180-5](https://doi.org/10.1016/0169-5347(94)90180-5)
- Saikkonen, K., Young, C. A., Helander, M., & Schardl, C. L. (2016). Endophytic *Epichloë* species and their grass hosts: From evolution to applications. *Plant Molecular Biology*, 90, 665-675. <https://doi.org/10.1007/s11103-015-0399-6>
- Schardl, C. L., Leuchtman, A., & Spiering, M. J. (2004). Symbioses of grasses with seedborne fungal endophytes. *Annual Review of Plant Biology*, 55, 315-340. <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.55.031903.141735>
- Sinclair, A. R. E., & Norton-Griffiths, M. (1979). *Serengeti: Dynamics of an Ecosystem*. University of Chicago Press.
- Stowe, K. A., Marquis, R. J., Hochwender, C. G., & Simms, E. L. (2000). The evolutionary ecology of tolerance to consumer damage. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 31, 565-595. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.31.1.565>
- Strauss, S. Y., & Agrawal, A. A. (1999). The ecology and evolution of plant tolerance to herbivory. *Trends in Ecology & Evolution*, 14(5), 179-185. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(98\)01576-6](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(98)01576-6)
- Wink M (2003). Evolution of secondary metabolites from an ecological and molecular phylogenetic perspective. *Phytochemistry*. 64(1):3-19. [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(03\)00300-5](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(03)00300-5)

REVISORES

La Revista Ciencias Naturales agradece a los siguiente revisores por su tiempo, compromiso y valiosas contribuciones, fundamentales para mejorar la calidad del contenido del Vol. 3 (2025):

Diego Gutierrez

CIC-CONICET. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata.

Diego Ariel Meloni

Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero.

Natalia Evelyn Delbon

CIC CONICET-IMBIV-Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba.

Norma Virginia Canton

Instituto de Ambientes de Montaña y Regiones Áridas (IAMRA) de la Universidad Nacional de Chilecito, La Rioja.

Laura Sabrina Aguirre Castro

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

Rubén Lijteroff

Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia. Universidad Nacional de San Luis.

Vanina Gabriela Salgado

CONICET- Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia", Buenos Aires.

Zulma Avilés

Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta.

Facultad de Ciencias Naturales · Universidad Nacional de Salta