

REDESCUBRIMIENTO Y CONFIRMACIÓN DE LA PRESENCIA DE *PYCNOPHYLLUM MACROPETALUM* (CARYOPHYLLACEAE) PARA LA FLORA ARGENTINA

Christian A. Zanotti¹ , Juan M. Cellini² , Martín Timaná³ , Juan M. Azaro² 
& Juan M. Acosta¹ 

¹ Instituto de Botánica Darwinion, Labardén 200, Casilla de Correo 22, B1642HYD San Isidro, Buenos Aires, Argentina; czanotti1979@gmail.com (autor correspondiente)

² Laboratorio de Investigaciones en Maderas (LIMAD) Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (FCyF), Universidad Nacional de La Plata (UNLP), La Plata, Argentina, CC 31 (1900) La Plata, Buenos Aires, Argentina.

³ Centro de Investigación en Geografía Aplicada (CIGA), y Sección Geografía y Medio Ambiente, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.

Abstract. Zanotti, C. A.; J. M. Cellini, M. Timaná, J. M. Azaro & J. M. Acosta. 2024. Rediscovery and confirmation of the presence of *Pycnophyllum macropetalum* (Caryophyllaceae) for the Argentinian flora. *Darwiniana*, nueva serie 12(1): 32-44.

Pycnophyllum macropetalum Matff. is a species originally described for the Andes of Chile which has also been collected in Bolivia and in Argentina. Presence of *P. macropetalum* in Argentina is based on a single sterile specimen collected in 1945. For this reason, and because *P. macropetalum* is morphologically very similar to *P. molle*, the species was excluded from the Argentinian Flora; however, recently, a population of *P. macropetalum* has been found in the province of Jujuy (Argentina). Therefore, the objective of this work is to describe and to illustrate this species, to provide environmental notes about the habitat where it was found, and to provide a map of the geographic distribution of the species for Argentina, Bolivia and Chile. Furthermore, based on molecular analyzes of the collected specimen, the morphological identification is corroborated, and the monophyly of the genus is confirmed. Finally, a dichotomous key is provided to differentiate the four *Pycnophyllum* species recorded in Argentina.

Keywords. Argentina; Caryophyllaceae; phylogeny; *Pycnophyllum*.

Resumen. Zanotti, C. A.; J. M. Cellini, M. Timaná, J. M. Azaro & J. M. Acosta. 2024. Redescubrimiento y confirmación de la presencia de *Pycnophyllum macropetalum* (Caryophyllaceae) para la Flora Argentina. *Darwiniana*, nueva serie 12(1): 32-44.

Pycnophyllum macropetalum Matff. es una especie originalmente descrita para los Andes de Chile, que además se la ha coleccionado en Bolivia y ha sido citada para la Argentina sobre la base de un único ejemplar estéril coleccionado en 1945. Debido a esto, y al ser morfológicamente afín a *P. molle*, la especie fue excluida de la Flora Argentina; sin embargo, recientemente se ha localizado una población de *P. macropetalum* en la provincia de Jujuy (Argentina). Por este motivo, el objetivo de este trabajo es describir e ilustrar a dicha especie, proporcionar notas ambientales acerca del hábitat en donde se la encontró y proveer un mapa de distribución geográfica de la especie para la Argentina, Bolivia y Chile. Además, sobre la base de análisis moleculares del ejemplar coleccionado se corrobora la identificación morfológica y se confirma la monofilia del género. Por último, se proporciona una clave dicotómica para diferenciar las cuatro especies de *Pycnophyllum* registradas hasta el momento para la Argentina.

Palabras clave. Argentina; Caryophyllaceae; filogenia; *Pycnophyllum*.

INTRODUCCIÓN

Pycnophyllum J.Rémy es un género de plantas arbustivas cespitosas formadoras de cojines pulvinados, que comprende, según diferentes autores, entre 9-18 especies. Su distribución geográfica se encuentra restringida a los Andes Occidentales desde Perú hasta el norte de Chile y la Argentina, en altitudes que oscilan entre los 4000-5200 m s.m. (Brittich, 1993; Timaná, 2005, 2017; Hernández-Ledesma, 2015; POWO, 2023). Este género es uno de los miembros menos conocidos dentro de las Caryophyllaceae del Nuevo Mundo, ya que los especímenes de herbario son escasos debido a que la mayoría de las especies crecen en áreas remotas de los Andes (Timaná, 2017).

El género presenta una combinación de caracteres morfológicos que no se encuentran en ningún otro miembro de las Caryophyllaceae: las especies son todas dioicas; las hojas son totalmente glabras y se fusionan en su base formando una vaina y, en algunas especies, la región fotosintética de la lámina foliar se halla reducida drásticamente en el centro de la misma (denominada “callo”) que, a su vez, se encuentra rodeada por una membrana traslúcida no fotosintética; las flores presentan 5 sépalos libres, 3-5 estambres (o estaminodios) que forman un disco estaminal bien definido y un ovario súpero con un estilo terminado en 1-3 estigmas; los frutos pueden ser indehiscentes (utrículo) o dehiscentes (cápsula 3-valvar) con 1-3(-6) semillas (Timaná, 2005, 2017).

Pycnophyllum es considerado monofilético, aunque sólo se han incluido tres especies del género en los análisis filogenéticos más completos para las Caryophyllaceae (Harbaugh et al., 2010; Greenberg & Donoghue, 2011). En dichos análisis, *Pycnophyllum* se agrupa cerca de dos géneros pertenecientes a la subfamilia Paronychioideae: *Ortegia* Loeffl. y *Drymaria* Willd. ex Schult., y, por otro lado, se separa de *Pycnophyllopsis* Skottsb. y de otros géneros andinos formadores de cojines como *Arenaria* L. y *Stellaria* L. Estos resultados confirman la pertenencia de *Pycnophyllum* dentro de Paronychioideae (Timaná, 2005, 2017; Greenberg & Donoghue, 2011; Hernández-Ledesma, 2015), y no dentro de las Alsinoideae como tradicionalmente se aceptaba (Brittich, 1993).

La última revisión taxonómica del género fue la realizada por Timaná (2005) en su tesis doctoral y, posteriormente, sólo los resultados nomenclaturales de la misma fueron publicados formalmente en Molinari (2016) y Timaná (2017). Dicha revisión ha sido necesaria ya que la historia del género, desde su fundación en 1846, ha sido controversial, debido principalmente a la

destrucción de los tipos nomenclaturales alojados en el herbario de Berlín (B) durante la Segunda Guerra Mundial, utilizados para la realización de diferentes tratamientos taxonómicos y floras (i.e., Rohrbach, 1870; Grisebach, 1874; Pax, 1893; Muschler, 1911; Mattfeld, 1922). Asimismo, otro factor que ha contribuido a dicha controversia ha sido que la mayoría de las especies de *Pycnophyllum* tienden a perder sus flores y/o frutos por la rotura del pedicelo/pedúnculo aun después de ser montados como especímenes de herbario, lo cual ha dificultado la correcta identificación ulterior de los ejemplares por diversos autores (Timaná, 2005).

En el reciente tratamiento del género *Pycnophyllum* para la Flora Argentina, se han citado tres especies y excluido dos (Zanotti, 2022). Una de las especies que ha sido excluida ha sido *Pycnophyllum macropetalum* Mattf., citada para el sudoeste de Bolivia y norte de Chile (Timaná, 2005), y para la Argentina (Salta) por Cabrera (1957: 386) sobre la base del ejemplar *Cabrera 8657* (LP). Este último ejemplar era el único registro citado hasta el momento para este país, no habiéndose encontrado otras colecciones en la Argentina para dicha especie en los herbarios. Este ejemplar, tras advertir que se encontraba totalmente estéril, había sido redeterminado erróneamente como *P. molle* J.Rémy por Zanotti (2022), debido a la alta afinidad morfológica de las láminas foliares entre estas dos especies.

Recientemente, en una campaña botánica llevada a cabo en abril de 2023 a la provincia de Jujuy (Argentina), se relevaron algunos ejemplares de *Pycnophyllum* que presentaban los pétalos con una longitud levemente mayor en relación con los sépalos. Esta sola característica permitió ubicar, sin dudas, a esta nueva colección bajo *Pycnophyllum macropetalum*. Consecuentemente, el objetivo de este trabajo consiste en confirmar la presencia de *P. macropetalum* en la Argentina, luego de 78 años que no se ha vuelto a coleccionar en dicho país, sobre la base de un ejemplar completo, con flores y frutos. Como resultado, se provee una descripción detallada del taxón, fotografías de campo, y una ilustración detallada de la especie. Además, se provee un mapa de distribución geográfica de la especie tanto para la Argentina como para Bolivia y Chile, y comentarios ambientales donde se encontraron los ejemplares creciendo en la Argentina. También se realizaron estudios moleculares del material coleccionado confirmando mediante análisis filogenéticos la identificación del ejemplar y la monofilia del género. Por último, se presenta una clave dicotómica para las cuatro especies de *Pycnophyllum* presentes en la Argentina.

MATERIALES Y MÉTODOS

Análisis morfológico

El presente estudio se basa en dos colecciones llevadas a cabo en una localidad ubicada en la provincia de Jujuy, Departamento Cochinoca, al costado de la Ruta Nacional 40, realizadas en abril del 2023. Tras corroborar que los materiales coleccionados pertenecen al género *Pycnophyllum*, fue imposible de esclarecer su identidad específica con base en el tratamiento más reciente del género para la Argentina (Zanotti, 2022). Consecuentemente, se consultó la única revisión moderna del género (Timaná, 2005) para poder establecer, sin dudas, la identidad de estas colecciones. Luego de corroborar la identidad bajo *Pycnophyllum macropetalum*, se revisó el ejemplar *Cabrera 8657* (LP), previamente citado para la Argentina bajo esta última especie y posteriormente excluido por Zanotti (2022), para cotejar los nuevos ejemplares coleccionados con el ejemplar estéril depositado en LP. Por otro lado, se analizó el protólogo de *P. macropetalum* y se estudió el material tipo on-line del herbario K (acrónimos según Thiers 2023), disponible en la plataforma “Global Plant Initiative, GPI”, <http://plants.jstor.org>. La descripción de los caracteres vegetativos y reproductivos se llevó a cabo sobre la base de los ejemplares herborizados, y fueron observados y medidos bajo un microscopio estereoscópico Nikon SMZ-2T. La terminología utilizada para describir a la especie sigue a Timaná (2005).

Para la realización del mapa de distribución de todos los materiales examinados de *P. macropetalum*, se utilizó el software QGIS versión 3.28.9.

Análisis filogenéticos

A fin de corroborar la identificación de *Pycnophyllum macropetalum*, se extrajo ADN de hojas provenientes del ejemplar coleccionado por el segundo autor de esta contribución [Cellini et al. 97 (SI)], siguiendo el protocolo de extracción de ADN total CTAB (Doyle & Doyle, 1987). Además, se incluyeron secuencias de *Pycnophyllum macropetalum* correspondientes a una colección de Chile [*Timana 3837* (TEX)], *P. convexum* Griseb. y *P. tetrastichum* J.Rémy. Para completar la matriz molecular, también se generaron secuencias para las especies *Drymaria glandulosa* C. Presl., *Microphytes minima* (Miers ex Colla) Briq., *Paronychia hieronymi* Pax, *Pycnophyllum molle* J.Rémy y *P. spathulatum* Matff. (secuencias nuevas, números de acceso y voucher de colección para estas especies indicados en el Apéndice).

Posteriormente, se amplificaron las secuencias correspondientes al marcador nuclear ITS y a los

marcadores cloroplastidiales *matK*, *rbcL*, y *atpB*, siguiendo a Greenberg & Donoghue (2011) y Bena et al. (2017, 2020). Las secuencias amplificadas para los taxones del género *Pycnophyllum* fueron incluidas en la matriz correspondiente a cada marcador y alineadas empleando el software MAFFT (<https://mafft.cbrc.jp/alignment/server/gotomafft.html>). Para el marcador ITS se alineó bajo la siguiente configuración: `mafft-qinsi --thread 4 --threadtb 5 --threadit 0 --reorder --allowshift --unalignlevel 0.8 --op 3.0 --ep 0.5 --maxiterate 2`. Para los marcadores de cloroplasto se alineó bajo la siguiente configuración `mafft --thread 4 --threadtb 5 --threadit 0 --reorder --anysymbol --maxiterate 2 --retree 1 --globalpair`.

La matriz alineada contuvo un total de 51 unidades taxonómicas operativas (UTO), abarcando la mayor cantidad de géneros correspondientes a las tribus Polycarpeae DC. y Paronychieae circunscritas para la familia (Greenberg & Donoghue, 2011). Como grupo externo se utilizaron cuatro taxones de la tribu Corrigioleae: *Corrigiola andina* Triana & Planch., *Corrigiola litoralis* L., *Telephium imperati* L. y *Telephium oligospermum* Steud. ex Boiss.

Los análisis filogenéticos se llevaron a cabo tanto para los marcadores individuales como para el conjunto concatenados; se emplearon las metodologías de Máxima Parsimonia (MP) y Máxima Verosimilitud (MV). Las secuencias de cloroplasto (*matK*, *rbcL* y *atpB*) combinadas en una matriz, y la nuclear (ITS), fueron analizadas por separado para evaluar posibles conflictos topológicos entre ellas. Debido a la ausencia de incongruencias para los clados con alto soporte, se procedió al análisis del conjunto concatenado. En todos los casos, los gaps fueron tratados como datos faltantes. El análisis de MP se realizó utilizando el programa TNT v.1.1 (Goloboff et al., 2008). La búsqueda de las topologías óptimas se llevó a cabo mediante búsquedas heurísticas con 10000 réplicas de adición al azar (“random addition sequences”, RAS), intercambio de ramas por TBR (“tree-bisection-and-reconnection”), y guardando 10 árboles por réplica. Los árboles óptimos obtenidos fueron sujetos a una nueva ronda de intercambio de ramas por TBR hasta encontrar las topologías más parsimoniosas. El árbol de consenso estricto fue obtenido por búsqueda heurística. Los valores de apoyo de los nodos se estimaron mediante análisis de Bootstrap Support (BS) con 10000 réplicas de 10 secuencias de adición al azar, guardando 10 árboles por réplica.

Los análisis de MV se llevaron a cabo utilizando el programa RaxML v.8.0.0 (Stamatakis, 2014). El algoritmo implementado permite ejecutar búsquedas de árboles óptimos y obtención de valores de apoyo de ramas [i.e., “bootstrap support” (BS)] en un único análisis (Felsenstein,

1985; Stamatakis et al., 2008); para ello fueron ejecutadas 1000 réplicas de BS con una búsqueda posterior del árbol de máxima verosimilitud. Las matrices de cada marcador alineadas, así como los árboles resultantes de los análisis de MP y MV con los marcadores concatenados, se encuentran disponibles para su descarga en el Repositorio Institucional CONICET Digital: <http://hdl.handle.net/11336/228296>. Los taxones, marcadores y números de acceso a las secuencias de cada UTO utilizadas y publicadas en Genbank se encuentran disponibles en el Apéndice.

RESULTADOS y DISCUSIÓN

Tratamiento taxonómico

Pycnophyllum macropetalum Mattf., Repert. Spec. Nov. Regni Veg. 18: 176. 1922. TIPO. Perú [Chile. Región de Arica y Parinacota]. Cerro Tacora, 4500 m s.m., 7-X-1876, *A. Stübel 110* [lectotipo, K 000471704!], designado por M. E. Timaná, *Lundellia* 20(1): 17. 2017] (Figs. 1 y 2).

Arbusto semihemisférico, circular, simétrico, de 7-10 cm de alto x 10-15 cm de diámetro; raíz pivotante, estriada, retorcida hasta de 8-15 cm, a veces ramificada hacia el nivel de la superficie; ramas flabeliformes: la primaria claviforme, verdosas en la porción distal y en la basal estramíneas a castaño-claras; las secundarias filiformes, estramíneas a castaño claras; las proximales filiformes, estramíneas a castaño claras y, a veces, entrelazadas alrededor del tallo (el color predominante de las ramas lo proporciona los callos de las láminas foliares). Hojas densamente imbricadas y adpresas a los ejes de las ramas; lámina obovada, de (0,5-)1-3 x (0,5-)1-2 mm, ápice redondeado a levemente mucronado, complanadas, levemente cóncavas, el margen membranoso, papiráceo y translúcido; callo fotosintético obovado-espátulado que ocupa $\frac{1}{2}$ - $\frac{3}{4}$ la longitud total de la lámina, estramíneo a verdoso, el margen apical con el reborde y con algunas máculas violáceas; nervadura del callo débilmente marcada en ambas caras, nervio medio más notorio en la cara adaxial; vaina de 0,3-0,5 mm, translúcida. Flor solitaria, terminal, sésil o con un pedúnculo de 0,2 mm; brácteas 8-10, obovadas a espátuladas, de 2,5-4 x 1-1,5 mm, de ápice obtuso a redondeado, con el callo elíptico a espátulado que ocupa $\frac{1}{2}$ - $\frac{2}{3}$ la longitud total de la bráctea, nervadura media notoria, a veces prominente en la cara adaxial, evanesciéndose gradualmente hacia la mitad de la longitud de la bráctea. Flor estaminada cilíndrica a obovoide; sépalos elíptico-obovados, de 4-4,5 x 2-2,5 mm,

cimbiformes a levemente carinados, ápice obtuso a agudo, el margen ligeramente involuto, membranáceo, translúcido; callo espátulado que ocupa ca. $\frac{3}{4}$ la longitud total del sépalo, verdoso y con el reborde del margen apical y algunas máculas violáceas; cara dorsal con 5 nervios marcados, de los cuales los dos laterales se evanescen ca. en la mitad de la longitud del sépalo, el central se ramifica en el ápice, cara ventral con la nerviación similar, pero con el nervio medio más notorio; base gibosa coriácea, cremosa; pétalos 5, de contorno espátulado, de 4-5 x 1,2-1,6 mm, unguiculados, el ápice 2-fido hasta ca. $\frac{1}{3}$ de la longitud total del mismo, membranáceos, cremosos, translúcidos cuando secos; estambres 5, de 2,5-3,5 mm largo, base de filamento filiforme; disco anular plano; pistilodio elipsoide, de 1,5-2 x 0,5-0,8, comprimido lateralmente. Flor pistilada obovoide, oblonga a cilíndrica; sépalos elíptico-obovados, de 4-5 x 2,5-3 mm, cimbiformes a levemente carinados, ápice obtuso a agudo, el margen ligeramente involuto, membranáceo, translúcido; callo espátulado que ocupa ca. $\frac{3}{4}$ de la longitud total del sépalo, verdoso, con reborde del margen apical y algunas máculas violáceas; cara dorsal y ventral con el mismo patrón de nerviación que la flor estaminada; base gibosa coriácea, cremosa; pétalos 5, de contorno obovado, de 4-4,5 x 1,5-2 mm, unguiculados, el ápice 2-fido hasta ca. $\frac{1}{3}$ de la longitud total o 2-partido, membranáceos, cremosos, translúcidos cuando secos; estaminodios 5, de 1-2 mm de largo, filamento ligeramente subulado, disco anular plano; ovario ovoide, 3-gono, de 3-4 x 1-2 mm; estigma 3-fido, ca. 1 mm, papiloso. Fruto una cápsula, 3-valvar, piramidal, de 3-3,5 x 1,5-1,8 mm. Semillas 6, reniformes, ca. 1-1,5 x 0,5 mm, castaño-claras, lisa a levemente papilosa.

Fenología. En la Argentina ha sido coleccionada en flor en abril, y luego de su secado ha fructificado. En Bolivia y Chile, ha sido coleccionada en flor entre octubre y febrero y en fruto de diciembre a febrero (Timaná, 2005).

Distribución geográfica. *Pycnophyllum macropetalum* se distribuye a lo largo de los altos Andes de Chile en el norte de Tarapacá y Antofagasta y el sudoeste de Bolivia, entre los 4100-5500 m s.m. También ha sido erróneamente citada para Perú (Mattfeld, 1922; MacBride, 1937), ya que el ejemplar tipo ha sido coleccionado en el Cerro o Volcán Tacora, que se encuentra ubicado actualmente en la Región de Arica y Parinacota (Chile) y muy próximo a la frontera con Perú (Ricardi & Marticorena, 1961). También ha sido coleccionada y citada para la Argentina por Cabrera (1957), para la provincia de Salta en la Quebrada del Gallo. (Fig. 3).

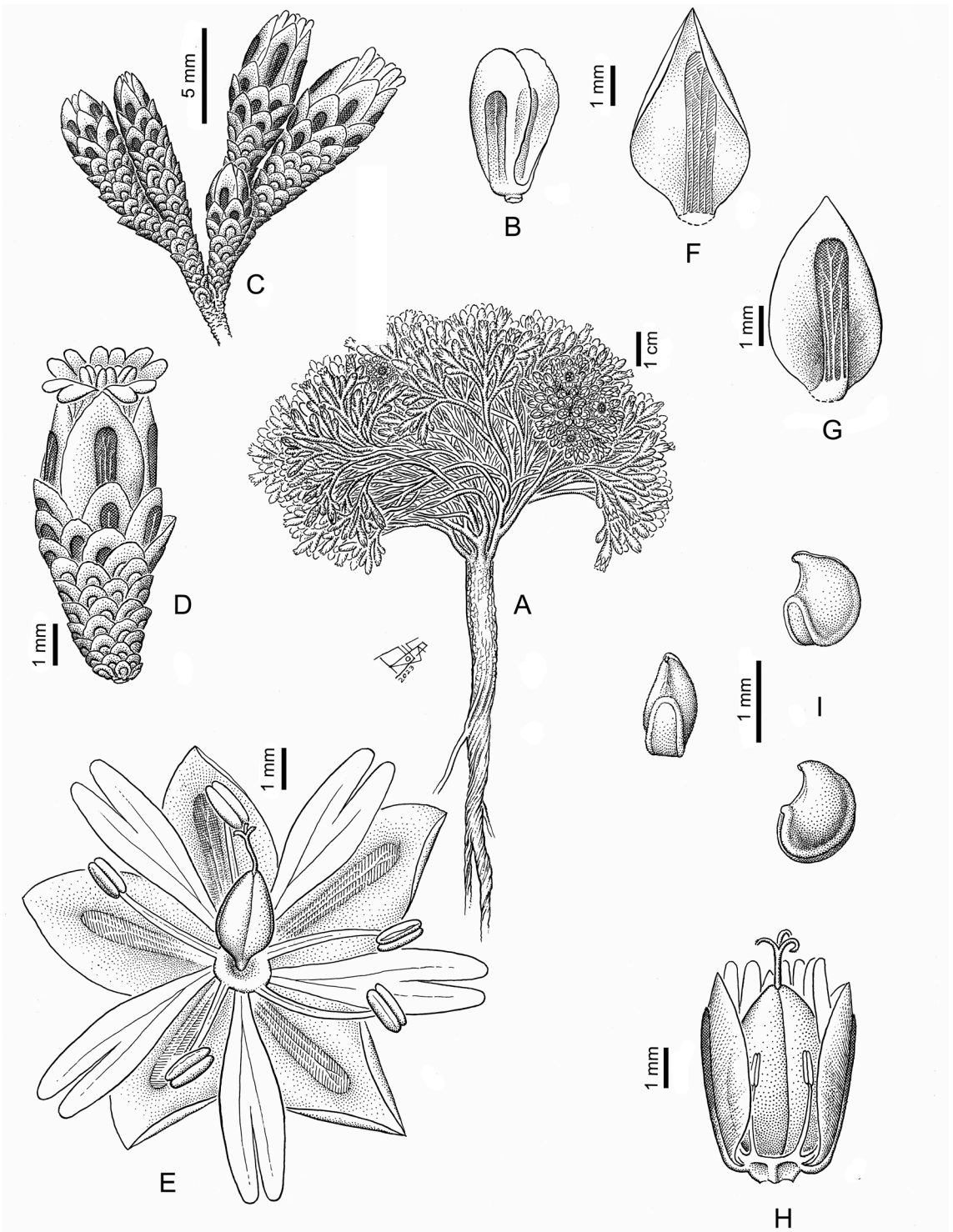


Fig. 1. *Pycnophyllum macropetalum*. **A**, planta. **B**, Hojas opuestas. **C**, porción de ramas distales. **D**, porción de rama con flor. **E**, detalle de la flor estaminada, vista apical. **F**, sépalo, vista ventral. **G**, sépalo, vista dorsal. **H**, fruto. **I**, semillas.



Fig. 2. *Pycnophyllum macropetalum*. **A**, ambiente. **B**, planta en estado vegetativo. **C**, plantas en estado florífero. Fotos: J. M. Cellini.

Material examinado. ARGENTINA. **Jujuy.** Dpto Cochinoca: Paraje Incahuasi. Sobre la traza del gasoducto norandino, 22,971 S, 66,324 W, 4369 m s.m., 17-IV-2023, *Cellini et al.* 97 (SI); idem loc., 4375 m s.m., *Cellini et al.* 96 (SI). **Salta.** Quebrada del Gallo, 4700 m s.m., 12-II-1945, *Cabrera* 8657 (LP, material estéril). BOLIVIA. **Oruro.** Prov. Sajama: Berg nördl. Volcán Payachatos, 4800-4900 m s.m., 17-IX-2001, *Ruthsatz* 10542 (LPB); Chachacomani, Acotango, 5100 m s.m.,

23-IX-2001, *Ruthsatz* 10547 (LPB). **Potosí.** Prov. Nor Lipez: Cerro Tapaquillcha, 4600 m s.m., 11-IV-1980, *Libermann* 164 p.p. (LPB); idem loc., 4600 m s.m., 12-IV-1980, *Libermann* 175 (LPB); idem loc., 5100 m s.m., 2-X-2001, *Ruthsatz* 10574 (LPB). Prov. Sud Lipez, Laguna Verde, 21 km hacia Laguna Colorada, 4550 m s.m., 28-IV-2000, *Beck* 27508 (LPB); 1 km al W de Salar de Chelvuri, 4500 m s.m., 7-V-1999, *Mazi* 385 (LPB). CHILE. **Región de Antofagasta.** Entre San Pedro

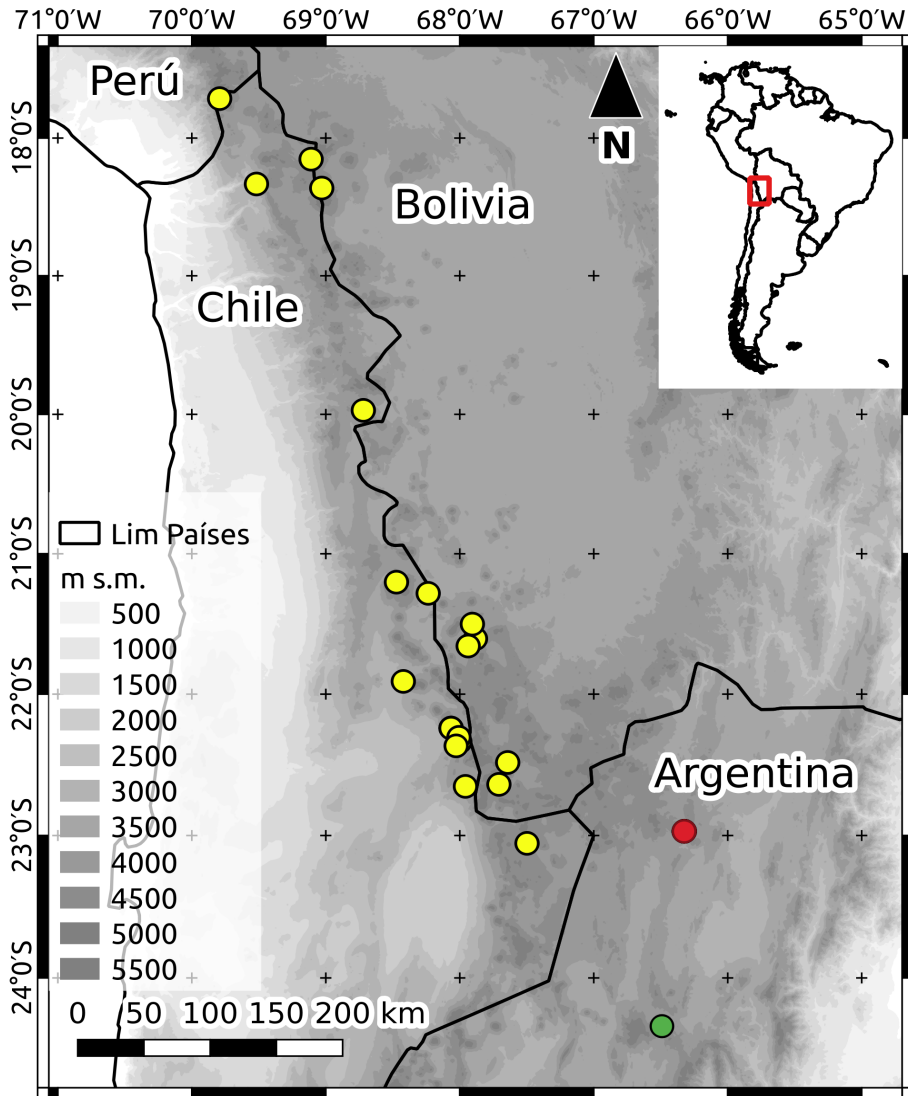


Fig. 3. Mapa de distribución de *Pycnophyllum macropetalum*. Círculo rojo: ejemplares de Jujuy (Argentina) [Cellini *et al.* 97 (SI); Cellini *et al.* 96 (SI)]. Círculo verde: ejemplar de Salta (Argentina) [Cabrera 8657 (LP)]. Círculos amarillos: ejemplares de Chile y Bolivia examinados en este trabajo.

de Atacama et les geysers du Tatio, cruce Camp. Saciél, km 41, 4180 m s.m., 11-XII-1993, *Charpin et al.* 23539 (G); El Tatio, 4350 m s.m., XI-1976, *Loyola 11013* (H); borde Camino Internacional Paso Jama, 4550 m s.m., 19-XII-1996, *Moreira 322* (SGO); camino de la Estación San Pedro a Cinzar, ca. 4500 m s.m., 5-I-1957, *Navas s.n.* (SGO); El Loa, Volcán Ollague, Azufrera Santa Rosa, 4000 m s.m., 16-I-1943, *Pisano & Venturelli 1712* (SGO); road between Toconce and El Tatio, 4190 m s.m., 10-II-2000, *Timaná et al.* 3836, 3837, 3838, (TEX, USM); 4 km from geiser of

El Tatio, 4300 m s.m., 10-II-2000, *Timaná et al.* 3841 (TEX); near Campamenta Aucanquilcha, 5500 m s.m., 9-XII-1989, *Wickens 10/89* (K); valle de geiser El Tatio en la estepa montanosa, 4100 m s.m., 9-VI-1968, *Zalensky XVII-936* (SGO). **Región de Arica y Parinacota.** Prov. Parinacota. Aguas Calientes, Volcán Tacora, 5200 m s.m., 19-IX-1955, *Ricardi 3407* (G, OS); road to Portozuelo de Chapiquina, 4240 m s.m., 15-II-2000, *Timaná et al.* 3843 (TEX). **Región de Tarapacá.** Camino de Huará a Cancosa, km 137, 4600 m s.m., 18-II-1964, *Marticorena et al.* 377 (OS).



Fig. 4. Ejemplar estéril de *Pycnophyllum macropetalum*, [Cabrera 8657 (LP)].

Hábitat y comentarios ambientales. En la Argentina esta especie se coleccionó sobre el faldeo noroeste del volcán Moraya-Coranzuli, en las cercanías del arroyo Incahuasi con exposición oeste (Jujuy, Dpto. Cochinoca. Paraje Incahuasi). Los

ambientes donde crece la especie se caracterizan por presentar una elevada pendiente (20° a 30°), y suelos arenosos, con baja presencia de arbustos (700 ind. ha⁻¹) de la familia Asteraceae como *Baccharis tola* Phil., *Parastrephia lepidophylla*

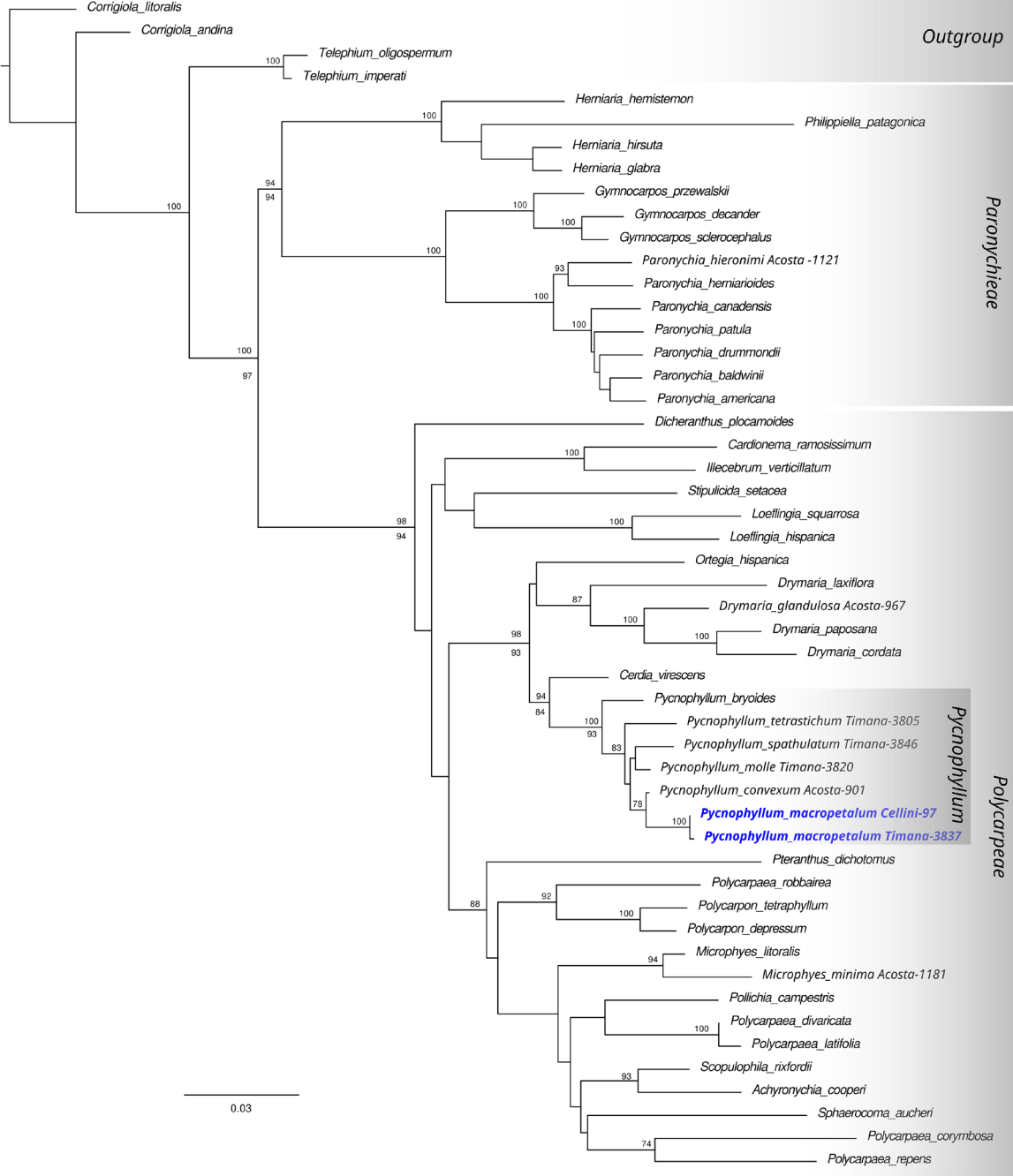


Fig. 5. Ubicación filogenética de *Pycnophyllum macropetalum*. Árbol de Máxima Verosimilitud (MV) obtenido mediante el análisis de la matriz concatenada del marcador nuclear ITS y de los marcadores cloroplastiales *matK*, *rbcL* y *atpB*. Valores de soportes bootstrap superiores a 80 son mostrados sobre las ramas del árbol (MV) y bajo las ramas del árbol (MP). Los ejemplares del género *Pycnophyllum* secuenciados para este análisis se encuentran identificados con colector y número.

(Wedd.) Cabrera, *Parastrephia lucida* (Meyen) Cabrera, *Parastrephia quadrangularis* (Meyen) Cabrera y *Senecio nutans* Sch. Bip. Las gramíneas que acompañan a *P. macropetalum* presentaron una mayor densidad de individuos: *Nassella pubiflora* (Trin. & Rupr.) E. Desv. con 64000 ind. ha⁻¹; y *Festuca orthophylla* Pilg. con 25000 ind. ha⁻¹, y, además, creciendo entre esta gramínea, se encontraron ejemplares en menor proporción de *Hypochaeris meyeniana* (Walp.) Benth. & Hook. f. ex Griseb. y *Plantago monticola* Decne. Las plantas en cojín que se encontraron acompañando a *P. macropetalum* presentaron una densidad de 700 ind. ha⁻¹, y fueron *Mniodes schultzei* (Wedd.) S.E. Freire, Chemisquy, Anderb. & Urtubey, *Pycnophyllum bryoides* (Phil.) Rohrb. y *Werneria aretioides* Wedd.

Pycnophyllum macropetalum presentó una mayor densidad de individuos en ambientes impactados por la pista del gasoducto Norandino, observándose una densidad de 2195 ind. ha⁻¹ con individuos de 0,5-1 cm de alto y con diámetros de entre 1-10 cm. Debido a que el gasoducto fue instalado en el año 2000, se presume que el crecimiento de estos ejemplares podría llegar a ser de 0,5 cm de diámetro por año. El sustrato más abundante en la pista del gasoducto es la greda con un 64% de cobertura [i.e. rocas sueltas de diversos tamaños depositadas en superficie o semifijas al suelo; su grano siempre es mayor que el de la fracción de arena (López et al., 2021)], y 22% de suelo desnudo (i.e. suelo abierto mineral o superficies terrosas o arenosas que no están cubiertas por vegetación); en comparación con los porcentajes obtenidos fuera del área impactada: greda (30%) y suelo desnudo (30%), lo que implica una preferencia de *P. macropetalum* por los suelos sueltos y recientemente impactados.

Observaciones. *Pycnophyllum macropetalum* exhibe características únicas que lo hacen fácilmente reconocible: no solo tiene los pétalos de mayor longitud del género, sino que es la única especie que presenta los sépalos coloreados desde castaño claro hasta violáceo intenso, particularmente hacia la región apical de los mismos (Timaná, 2005). En los ejemplares argentinos, esta última característica no se observa; sin embargo, se visualiza un reborde apical violáceo en el callo, no solo de los sépalos, sino también de las brácteas y las láminas foliares de las ramas primarias. Otras de las características es que las plantas forman cojines simétricos, con sólo un tallo leñoso y robusto, con ramas primarias claviformes que se adelgazan y se vuelven filiformes hacia las ramas secundarias y proximales hasta unirse en espiral al tallo principal (Timaná, 2005). Por otro lado, los sépalos presentan en la base una giba coriácea de

color cremoso, y los frutos, al contrario de lo que ocurre con otras especies del género, presentan una cápsula 3-valvar que porta seis semillas.

Pycnophyllum macropetalum fue citada para la Argentina por Cabrera (1957) sobre la base del ejemplar Cabrera 8657 (LP). Recientemente, esta especie fue excluida de la Flora Argentina y redeterminada como *P. molle* por Zanotti (2022) por encontrarse, este ejemplar, sin flores ni frutos (Fig. 4). Vegetativamente *P. macropetalum* y *P. molle* pertenecen a la secc. *Pycnophyllum* por presentar las láminas foliares con un callo central desarrollado y fotosintético; sin embargo, las ramas primarias claviformes de *P. macropetalum* son características y únicas en el género, lo cual permitió corroborar la identificación de *P. macropetalum* al ejemplar estéril coleccionado por Cabrera en Salta en el año 1945.

Análisis filogenéticos

La matriz molecular final alineada contuvo un total de 51 UTO y los cuatro marcadores concatenados, un largo total de 5411 pares de bases (*atpB*= 1-1497; *matK*= 1498-3051; *rbcL*= 3052-4544; ITS= 4545-5411). La proporción de datos informativos fue de 17%, y un 38% fue la proporción de datos faltantes. Las matrices de cloroplasto fueron concatenadas en una sola matriz de datos. Los resultados arrojados por la matriz concatenada muestran topologías de los árboles de MP y MV consistentes en gran medida, mostrando incongruencia sólo en la resolución de ramas no soportadas (< 80), por lo que aquí solo se muestra la topología de MV con los valores de soporte incluidos (figura 5).

Este trabajo incluye en la filogenia seis especies del género *Pycnophyllum*, tres de las cuales no habían sido estudiadas a nivel filogenético hasta el momento (*P. convexum* Griseb., *P. macropetalum*, *P. tetrastichum* J.Rémy). Como se puede observar en la figura 5, el género se recupera como un grupo monofilético con alto soporte tanto en MV (BS=100) como en MP (BS=93). Estos resultados concuerdan con el estudio molecular realizado por Greenberg & Donoghue (2011), en el cual el género se comporta como monofilético, pero en el mismo sólo se incluyeron tres de las especies del género. Además, es importante destacar que los dos ejemplares (uno de Chile y uno de Argentina) de *Pycnophyllum macropetalum* incorporados en el análisis filogenético aquí realizado, se recuperan como un sólo subclado dentro del género *Pycnophyllum*, corroborando la identificación morfológica de los ejemplares recientemente coleccionados en Jujuy y reconfirmando la presencia de este taxón para la Argentina desde 1945.

Clave para diferenciar a las especies de *Pycnophyllum* presentes en la Flora Argentina

1. Lámina foliar con el margen notablemente expandido en una membrana translúcida y provista de un callo medio elíptico a espatulado que ocupa 1/2-3/4 de la longitud total de la lámina..... 2
1. Lámina foliar con el margen escarioso o levemente membranáceo, pero nunca expandida, con el callo medio ausente, o si presente, levemente desarrollado y ovado..... 3
- 2(1). Pétalos oblongos a obovados de ápice obtuso, truncado, emarginado a irregularmente dentado, hasta de 2 mm de largo; sépalos sin giba en la base; fruto utrículo; semillas 1-2..... *P. molle*
2. Pétalos espatulados, unguiculados, de ápice 2-fido hasta 1/3 de la longitud total del mismo, de 4-5 mm de largo; sépalos gibosos en la base; fruto cápsula 3-valvar; semillas 6..... *P. macropetalum*
- 3(1). Pétalos 5, de ápice 2-lobulado a 2-fido; lámina foliar con el callo ausente, o si presente, levemente desarrollado y ovado..... *P. bryoides*
3. Pétalos ausentes; lámina foliar con el callo ausente..... *P. convexum*

CONCLUSIONES

Tras el hallazgo de un material coleccionado recientemente en Jujuy e identificado como *Pycnophyllum macropetalum*, se confirma aquí la presencia de esta especie para la Argentina, luego de conocerse sólo un ejemplar estéril coleccionado para la Argentina en el año 1945. Por otro lado, los análisis filogenéticos aquí realizados corroboran la identificación morfológica de dicho material y, además, se confirma la monofilia del género duplicando aquí el muestreo de las especies con relación a anteriores resultados filogenéticos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a Francisco Rojas por la excelente ilustración de la especie. Además, se desea agradecer al staff del Herbario LP, por el escaneo del material de herbario perteneciente a *P. macropetalum*.

BIBLIOGRAFÍA

- Bena, M. J.; J. M. Acosta & L. Aagesen. 2017. Macroclimatic niche limits and the evolution of C4 photosynthesis in Gomphrenoideae (Amaranthaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society* 184(3): 283-297. DOI: <https://doi.org/10.1093/botlinnean/box031>.
- Bena, M. J.; T. Ortuño & J. M. Acosta. 2020. Disentangling the Taxonomic Variations within the High-Andean Complex *Gomphrena meyeniana* (Gomphrenoideae, Amaranthaceae). *Systematic Botany* 45(2): 294-305. DOI: <https://doi.org/10.1600/036364420X15862837791195>.
- Bittrich, V. 1993. Caryophyllaceae, en K. Kubitzki, J. Rohrer & V. Bittrich (eds.), *The Families and Genera of Vascular Plants* 2: 206-236. Berlin: Springer-Verlag. https://doi.org/10.1007/978-3-662-02899-5_21.
- Cabrera, A. L. 1957. La vegetación de la Puna Argentina. *Revista de Investigaciones Agrícolas* 11(4): 317-512.
- Doyle, J. & J. L. Doyle. 1987. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. *Phytochemical Bulletin* 19(1):11-15.
- Felsenstein, J. 1985. Phylogenies and the comparative method. *The American Naturalist* 125: 1-15. DOI: <https://doi.org/10.1086/284325>.
- Goloboff, P.; J. Farris & K. C. Nixon. 2008. TNT, a free program for phylogenetic analysis. *Cladistics* 24: 774-786. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1096-0031.2008.00217.x>.
- Grisebach, A. H. R. 1874. *Plantae Lorentzianae. Abhandlungen der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. Göttingen* 19: 49-279.
- Greenberg, A. K. & M. J. Donoghue. 2011. Molecular systematics and character evolution in Caryophyllaceae. *Taxon* 60: 1637-1652. DOI: <https://doi.org/10.1002/tax.606009>.
- Harbaugh, D. T.; M. Nepokroeff, R. K. Rabeler, J. McNeill, E. A. Zimmer, & W. L. Wagner. 2010. A new lineage-based tribal classification of the family Caryophyllaceae. *International Journal of Plant Sciences* 171(2): 185-198. DOI: <https://doi.org/10.1086/648993>.
- Hernández-Ledesma, P.; W. G. Berendsohn, T. Borsch, S. von Mering, H. Akhiani, S. Arias, L. Castañeda-Noa, U. Eggli, R. Eriksson, H. Flores-Olvera, S. Fuentes-Bazán, G. Kadereit, C. Klak, N. Korotkova, R. Nyffeler, G. Ocampo, H. Ochoterena, B. Oxelman, R. K. Rabeler, A. Sánchez, B. O. Schlumpberger & P. Uotila. 2015. A taxonomic backbone for the global synthesis of species diversity in the angiosperm order Caryophyllales. *Willdenowia* 45: 281-383. DOI: <https://doi.org/10.3372/wi.45.45301>

- López, V. L.; J. M. Cellini, & G. A. E. Cuyckens. 2021. Influencia del micrositio y el ambiente en la instalación de *Polylepis tarapacana* en los Altos Andes. *Neotropical Biodiversity* 7: 135-145. DOI: <https://doi.org/10.1080/23766808.2021.1902251>
- MacBride, J. F. 1937. Caryophyllaceae, en J. F. Macbride (ed.), Flora of Peru. *Publications of the Field Museum of Natural History, Botanical Series* 13(2): 578-639. DOI: <https://doi.org/10.5962/bhl.title.2322>
- Mattfeld, J. 1922. Revision der Gattung *Pycnophyllum* Remy. *Feddes Repertorium* 17: 167-179. DOI: <https://doi.org/10.1002/fedr.19220181003>
- Molinari, E. 2016. Further nomenclatural changes regarding Peruvian endemics. *Polish Botanical Journal* 61: 275-277. DOI: <https://doi.org/10.1515/pbj-2016-0021>
- Muschler, R. 1911. Caryophyllaceae andinae. *Botanische Jahrbucher* 45: 441-461.
- Pax, F. 1893. Über die Verbreitung der südamerikanischen Caryophyllaceae und die Arten der Republica Argentina. *Botanische Jahrbücher* 18: 1-35.
- POWO. 2023. Plants of the World Online. *Pycnophyllum* J. Remy. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:30010616-2> [Accessed June 2023].
- Ricardi, M. & C. Marticorena. 1961. Plantas interesantes o nuevas para Chile. *Gayana Botánica* 14: 3-29.
- Rohrbach, P. 1870. Beiträge zur Systematik der Caryophyllinen. I. Ueber die Gattung *Pycnophyllum*. *Linnaea* 36(6): 651-664.
- Stamatakis, A. 2014. RAxML version 8: a tool for phylogenetic analysis and post-analysis of large phylogenies. *Bioinformatics* 30: 1312-1313. DOI: <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btu033>.
- Stamatakis, A.; P. Hoover & J. Rougemont. 2008. A rapid bootstrap algorithm for the RAxML web servers. *Systematic Biology* 57(5): 758-771. DOI: <https://doi.org/10.1080/10635150802429642>.
- Timaná, M. E. 2005. Systematic Studies in *Pycnophyllum* and *Pycnophyllopsis* (Caryophyllaceae) of the High Andes. Tesis Doctoral. Austin, The University of Texas, School of Biological Sciences, pp. 299.
- Timaná, M. E. 2017. Nomenclatural notes on the Andean genera *Pycnophyllopsis* and *Pycnophyllum* (Caryophyllaceae). *Lundellia* 20(1): 4-24. DOI: <https://doi.org/10.25224/1097-993X-20.1.4>
- Zanotti, C. A. 2022. *Pycnophyllum*, en F. O. Zuloaga & C. A. Zanotti (eds.), Flora Vascular de la República Argentina 19(3): 145-149. Buenos Aires: Estudio Sigma S.R.L.

Apéndice. Taxones incluidos y números de acceso disponibles en Genbank (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>) de las secuencias correspondientes a los marcadores utilizados en el análisis filogenético (taxón, ITS, *matK*, *rbcl*, *atpB*, respectivamente). Secuencias nuevas generadas para el presente trabajo se encuentran en negrita y subrayadas, indicándose también el voucher de los ejemplares y entre paréntesis los acrónimos de los herbarios en los cuales se encuentran depositados.

Achyronychia cooperi, MF964174.1, MF963523.1, MF963090.1, ---; *Cardionema ramosissimum*, MF964012.1, MF963760.1, MF963141.1, ---; *Cordia virescens*, ---, MH037651.1, MH028837.1, ---; *Corrigiola andina*, JN589136.1, JN589253.1, ---, ---; *Corrigiola litoralis*, AJ310980.1, FN825767.1, FN868311.1, ---; *Dicheranthus plocamoides*, AJ310976.1, FJ404834.1, ---, ---; *Drymaria cordata*, FJ980408.1, MH551956.1, KJ773466.1, ---; ***Drymaria glandulosa* Acosta 967 (SI)**, OP243422, ---, OP244807, **PP341411**; *Drymaria laxiflora*, AY286528.1, ---, ---, ---; *Drymaria paposana*, OQ411887.1, OQ390449.1, OQ391479.1, ---; *Gymnocarpus decander*, KF815496.1, FJ404837.1, MT645209.1, ---; *Gymnocarpus przewalskii*, MH917979.1, Plastoma, Plastoma, Plastoma; *Gymnocarpus sclerocephalus*, AJ310968.1, OM039347.1, KX283024.1, ---; *Herniaria glabra*, AJ310965.1, MK926048.1, AF132091.1, ---; *Herniaria hemistemon*, AJ310966.1, MH211035.1, KX282796.1, ---; *Herniaria hirsuta*, JN589052.1, JN589270.1, KX282797.1, ---; *Illecebrum verticillatum*, AJ310977.1, AY514849.1, HM850071.1, ---; *Loeflingia hispanica*, KX282251.1, AY936288.1, KX282857.1, ---; *Loeflingia squarrosa*, MF964138.1, ---, MF963375.1, ---; *Microphytes litoralis*, ---, ---, KY047660.1, ---; ***Microphytes minima* Acosta 1181 (SI)**, OP243423, OP244805, OP244808, **PP341410**; *Ortega hispanica*, ---, AY936286.1, ---, ---; *Paronychia americana*, MG584233.1, MG584398.1, KJ773717.1, ---; *Paronychia baldwinii*, MG584242.1, MG584406.1, KJ773718.1, ---; *Paronychia canadensis*, MG584250.1, JN589279.1, DQ006082.1, ---; *Paronychia drummondii*, MG584257.1, MG584410.1, ---, ---; *Paronychia herniarioides*, MG584268.1, MG584416.1, KJ773719.1, ---; ***Paronychia hieronimii* Acosta 1121 (SI)**, OP243424, ---, ---, **PP341412**; *Paronychia patula*, MG584279.1, MG584428.1, KY626799.1, ---; *Philippiella patagonica*, AJ310978.1, ---, ---, ---; *Pollichia campestris*, KR734156.1, ---, KR736875.1, ---; *Polycarpaea corymbosa*, MG730076.1, ---, ---, ---; *Polycarpaea divaricata*, ---, KJ747794.1, KJ595753.1, ---; *Polycarpaea latifolia*, KJ747796.1, KJ595755.1, ---; *Polycarpaea repens*, KJ004321.1, ---, KX282954.1, ---; *Polycarpaea robbairea*, KX282346.1, ---, KX282955.1, ---; *Polycarpon depressum*, MF964170.1, MF963781.1, MF963418.1, ---; *Polycarpon tetraphyllum*, MF963825.1, FJ404860.1, HM850271.1, ---; *Pteranthus dichotomus*, AY936250.1, ---, ---; *Pycnophyllum bryoides*, JN589108.1, JN589296.1, ---, ---; ***Pycnophyllum convexum* Acosta-901 (SI)**, ---, OP244806, ---, **PP341413**; ***Pycnophyllum macropetalum* Cellini 97 (SI)**, **PP354886**, **PP341415**, **PP341414**, **PP341409**; ***Pycnophyllum macropetalum* Timana 3837 (TEX, USM)**, **PP354887**, ---, ---; ***Pycnophyllum molle* Timana 3820 (TEX, MCNS)**, **PP354888**, FJ460219.1, ---, ---; ***Pycnophyllum spathulatum* Timana 3846 (TEX, USM)**, **PP354889**, FJ460220.1, ---, ---; ***Pycnophyllum tetrastichum* Timana 3805 (TEX, MCNS)**, **PP354890**, ---, ---, ---; *Scopulophila rixfordii*, MF963915.1, MF963714.1, MF963181.1, ---; *Sphaerocoma aucheri*, AJ310979.1, ---, ---, ---; *Stipulicida setacea*, ---, MH552028.1, KJ773933.1, ---; *Telephium imperati*, JN589092.1, FN825768.1, FN868312.1, ---; *Telephium oligospermum*, ---, AY042664.1, ---, ---;