



Caracterización morfo-anatómica de semillas y plántulas de *Passiflora caerulea*, *P. mooreana* y *P. morifolia* (Passifloraceae)

Morpho-anatomical characterization of seeds and seedlings of *Passiflora caerulea*, *P. mooreana* and *P. morifolia* (Passifloraceae)

Perez, Virginia M.* ; Melina Scandaliaris ; Claudia V. Arias ; Patricia Perissé 

Facultad de Ciencias Agropecuarias (FCA), Universidad Nacional de Córdoba (UNC). Ing. Agr. Félix Aldo Marrone n° 746, Ciudad Universitaria, (5000) Córdoba, Argentina.

* Autor correspondiente: <vperez@agro.unc.edu.ar>

RESUMEN

En Córdoba, Argentina, habitan nueve especies nativas de *Passiflora* de atractivo valor ornamental, frutos comestibles y uso medicinal. El objetivo de este trabajo fue caracterizar la morfo-anatomía de semillas y plántulas de *P. caerulea*, *P. mooreana* y *P. morifolia*. Fueron colectadas semillas de poblaciones naturales, y las plántulas fueron obtenidas mediante pruebas de germinación. Los análisis de las diferentes estructuras se realizaron mediante técnicas convencionales de microscopía estereoscópica, óptica y electrónica de barrido. Las tres especies presentaron semillas completamente rodeadas por un arilo de origen funicular que crece en dirección al extremo calazal, y se diferenciaron por su forma y color. La cubierta seminal se caracterizó por el patrón de ornamentación retículo-foveado, e incluye tres capas tanto en la testa como en el tegmen; exo y mesotesta formadas por células parenquimáticas, y endotesta lignificada en su cara interna. El exotegmen posee macrosclereidas en un patrón sinuoso; meso y endotegmen, células radialmente aplanadas. Las especies analizadas presentaron un embrión espatulado en posición axial, y un endosperma conspicuo ruminado. La germinación es epigea, fanerocotilar y las plántulas presentaron características anatómicas similares; diferenciándose en la morfología de sus nomofilos, nectarios extraflorales, estípulas, ubicación de estomas y presencia de tricomas. Las características morfo-anatómicas descriptas permiten diferenciar a las tres especies

► Ref. bibliográfica: Perez, V. M.; Scandaliaris, M.; Arias, C. V.; Perissé, P. 2022. Caracterización morfo-anatómica de semillas y plántulas de *Passiflora caerulea*, *P. mooreana* y *P. morifolia* (Passifloraceae). *Lilloa* 59 (2): 247-267. doi: <https://doi.org/10.30550/j.lil/2022.59.2/2022.10.31>

► Recibido: 28 de agosto 2022 – Aceptado: 31 de octubre 2022 – Publicado en línea: 15 de noviembre 2022.

► URL de la revista: <http://lilloa.lillo.org.ar>



► Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución – No Comercial – Sin Obra Derivada 4.0 Internacional.

en estado de semilla y plántula, y aportan información para completar una detallada caracterización de *Passiflora*.

Palabras clave — Arilo; episperma; germinación; nomofilos; Passifloraceae.

ABSTRACT

Nine native species of *Passiflora* with attractive ornamental value, edible fruits and medicinal use grow in Córdoba, Argentina. The aim of this work was to characterize the seed and seedling morpho-anatomy of *P. caerulea*, *P. mooreana* and *P. morifolia*. Seeds were collected from natural plant populations and seedlings were obtained from germination tests. The analysis of the different structures was performed by conventional stereoscopic, optical and scanning electron microscopy techniques. The three species presented the seeds completely surrounded by a funicular aril that grows towards the chalaza and that differed by their shape and color. The seed coat was characterized by the reticulate-foveate pattern and includes three layers in both the testa and tegmen. The exotesta and mesotesta are formed by parenchymatous cells and the endotesta with lignified internal face cells. The exotegmen has macro-sclereids in a sinuous pattern; mesotegmen and endotegmen have radially flattened cells. The analyzed species presented spatulate embryo in axial position immersed in a conspicuous ruminated endosperm. The germination of the three species is epigeal, phanerocotylar and the seedlings showed similar anatomical features; in contrast, the morphology of their nomophylls, extrafloral nectaries, stipules, stoma-ta placement and the presence of trichomes varies considerably from each species. The described morpho-anatomical characteristics allow differentiating seeds and seedlings among the studied species, and provide important differential features to complete the characterization of *Passiflora*.

Keywords — Aril; episperm; germination; nomophiles; Passifloraceae.

INTRODUCCIÓN

Las especies consideradas ornamentales presentan ciertos atributos estéticos visuales (Torres *et al.*, 2008) como los que exhiben las especies de *Passiflora* L. (Passifloraceae): lianas con abundantes hojas y de atractiva floración (Deginani, 2001). *Passiflora caerulea* L., *P. mooreana* Hook. f. (subgénero *Passiflora* L.) y *P. morifolia* Mast. (subgénero *Decaloba* (DC.) Rchb.) son originarias de América del Sur, y pueden encontrarse en el centro y norte de Argentina (Deginani, 2001; Sérsic *et al.*, 2006, 2015); asimismo, son las más frecuentes de las nueve especies de *Passiflora* nativas citadas para la provincia de Córdoba. Además de su uso ornamental para la formación de cercos, glorietas y para brindar sombra, se destaca su uso medicinal. Los frutos son diuréticos, antiescorbúticos y anti-ictéricos. Las infusiones de flores, hojas y zarcillos se utilizan para regular el sistema nervioso central. El producto del cocimiento de sus hojas se usa como vermífugo y la infusión de la raíz se usa para controlar pulmo-

nías (Lahitte *et al.*, 1998; Sérsic *et al.*, 2006; Barboza *et al.*, 2006; Karlin *et al.*, 2017). Sus frutos suelen ser consumidos por humanos y aves, y también aprovechados por hormigas (Deginani, 2001).

Es ampliamente reconocido que las características morfológicas de las semillas y de las plántulas, así como los estudios sobre la germinación, son esenciales para el conocimiento biológico de las fases iniciales del desarrollo de especies, la identificación en estadios juveniles, la evaluación de la propagación, los mecanismos de dispersión y el establecimiento de plántulas; sin embargo, en lianas son escasos. Esta información es útil para la evaluación de los bancos de semillas y para aplicar en programas de conservación o manejo y control de especies nativas en áreas disturbadas (Melo *et al.*, 2004; Matheus y Lopes, 2007; López Vargas y Macías Pinto, 2017). Por otro lado, para el desarrollo de estrategias de domesticación de especies nativas es necesario el conocimiento de los aspectos relacionados con la propagación, el poder germinativo de las semillas, los tipos y morfo-anatomía de las plántulas y la capacidad de multiplicación vegetativa (Morais *et al.*, 2017).

Diversos autores realizaron descripciones morfológicas y anatómicas de semillas de Passifloraceae, especialmente en representantes de *Passiflora* (Dathan y Singh, 1973; Corner, 1976; Werker, 1997; Deginani, 2001; Pérez-Cortéz *et al.*, 2005, 2009; Cárdenas-Hernández *et al.*, 2011; Milani, 2014; Gurski, 2015). Se ha informado acerca del valor de las características seminales como herramienta taxonómica para las Passifloraceae (Pérez-Cortéz *et al.*, 2005, 2009; Milani, 2014; Gurski, 2015).

En el género *Passiflora* se han efectuado estudios morfo-anatómicos vegetativos refiriéndose principalmente al estado adulto de las especies *P. clathrata* Mast., *P. racemosa* Brot. (Metcalf y Chalk, 1979), *P. actinia* Hook. (Kurtz *et al.*, 2003), *P. guazumifolia* Juss., *P. tiliifolia* L. (García *et al.*, 2008), *P. alata* Curtis, *P. edulis* Sims (Pereira Sühsner *et al.*, 2009; Zerpa Zerpa y Otahola Gómez, 2014), *P. ligularis* Juss., *P. quadrangularis* L. (Zerpa Zerpa y Otahola Gómez, 2014), *P. misera* Kunth (Pereira Sühsner, 2015), *Passiflora* spp. (Wosch *et al.*, 2015), *P. caerulea* (Pereira Sühsner *et al.*, 2016), especies del subgénero *Decaloba* (de Farias *et al.*, 2016), *P. cincinnata* Mast. y *P. tricuspis* Mast. (Vargas-Silva *et al.*, 2018). Estos trabajos destacan la importancia de la descripción anatómica, presencia de tricomas y de nectarios extraflorales en *Passiflora* para la delimitación taxonómica de las especies.

Respecto a *P. caerulea*, *P. mooreana* y *P. morifolia*, los estudios realizados muestran resultados parciales en cuanto a semillas y plantas adultas. Los estudios morfo-anatómicos de plántulas son escasos o nulos en los antecedentes mencionados. Por ello, el objetivo de este trabajo es caracterizar la morfo-anatomía de las semillas y plántulas de *P. caerulea*, *P. mooreana* y *P. morifolia*, en el marco de un estudio integral acerca de las diferentes formas de propagación y la caracterización morfo-histoquímica de especies de *Passiflora* nativas de Córdoba, Argentina.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal

Fueron recolectados ejemplares en estado reproductivo en poblaciones naturales de la provincia de Córdoba, Argentina. Los frutos, fueron separados en distintos estados de maduración para la obtención de las semillas. Además, se documentó la recolección con los ejemplares de herbario correspondientes, que fueron catalogados y depositados en la colección CS (Colección de Semillas) del Herbario ACOR de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Córdoba.

Passiflora caerulea L. ARGENTINA. Prov. Córdoba, Dpto. Capital, 31°22'14,44"S 64°12'10,3"W, 437 m snm, 17-XII-2017, *Perez 2190* (CS ACOR); 31°22'50,3"S 64°11'34,79"W, 430 m snm, 27-XII-2017, *Perez 2191* (CS ACOR).

Passiflora mooreana Hook. f. ARGENTINA. Prov. Córdoba, Depto. Colón, 31°2'49,51"S 64°45'17,37"W, 264 m snm, 05-I-2018, *Perez 2193* (CS ACOR).

Passiflora morifolia Mast. ARGENTINA. Prov. Córdoba, Depto. Colón, 31°3'9,5"S 64°17'24,65"W, 752 m snm, 31-III-2018, *Perez 2234* (CS ACOR); 31°3'9,6"S 64°17'24,5"W, 747 m snm, 31-III-2018, *Perez 2235* (CS ACOR); Depto. Capital, 31°23'09,8"S 64°14'58,1"W, 435 m snm, 19-III-2019, *Perez 2256* (CS ACOR); Depto. Santa María, 31°28'03,7"S 64°00'28,4"W, 378 m snm, 22-III-2019, *Scandalialis 2257* (CS ACOR).

Acondicionamiento de las semillas

Los frutos en diferentes estados de maduración (inmaduros, de tamaño final y verdes, y maduros) fueron trillados manualmente. Para cada estado y especie, fue separada una muestra de semillas con arilo, la cual fue conservada en alcohol 70 %. Por otro lado, fue tomada de cada especie otra muestra de semillas maduras a las que se le retiró el arilo, lavándolas bajo agua corriente (Santos *et al.*, 2016). Una parte de estas semillas fue conservada en alcohol 70 %, otra parte fue almacenada en bolsas de papel a temperatura ambiente hasta el momento de su utilización, para los diferentes estudios. Finalmente, una última fracción del conjunto de semillas maduras sin arilo de cada especie fue depositada en la Colección Semillas del Herbario ACOR, con el número del ejemplar de herbario correspondiente.

Obtención de las plántulas

Los ensayos de germinación fueron realizados en cámara con alternancia de temperatura 20-30 °C, con un fotoperíodo 8/16 h (luz/oscuridad) (Zucareli *et al.*, 2009). De cada especie, 100 semillas sin arilo, provenientes de frutos completamente maduros se repartieron en 4 repeticiones, y se pusieron a germinar sobre papel humedecido con agua destilada, dentro de cajas plásticas cerradas, de acuerdo a lo sugerido para *P. edulis* (Reglas para Análise de Sementes [RAS], 2009) y especies de semillas con arilo (Reglas Internacionales para el Análisis de las Semillas [ISTA], 2018).

A los 35 días desde la siembra, las plántulas fueron extraídas de las cajas y se las cultivó en macetas plásticas de 170 cm³ (Salomão *et al.*, 2002) con sustrato compuesto por vermiculita (Roncatto *et al.*, 2008). Las macetas fueron ubicadas en una cámara de germinación con las condiciones antes descriptas, y fueron regadas con una frecuencia de 2 días, manteniendo la capacidad de campo del sustrato (Meza *et al.*, 2007). Las plántulas permanecieron en dichas condiciones hasta la obtención de los nomofilos, luego de 45 días de cultivo.

Caracterización morfo-anatómica de las semillas

Se realizaron observaciones de material fresco y conservado mediante microscopía estereoscópica (ME). A partir de una muestra de 20 semillas en diferentes estados de maduración de cada especie, se analizaron los siguientes caracteres: forma, dimensiones, coloración, ornamentación de la cubierta seminal, características del embrión y del arilo que rodea a las semillas, según Lovey *et al.* (2010), Cárdenas Hernández *et al.* (2011) y Scandaliaris *et al.* (2013). La longitud y el ancho se midieron con un calibre digital. Se tomaron como referencia los patrones morfológicos descriptos por Stearn (1983) y la coloración se determinó con la carta de colores de Munsell (2000).

La anatomía de la semilla se analizó en semillas con y sin arilo, provenientes de frutos maduros a través de la observación con microscopio óptico (MO) de preparados temporarios cortados a mano libre, montados en glicerina al 50 % y preparados permanentes. Éstos últimos fueron realizados según la metodología convencional de inclusión en parafina y cortes de 10 a 12 μm con micrótopo rotativo Reichert, montados en bálsamo de Canadá sintético (Johansen, 1940; González y Cristóbal, 1997). Tanto los preparados temporarios como los permanentes fueron coloreados con safranina y azul astral (Johansen, 1940). Para el análisis micrométrico se consideró el espesor de la cubierta seminal, el número de capas y sus características celulares, siguiendo los patrones de descripción de semillas de Pérez-Cortéz *et al.*, 2002, 2005; Lovey *et al.*, 2010; Cárdenas-Hernández *et al.*, 2011; Scandaliaris *et al.*, 2013.

Por otro lado, mediante microscopía electrónica de barrido (MEB) fueron realizados estudios de la micromorfología de la semilla, tales como vista interna de la cubierta seminal y capas de los tegumentos en corte transversal y longitudinal. Las muestras consistieron en fracciones de semillas limpias, secas y sin arilo cortadas a mano libre y montadas sobre discos con cinta doble faz y metalizadas con 20-25 nm de oro. Se utilizó el microscopio FE-SEM Sigma del Laboratorio de Microscopía Electrónica y Análisis de Rayos X (LAMARX), del Centro Científico Tecnológico de Córdoba y FAMAf de la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Caracterización morfo-anatómica de las plántulas

La tipificación de la germinación y de la plántula fue realizada de acuerdo a los tipos morfológicos propuestos por Duke (1969) y De Vogel (1980). La descripción exomorfológica fue analizada de acuerdo a Scandaliaris *et al.* (2013) y Lemos *et al.* (2017), acordando con las formas descriptas por Stearn (1983).

Para la descripción anatómica de las plántulas fueron realizados preparados temporarios y permanentes, siguiendo la metodología mencionada en la caracterización de las semillas (Johansen, 1940 y González y Cristóbal, 1997). Fueron considerados la disposición y características histológicas de los distintos órganos de la plántula. Para la observación de cristales presentes en las muestras, fue utilizado MO con luz polarizada. Finalmente, mediante la técnica de *peeling* (Zarlavsky et al., 2014) fueron efectuados estudios de la superficie epidérmica de las hojas de las plántulas.

RESULTADOS

Caracterización morfo-anatómica de las semillas

Las semillas de las tres especies están rodeadas por un arilo carnoso que inicia su desarrollo en pre-antesis como un engrosamiento en el ápice del funículo (Fig. 1A). Luego de la fecundación, adopta la forma de collar rodeando al funículo y la región micropilar (Fig. 1B, C). El arilo acompaña el desarrollo de la semilla, crece en forma de copa en dirección al extremo calazal (Fig. 1D). En estadios más maduros del fruto, el arilo, débilmente coloreado, recubre totalmente a la semilla en desarrollo (Fig. 1E), pero permanece abierto en el ápice (Fig. 1F). Cuando la semilla alcanza la madurez, el arilo, en apariencia cerrado por el ápice connivente, adquiere su coloración final. Las especies se diferenciaron en la coloración del arilo: rojizo en *Passiflora caerulea* (Fig. 1G, H) y *P. mooreana* (Fig. 1I, J) y anaranjado para *P. morifolia* (Fig. 1K, L).

Las semillas sin arilo de las tres especies se caracterizaron por ser lateralmente comprimidas, de margen entero y superficie brillante. Se diferenciaron en su forma, color y dimensiones: oblanceoladas, marrón muy oscuro (2/2 10 YR), de 2,8-3 x 1,9-2,1 mm en *Passiflora caerulea* (Fig. 2A); elípticas, negro (2/1 10 YR), de 4-4,2 x 2-2,2 mm en *P. mooreana* (Fig. 2B); y oblongo-elípticas, de margen liso, marrón (4/2 7,5 YR), de 4-4,2 x 2,9-3,1 mm en *P. morifolia* (Fig. 2C). En cuanto a la ornamentación de la superficie seminal, en las tres especies se observó un patrón retículo-foveado (Fig. 2A-C). *Passiflora caerulea* (Fig. 2D) y *P. mooreana* (Fig. 2E) exhibieron foveas distribuidas uniformemente en toda la superficie de la semilla. Sin embargo, *P. morifolia* (Fig. 2C, F) presentó una fovea central, de forma variable de acuerdo al número de foveas que la rodean (5 a 8), dispuestas de manera radial. En el extremo calazal de las tres especies se destacó un único cuerno (Fig. 2G, H) y en el extremo opuesto, el micrópilo (Fig. 2I). La rafe es notoria en todas las semillas (Fig. 2A-C).

El análisis anatómico de la cubierta seminal mostró que el tegumento externo (testa) y el interno (tegmen) presentaron tres capas cada uno. La primera capa (exotesta) exhibió grandes células parenquimáticas de paredes delgadas con un espesor de 100-125 μm (Fig. 3A, B). La segunda capa (mesotesta) estaba formada por células parenquimáticas, más pequeñas que la anterior, de 40-70 μm de espesor, (Fig. 3A-C). La continuidad de exo y mesotesta puede verse interrumpida en los preparados anatómicos. Su ausencia, observada en algunas partes de la superficie, se corresponde a su desprendimiento junto con el arilo (Fig 3C). La tercera capa de la testa (endotesta), presentó células con engrosamientos en forma de U en su cara interna,

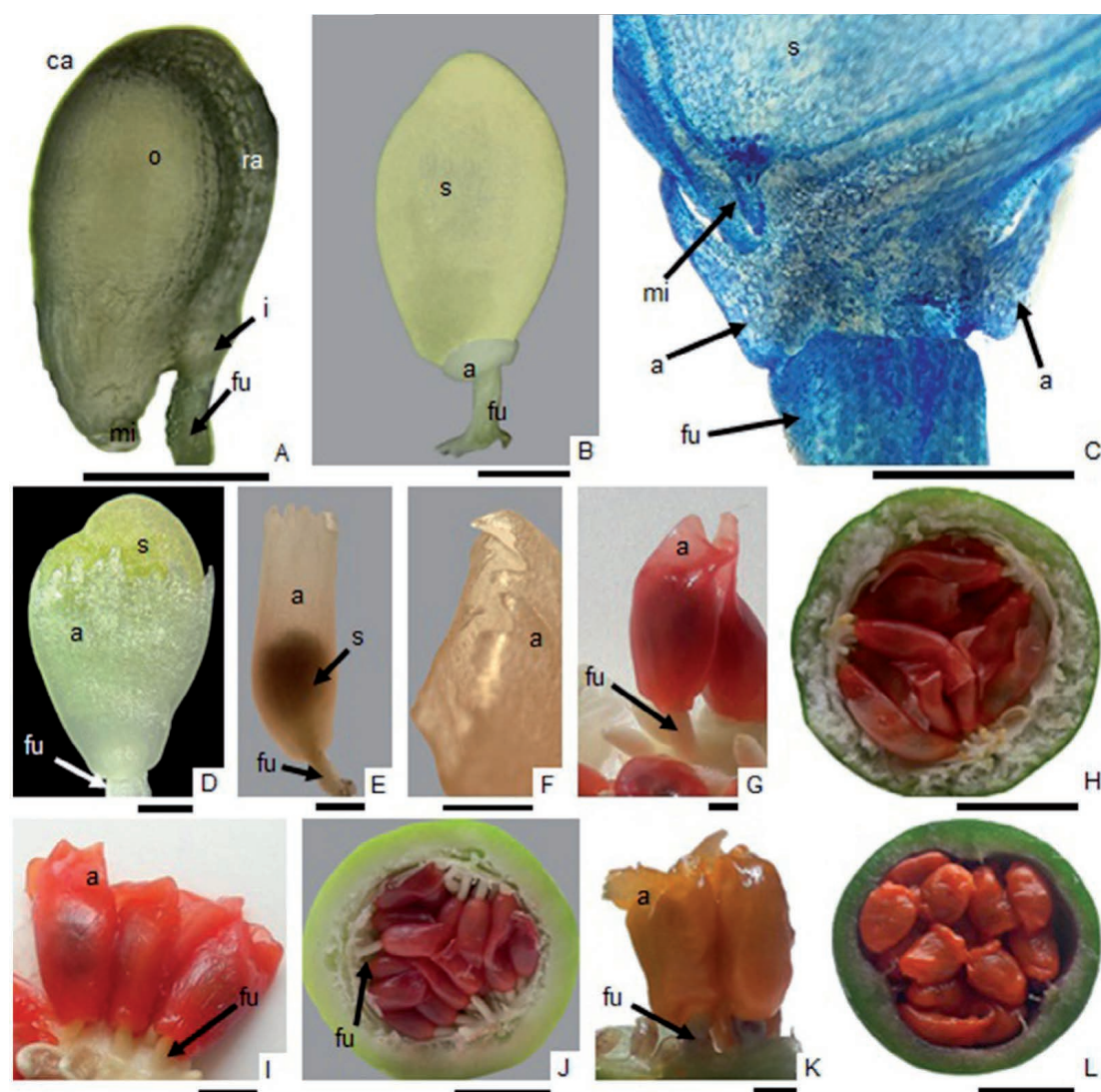


Fig. 1. Óvulo y semillas con arilo de *Passiflora*. A-H) *Passiflora caerulea*. A) Óvulo pre-antesis. B) Semilla. Arilo en forma de collar. C) CL de la semilla con arilo en estado de collar. D) Arilo en desarrollo. E) Arilo en su máxima longitud, cubriendo totalmente a la semilla. F) Detalle del ápice del arilo. G) Arilo coloreado. H) CT del fruto verde mostrando las semillas. I-J) *P. mooreana*. I) Arilo coloreado. J) CT del fruto verde mostrando las semillas. K-L) *P. morifolia*. Arilo coloreado. L) CT del fruto verde mostrando las semillas. Abreviaturas= a: arilo; ca: cálaza; CL: corte longitudinal; CT: corte transversal; fu: funículo; i: inserción del arilo; mi: micrópilo; o: óvulo; ra: rafe; s: semilla. Escala= A-G, I, K: 1mm. H, J, L: 1 cm. Perez CS 2190, CS 2193, CS 2256 (ACOR).

Fig. 1. Ovules and seeds with aril in *Passiflora* seeds. A-H) *Passiflora caerulea*. A) Pre-anthesis ovule. B) Seed. Aril at necklace stage. C) LS of aril at necklace stage. D) Aril in development. E) Aril in its maximum length, completely covering the seed. F) Aril apex detail. G) Colored aril. H) Green fruit CS showing the seeds. I-J) *P. mooreana*. I) Colored aril. J) Green fruit CS showing the seeds. K-L) *P. morifolia*. Colored aril. L) Green fruit CS showing the seeds. Abbreviations= a: aril; ca: chalaza; CS: cross section; fu: funiculus; i: aril insertion; LS: longitudinal section; mi: micropyle; o: ovule; ra: raphe; s: seed. Scale= A-G, I, K: 1mm. H, J, L: 1 cm. Perez CS 2190, CS 2193, CS 2256 (ACOR).

con un espesor de 50-175 μm (Fig. 3C-D). En aquellas zonas de mayor espesor de la endotesta, las células se observaron más alargadas radialmente (Fig. 3E).

En cuanto al tegmen, el exotegmen presentó una capa de macrosclereidas, con proyecciones hacia el endosperma, en un patrón de alargamiento radial sinuoso, con

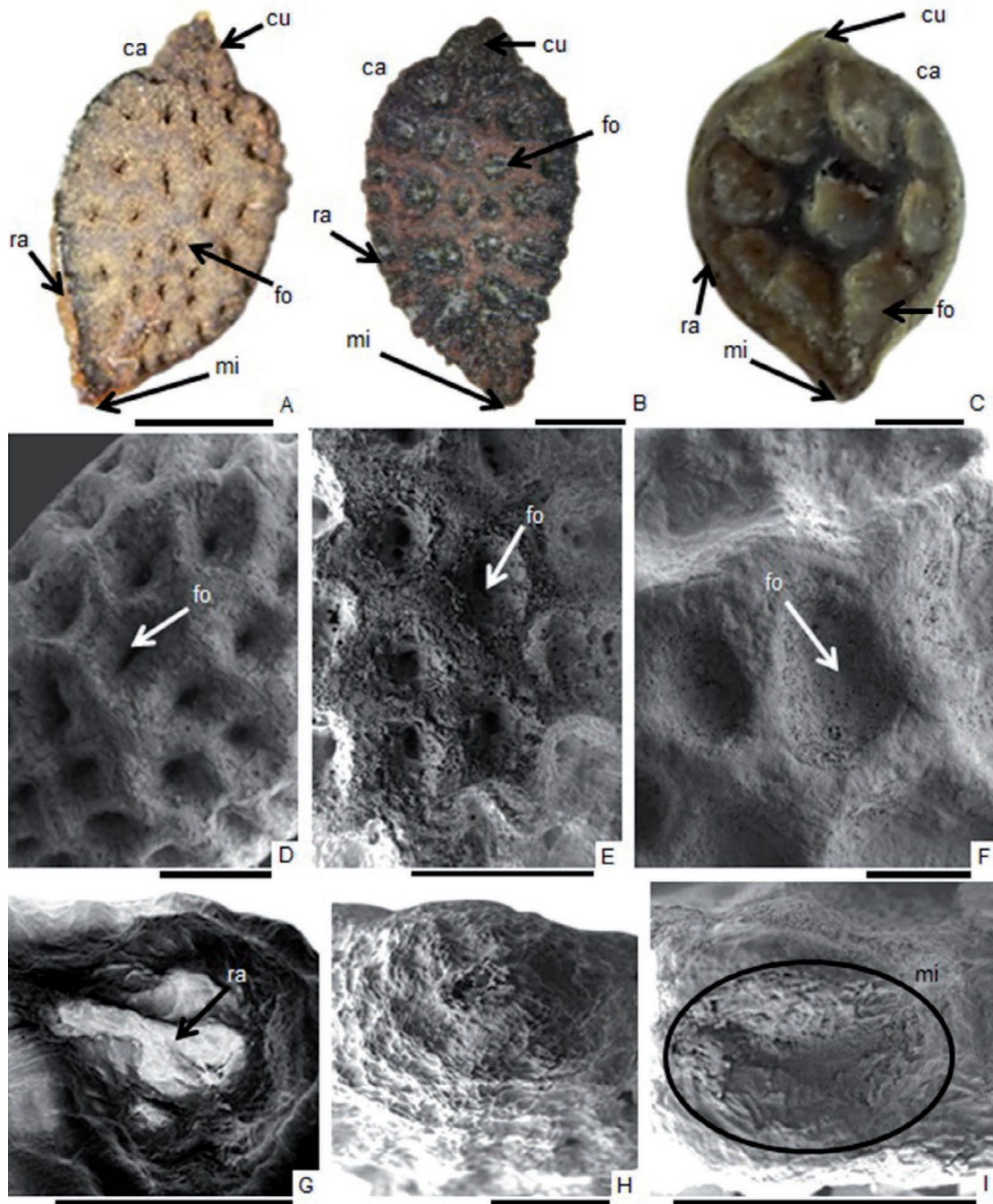


Fig. 2. Exomorfología de semillas. A, D, G) *Passiflora caerulea*. B, E, H) *P. mooreana*. C, F, I) *P. morifolia*. A-C) Vista externa de la semilla. D-F) Detalle de la superficie seminal. G) Detalle de la cálaza, indicando el final de la rafe. H) Detalle del cuerno. I) Detalle del micrópilo. Abreviaturas= ca: cálaza; cu: cuerno; fo: fóvea; mi: micrópilo; ra: rafe. Escalas= A-C: 1 mm. D-I: 500 μ m. Perez CS 2190, CS 2193, Scandaliaris CS 2257 (ACOR).

Fig. 2. Seeds Exomorphology. A, D, G) *Passiflora caerulea*. B, E, H) *P. mooreana*. C, F, I) *P. morifolia*. A-C) External view of the seed. D-F) Seminal surface detail. G) Chalaza detail, indicating the end of the raphe. H) Horn detail. I) Micropyle detail. Abbreviations= ca: chalaza; cu: horn; fo: fovea; mi: micropyle; ra: raphe. Scale= A-C: 1 mm. D-I: 500 μ m. Perez CS 2190, CS 2193, Scandaliaris CS 2257 (ACOR).

un espesor de 200-330 μm (Fig. 3B, C, E). el meso y endotegmen presentaron células pequeñas, aplanadas, comprimidas radialmente, de 10 μm de espesor. Estas células solo se pudieron individualizar en semillas inmaduras (Fig. 3F), no encontrándose en las semillas maduras. El patrón histológico de la cubierta seminal es homogéneo en cuanto a su composición pero existen variaciones en el espesor. El mayor espesor de las depresiones (fóveas) se observó donde la endotesta presentaba mayor alargamiento radial, manteniéndose constante el alargamiento de las células del exotegmen.

Desde el punto de vista anatómico, la rafe exhibió tejidos epidérmicos, fundamentales y vasculares. La epidermis uniestrata mostró células de paredes radiales alargadas y las tangenciales externas cubiertas por una delgada cutícula. En posición subepidérmica, se observaron tres capas de parénquima fundamental. El haz vascular único fue del tipo concéntrico anficribal (Fig. 4A). En las tres especies se observó la

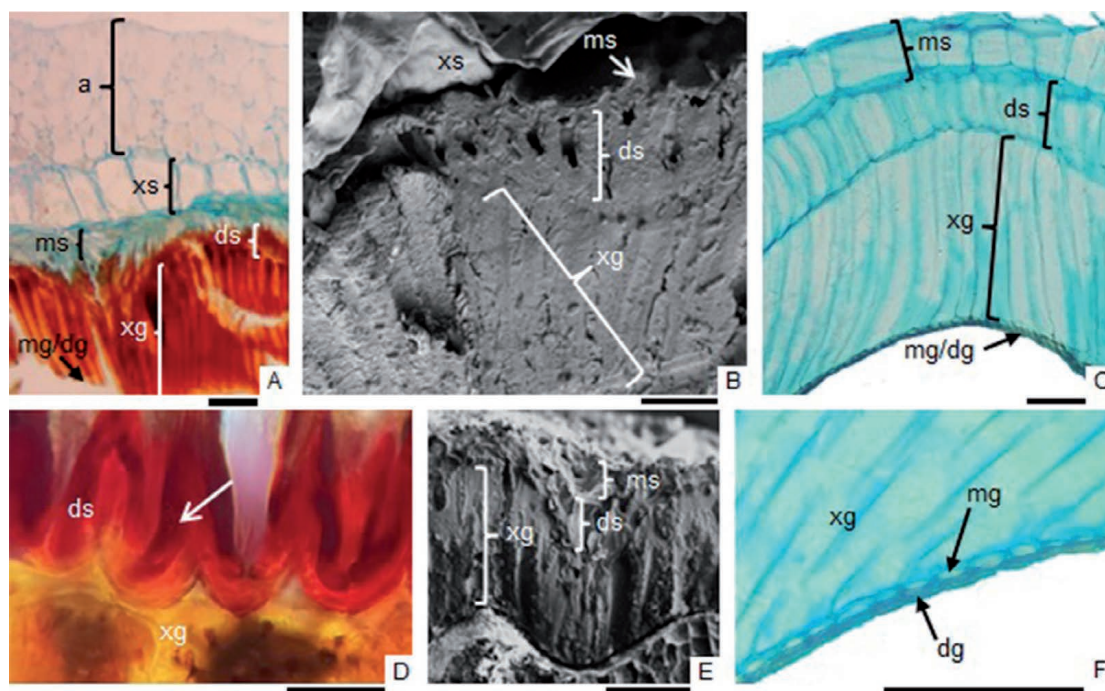


Fig. 3. Semillas de *Passiflora*, anatomía de la cubierta seminal. A) *Passiflora caerulea*, CT de semilla madura con arilo (MO). Detalle de todas las capas de testa y tegmen. B) *P. morifolia*, CT de la semilla madura (MEB). C) *P. morifolia*, CT de semilla inmadura (MO). D) *P. mooreana*, CT de semilla madura (MO). Detalle de los engrosamientos en la endotesta, indicados con flecha. E) *P. mooreana*, CT de semilla madura (MEB). Detalle de endotesta y exotegmen en crestas y depresiones. F) *P. morifolia*, CT de semilla inmadura (MO). Detalle de meso y endotegmen. Abreviaturas= a: arilo; CT: corte transversal; dg: endotegmen; ds: endotesta; MEB: microscopía electrónica de barrido; mg: mesotegmen; MO: microscopía óptica; ms: mesotesta; xs: extotesta. Escala= 100 μm . Perez CS 2191, CS 2193, CS 2235 (ACOR).

Fig. 3. *Passiflora* seeds, anatomy of the seed coat. A) *Passiflora caerulea*, CS of mature seed with aril (OM). Detail of all layers of testa and tegmen. B) *P. morifolia*, mature seed CS (SEM). C) *P. morifolia*, immature seed CS (OM). D) *P. mooreana*, mature seed CS (OM). Detail of the thickenings in the endotesta, indicated with an arrow. E) *P. mooreana*, mature seed CS (SEM). F) *P. morifolia*, immature seed CS (OM). Detail of mesotegmen and endotegmen. Abbreviations= a: aril; CS: cross section; dg: endotegmen; ds: endotesta; mg: mesotegmen; ms: mesotesta; OM: optical microscopy; SEM: scanning electron microscopy; xg: exotegmen; xs: extotesta. Scale= 100 μm . Perez CS 2191, CS 2193, CS 2235 (ACOR).

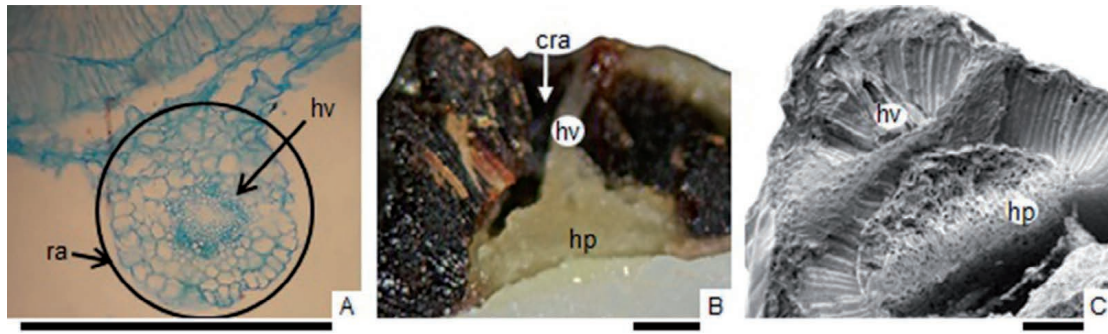


Fig. 4. Semilla de *Passiflora*, región calazal. A-B) *Passiflora morifolia*. A) Corte transversal de semilla inmadura (MO). Detalle del haz vascular de la rafe. B) Región de la hipóstasis y canal de la rafe (ME). C) *P. caerulea*. Región de la hipóstasis y detalle del canal de la rafe (MEB). Abreviaturas= cra: canal de la rafe; hp: hipóstasis; hv: haz vascular; ME: microscopía estereoscópica; MEB: microscopía electrónica de barrido; MO: microscopía óptica; ra: rafe. Escala= 100 μ m. Perez CS 2190, CS 2191, CS 2256, Scandaliaris CS 2257 (ACOR).

Fig. 4. *Passiflora* seed, chalazal region. A-B) *Passiflora morifolia*. A) Immature seed cross section (OM). Rapheal vascular bundle anatomy. B) Hypostasis region and rapheal canal detail (SM). C) *P. caerulea*. Hypostasis region and rapheal channel detail (SEM). Abbreviations= cra: raphe canal; hp: hypostasis; hv: vascular bundle; OM: optical microscopy; SEM: scanning electron microscopy; SM: stereoscopic microscopy; ra: raphe. Scale= 100 μ m. Perez CS 2190, CS 2191, CS 2256, Scandaliaris CS 2257 (ACOR).

presencia de la hipóstasis (Fig. 4B, C), tejido nutritivo localizado en posición calazal. El haz vascular atraviesa el tegmen a través de un canal, finalizando en la región de la hipóstasis (Fig. 4B, C).

El embrión presente en las tres especies estudiadas se caracterizó por su posición axial y forma espatulada (Fig. 5A-C). Los cotiledones se presentaron dorsiventralmente aplanados y la radícula estaba bien desarrollada (Fig. 5D-F). Además, las tres especies exhibieron un endosperma ruminado, el cual sigue el patrón de alargamiento radial de la cubierta seminal (Fig. 5G-I).

Caracterización morfo-anatómica de las plántulas

Passiflora caerulea, *P. mooreana* y *P. morifolia* se caracterizaron por presentar una germinación epigea, fanerocotilar, y por desarrollar una plántula tipo “Macaranga” de acuerdo a los criterios de De Vogel (1980) (Fig. 6A). Los cotiledones, de forma oval, luego de la emergencia son fotosintéticamente activos (Fig. 6B).

Los protofilos son simples y alternos, de lámina suborbicular a anchamente ova-da, de base truncada y ápice obtuso, mucronado (Fig. 6C), a ovados, de base atenuada y ápice agudo (Fig. 6D). Los nomofilos son alternos, con nectarios extraflorales (NEF) en sus pecíolos, solitarios o apareados. En *P. caerulea* los nomofilos son pal-matipartidos, de base atenuada y ápice largamente acuminado, con tres segmentos en los primeros tres nudos (Fig. 6E) y a partir de allí, aumentando gradualmente hasta llegar a hojas 7-partidas en nudos sucesivos y con NEF obcónicos (Fig. 6H). En *P. mooreana* los nomofilos son trilobulados de borde aserrado, con el lóbulo central más ancho, de base atenuada y con todos los lóbulos acuminados en el ápice (Fig. 6F, K), y los NEF de ápice lenticular y base asimétrica (Fig. 6I). En tanto que los nomofilos

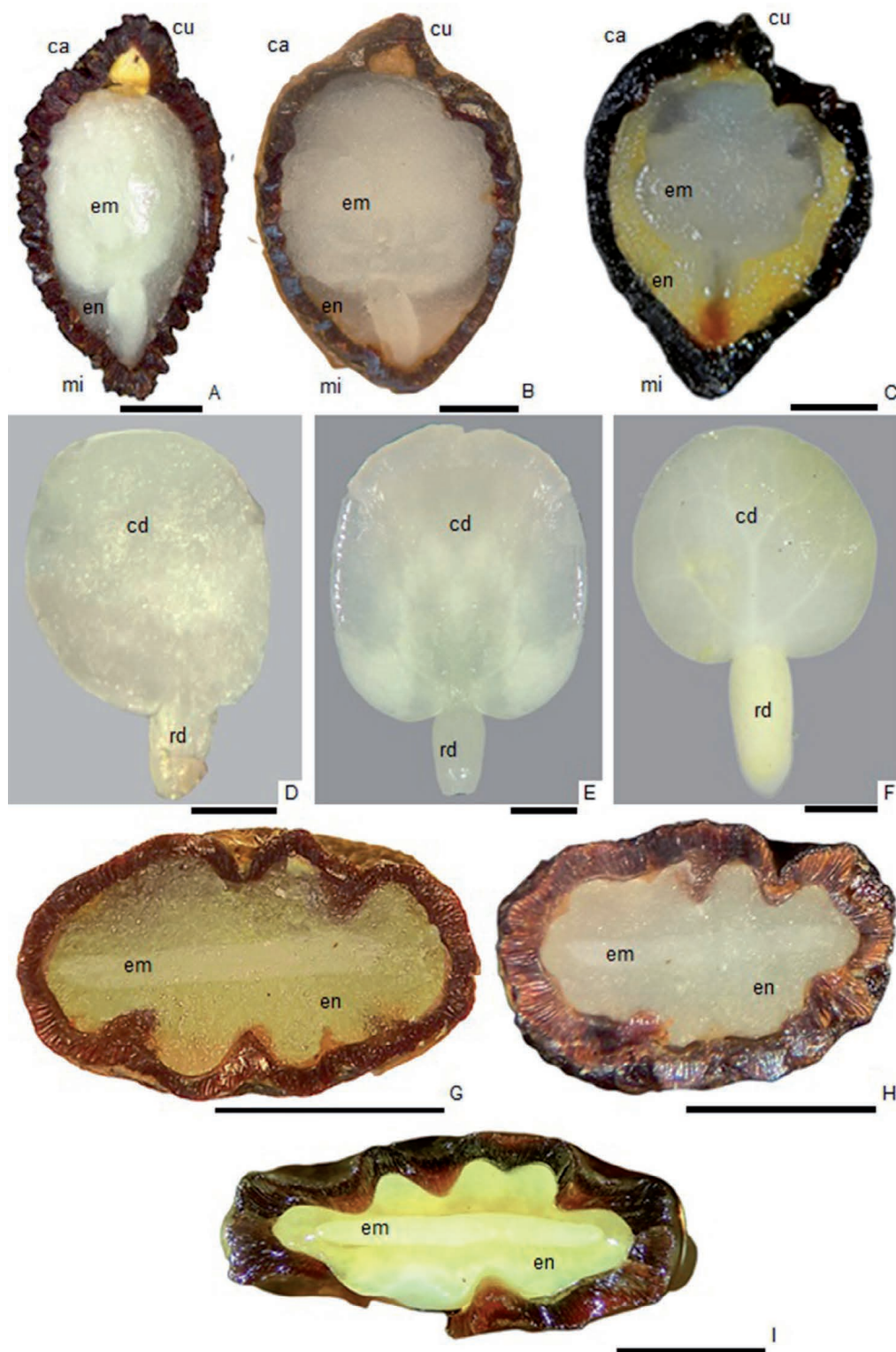


Fig. 5. Semillas de *Passiflora*, embrión y endosperma. A, D, G) *P. caerulea* B, E, H) *P. mooreana*. C, F, I) *P. morifolia*. A-C) CL de la semilla. D-F) Embrión. G-I) CT de la semilla. Abreviaturas= ca: cálaza; CL: corte longitudinal; co: cotiledones; CT: corte transversal; cu: cuerno; em: embrión; en: endosperma; mi: micrópilo; rd: radícula. Escala= 1 mm. Perez CS 2190, CS 2193, Scandaliaris CS 2257 (ACOR).

Fig. 5. *Passiflora* seeds, embryo and endosperm. A, D, G) *P. caerulea* B, E, H) *P. mooreana*. C, F, I) *P. morifolia*. A-C) Seed LS. D-F) Embryo. G-I) Seed CS. Abbreviations= ca: chalaza; co: cotyledons; CS: cross section; cu: horn; em: embryo; en: endosperm; LS: longitudinal section; mi: micropyle; rd: radicle. Scale= 1 mm. Perez CS 2190, CS 2193, Scandaliaris CS 2257 (ACOR).

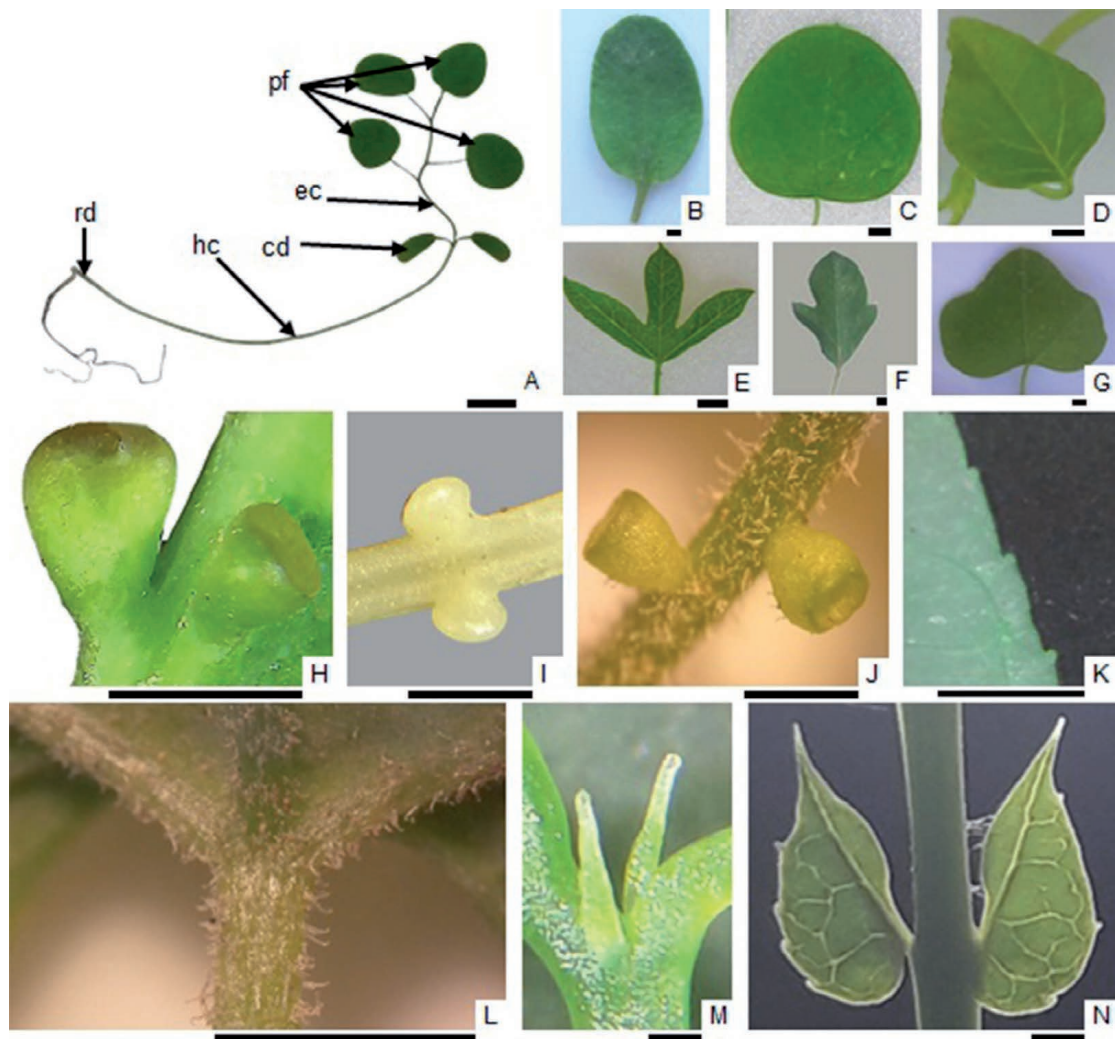


Fig. 6. Exomorfología de plántulas de *Passiflora*. A-C) *Passiflora caerulea*. A) Plántula a los 60 días después de la siembra. B) Cotiledón. C) Protofilo. D) *P. morifolia*. Protofilo. E) *P. caerulea*. Nomofilo. F) *P. mooreana*. Nomofilo. G) *P. morifolia*. Nomofilo. H) *P. caerulea*. Nectarios extraflorales. I) *P. mooreana*. Nectarios extraflorales. J) *P. morifolia*. Nectarios extraflorales. K) *P. mooreana*. Borde aserrado del nomofilo. L) *P. morifolia*. Detalle de tricomas. M) *P. caerulea*. Estípulas. N) *P. mooreana*. Estípulas. Abreviaturas= cd: cotiledones; ec: epicótilo; hc: hipocótilo; pf: protofilos; rd: radícula. Escala= A: 1 cm. B-N: 1 mm. Perez CS 2190, CS 2191, CS 2193, CS 2234, CS 2235 (ACOR).

Fig. 6. *Passiflora* seedling morphology. A-C) *Passiflora caerulea*. A) Seedling 60 days after sowing. B) Cotyledon. C) Protophyll. D) *P. morifolia*. Protophyll. E) *P. caerulea*. Nomophyll. F) *P. mooreana*. Nomophyll. G) *P. morifolia*. Nomophyll. H) *P. caerulea*. Extrafloral nectaries. I) *P. mooreana*. Extrafloral nectaries. J) *P. morifolia*. Extrafloral nectaries. K) *P. mooreana*. Serrated edge of nomophyll. L) *P. morifolia*. Trichome detail. M) *P. caerulea*. Stipules. N) *P. mooreana*. Stipules. Abbreviations= co: cotyledons; ec: epicotyl; hc: hypocotyl; pf: protophyll; rd: radicle. Scale= A: 1 cm. B-N: 1 mm. Perez CS 2190, CS 2191, CS 2193, CS 2234, CS 2235 (ACOR).

de *P. morifolia* son anchamente trilobulados, de base cordada y ápice obtuso (Fig. 6G), con tricomas eglandulares en su superficie (Fig. 6L) y con NEF cotiliformes (Fig. 6J). Las estípulas foliosas también mostraron diferencias, en *P. caerulea* y *P. morifolia* son lineales (Fig. 6M), mientras que en *P. mooreana*, asimétricas, subreniformes, de margen dentado y ápice largamente apiculado (Fig. 6N).

El sistema radical en las tres especies fue caracterizado como del tipo alorrizo, con escaso desarrollo de raíces laterales (Fig. 6A). La raíz presentó una rizodermis unistrata, corteza con exodermis parenquimática unistrata, 5-6 capas de parénquima fundamental con notables espacios intercelulares y endodermis con bandas de Caspary. El cilindro central se diferenció por el periciclo uniseriado y el sistema vascular caracterizado por xilema con dos polos protoxilemáticos (raíz diarca), flanqueado por los cordones de floema (Fig. 7A).

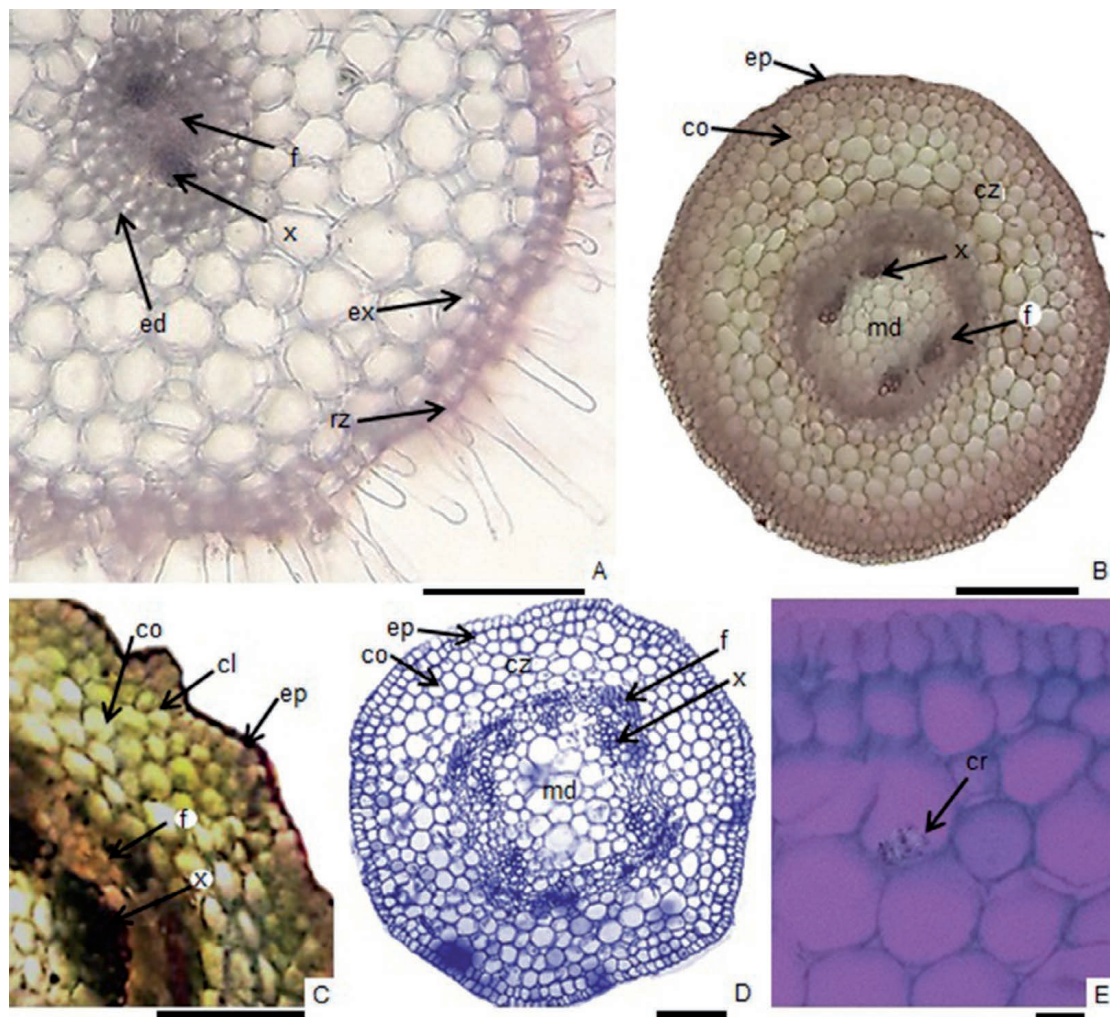


Fig. 7. Plántulas de *Passiflora*. Anatomía (MO). A) *P. caerulea*, CT de la raíz. B) *P. morifolia*, CT de la zona de transición de la raíz y el hipocótilo. C) *P. caerulea*, CT de hipocótilo. D) *P. mooreana*, CT de epicótilo. E) *P. mooreana*. Detalle de cristal presente en el parénquima del epicótilo, indicado con flecha (luz polarizada). Abreviaturas= cl: clorénquima; co: colénquima; cr: cristal; CT: corte transversal; cz: corteza; ed: endodermis; ep: epidermis; ex: exodermis; f: floema; md: médula; MO: microscopía óptica; rz: rizodermis; x: xilema. Escala: 100 μ m. Perez CS 2190, CS 2193, Scandaliaris CS 2257 (ACOR).

Fig. 7. *Passiflora* seedling anatomy (OM). A) *caerulea*, root CS. B) *P. morifolia*, CS of transition zone from root to hypocotyl. C) *P. caerulea*, hypocotyl CS. D) *P. mooreana*, epicotyl CS. E) *P. mooreana*. Detail of the crystal present in epicotyl parenchyma, indicated with arrow (polarized light). Abbreviations= cn: collenchyma; cr: crystal; CS: cross section; cz: cortex; ed: endodermis; ep: epidermis; ex: exodermis; f: phloem; md: pith; rz: rhizodermis; x: xylem. Perez CS 2190, CS 2193, Scandaliaris CS 2257 (ACOR).

En la zona de transición raíz-hipocótilo se observó la transición vascular, produciéndose la rotación del protoxilema hacia una posición endarca. El hipocótilo exhibió una epidermis unistrata, una corteza clorénquimática, con presencia de colénquima en desarrollo (Fig. 7C), y una eustela con haces vasculares colaterales abiertos (Fig. 7B). En el epicótilo se mantuvo la distribución de los tejidos observadas en el hipocótilo, con la presencia de cristales en el parénquima cortical (Fig. 7D, E). Las tres especies presentaron haces colaterales abiertos, formando una eustela, y el comienzo de la diferenciación de cámbium interfascicular.

Passiflora caerulea, *P. mooreana* y *P. morifolia* comparten los siguientes caracteres anatómicos en los cotiledones (Fig. 8A), protofilos (Fig. 8B) y nomofilos (Fig. 8C-E): epidermis unistrata, con células epidérmicas de contorno lobulado en vista superficial (Fig. 8F), estomas principalmente anisocíticos (Fig. 8G), y también paracíticos (Fig. 8H). Los cotiledones son anfistomáticos. Los protofilos de *P. caerulea* y *P. morifolia* son hipostomáticos mientras que en *P. mooreana*, son anfistomáticos. Los nomofilos de las tres especies son hipostomáticos. En los protofilos y los nomofilos de *P. morifolia* se observaron tricomas eglandulares, rectos y uncinados, ubicados principalmente en el pecíolo y en la región de la nervadura principal y el borde de la lámina (Fig. 8E, I, J). Los tricomas rectos son pluricelulares, simples, uniseriados y acuminados, de célula basal ovada, oblicua (Fig. 8I). Los uncinados son bicelulares, uniseriados y presentan en su base una célula globosa, isodiamétrica, mientras que la célula distal es más larga, recurva en su ápice (Fig. 8J).

Los tres tipos de hojas en todas las especies estudiadas presentaron un mesofilo dorsiventral, con haces colaterales (Fig. 8A-C). En los cotiledones de *P. mooreana* y *P. morifolia*, la nervadura principal se observó levemente biconvexa, más sobresaliente hacia el hipofilo. En los nomofilos, se observó en la nervadura principal hacia ambas caras una a dos capas de colénquima subepidérmico del tipo laminar y las siguientes capas del tipo angular, con mayor desarrollo sobre el hipofilo, y un casquete de fibras sobre el floema y el xilema (Fig. 8D).

Fueron identificados cristales de oxalato de calcio (drusas) en el mesofilo de los cotiledones y nomofilos de *P. mooreana* (Fig. 8K) y *P. morifolia*.

DISCUSIÓN

La descripción del proceso de formación del arilo a modo sincrónico con el desarrollo de la semilla concuerda con lo presentado por Raju (1955), Dathan y Singh (1973), Corner (1976) y Silveira (2016), por lo tanto se puede aseverar su origen funicular.

En las tres especies analizadas el arilo recubre completamente a la semilla y la sobrepasa en longitud, en contraposición a lo señalado por Dathan y Singh (1973), quienes mencionaron que en *P. caerulea* el arilo no cubre completamente a la semilla.

La descripción de la superficie y forma de las semillas de *P. morifolia* acuerdan con el tipo morfológico presentado por Pérez-Cortéz et al. (2002). Por su parte, las características morfológicas descritas en este trabajo, como el apéndice calazal o “cuerno”, la rafe y el micrópilo, concuerdan con lo descrito por Gurski (2015) para el subgénero *Decaloba*, incluida *P. morifolia*, y para otros taxones de *Passiflora*

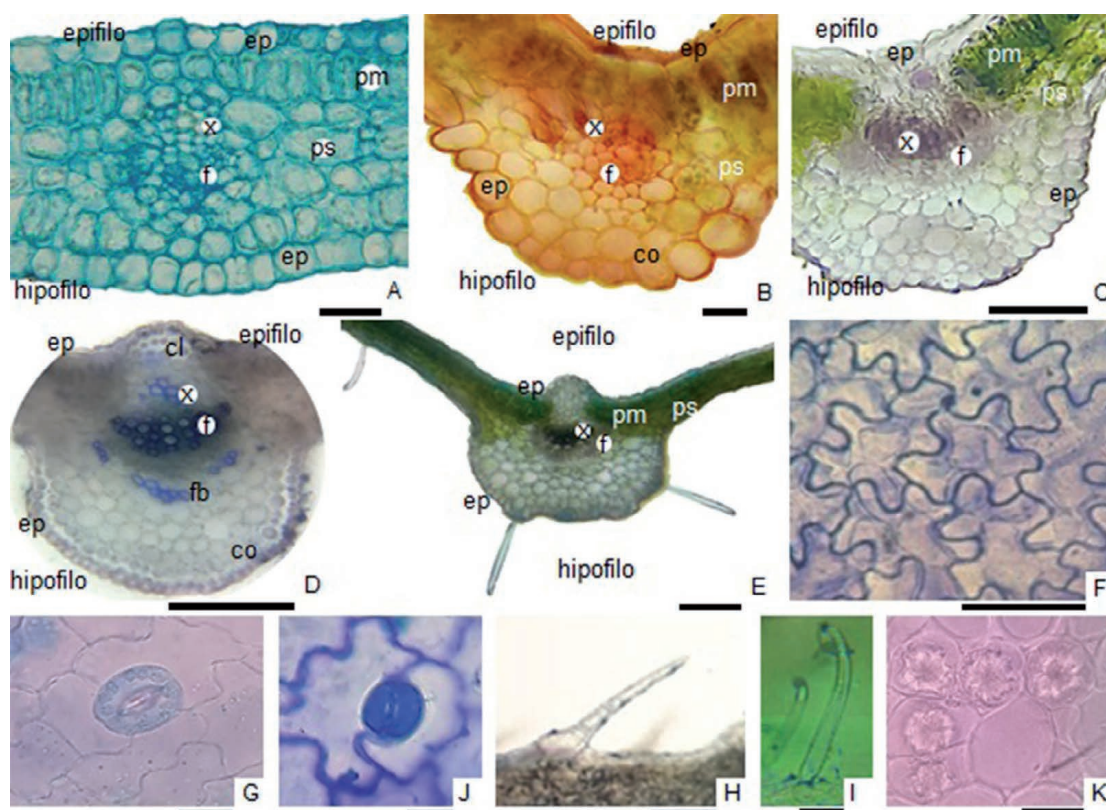


Fig. 8. Plántula de *Passiflora*. Anatomía foliar (MO). A-B) *P. caerulea*. A) CT de cotiledón. B) CT de protofilo C-D) *P. mooreana*. C) CT de nomofilo. D) CT de nomofilo. Detalle de la vena media. E) *P. morifolia*. CT nomofilo. Detalle de tricomas eglandulares. F) *P. caerulea*. Vista superficial del epifilo de protofilo (peeling). G) *P. morifolia*. Vista superficial del epifilo de cotiledón (peeling). Estoma anisocítico. H) *P. mooreana*. Vista superficial del hipofilo de protofilo (peeling). Estoma paracítico. I-J) *P. morifolia*. I) Protopfilo. Tricoma eglandular recto uniseriado. J) Nomofilo. Tricoma eglandular uncinado. K) *P. mooreana*. Cristales en nomofilo (luz polarizada). Abreviaturas= cl: clorénquima; co: colénquima; cr: cristal; CT: corte transversal; ep: epidermis; fb: fibras; f: floema; MO: microscopía óptica; pm: parénquima en empalizada; ps: parénquima esponjoso; x: xilema. Escala= A-J: 100 μ m; K: 5 μ m. Perez CS 2190, CS 2193, Scandaliaris CS 2257 (ACOR).

Fig. 8. Foliar anatomy of *Passiflora* seedlings (OM). A-B) *P. caerulea*. A) Cotyledon CS. B) Protophyll CS. C-D) *P. mooreana*. C) Nomophyll CS. D) Nomophyll CS. midvein detail. E) *P. morifolia*. Nomophyll CS. Eglanular trichomes detail. F) *P. caerulea*. Surface view of protophyll epiphyll (peeling). G) *P. morifolia*. Surface view of cotyledon epiphyll (peeling). Anisocytic stoma. H) *P. mooreana*. Surface view of protophyll hipophyll (peeling). Paracytic stoma. I-J) *P. morifolia*. I: Protophyll. Uniseriate straight eglandular trichome. J) Nomophyll. Uncinate eglandular trichome. K) *P. mooreana*. Crystals in nomophyll (polarized light). Abbreviations= cn: collenchyma; cr: crystal; CS: cross section; ep: epidermis; fb: fibers; f: phloem; OM: optical microscopy; pm: palisade parenchyma; ps: spongy parenchyma; x: xylem. Scale= A-J: 100 μ m; K: 5 μ m. Perez CS 2190, CS 2193, Scandaliaris CS 2257 (ACOR).

(Pérez-Cortéz *et al.*, 2002; Cárdenas-Hernández *et al.*, 2011 y Gurski, 2015). Por lo tanto, estos caracteres son constates para el género.

El tipo de óvulo, anátropo, a partir del cual se desarrollan las semillas coincide y complementa lo informado para *P. edulis* y *P. caerulea* (Dathan y Singh, 1973), para el subgénero *Decaloba* (Gurski, 2015) y para la generalización de las características seminales en *Passiflora* según lo observado en *P. edulis* (Corner, 1976).

La cubierta seminal formada por dos tegumentos y la presencia de una capa de macrosclereidas concuerda con los resultados presentados por Pérez-Cortéz *et al.*

(2005, 2009) y Cárdenas-Hernández *et al.* (2011). Dichos estudios son ambiguos en cuanto a la pertenencia de cada capa a determinado tegumento. Sin embargo, en el presente trabajo se ha demostrado que la cubierta seminal posee tres capas para la testa y otras tres para el tegmen, detallándose las características anatómicas de cada una de ellas. Se pudo determinar que la exotesta es una capa continua, a diferencia de lo expuesto por Cárdenas Hernández *et al.* (2011), ya que dicha continuidad solo se interrumpe si el arilo no es retirado cuidadosamente. En cuanto al tegmen, sus dos capas más internas, meso y endotegmen, son pequeñas y aplanadas, y se encuentran comprimidas entre el endosperma y las restantes capas de la cubierta seminal. Esta observación concuerda con lo informado por Dathan y Singh (1973), y se contrapone a lo expuesto por Pérez-Cortéz *et al.* (2005, 2009), quienes consideran a estas dos capas como una sola, nombrándola “capa de células obliteradas”.

El patrón de distribución de tejidos para estas tres especies es constante y las diferencias en los resultados señalados por los distintos autores se podría explicar teniendo en cuenta la metodología con la que fueron procesadas las muestras.

La presencia de la hipóstasis ha sido mencionada previamente para el género *Passiflora* y estaría asociada al transporte de nutrientes (Milani, 2014).

La evidencia del endosperma ruminado en las tres especies estudiadas concuerda con lo reportado para *P. caerulea* y *P. edulis* (Dathan y Singh, 1973), para *P. calcarata* Mast. (Werker, 1997) y para el subgénero *Decaloba* (Gurski, 2015). La ruminación del endosperma estaría relacionada al crecimiento desigual de endotesta y exotegmen, tal como lo expresan otros autores (Dathan y Singh, 1973; Gurski, 2015). En el presente trabajo hemos podido establecer que la mayor variación se produce por el alargamiento radial de las células de la endotesta en la región de las foveas, siendo el exotegmen más constante en su espesor.

El tipo de germinación de las tres especies analizadas concuerda con lo informado por De Vogel (1980) para la familia *Passifloraceae*. Respecto a los NEF observados en las plántulas, el tipo de glándulas en *P. morifolia* coincide con lo descrito para esta especie por Lemos *et al.* (2017). Sin embargo, los NEF de *P. caerulea* fueron clasificados por su morfología similar a uno de los tipos propuestos para otras especies de *Passiflora* (Lemos *et al.*, 2017). Específicamente, para *P. mooreana*, se estableció como nuevo tipo morfológico el NEF de ápice lenticular y base asimétrica.

La epidermis unistrata y la presencia de cristales en el epicótilo de las plántulas de *P. caerulea*, *P. mooreana* y *P. morifolia* concuerdan con lo observado en tallos de plantas adultas de *P. racemosa* (Metcalf y Chalk, 1979), *P. guazumifolia*, *P. tiliifolia* (García *et al.*, 2008), *P. alata*, *P. edulis* (Pereira Sühsner *et al.*, 2009), *P. ligularis*, *P. quadrangularis* (Zerpa Zerpa y Otahola Gómez, 2014) y *P. caerulea* (Pereira Sühsner, 2016).

Por otro lado, la epidermis foliar unistrata, compacta, observada en cotiledones, protofilos y nomofilos de las tres especies, concuerda con lo descrito en plantas adultas de *P. actinia* (Kurtz *et al.*, 2003), *P. alata* y *P. edulis* (Pereira Sühsner *et al.*, 2009) y *P. caerulea* (Pereira Sühsner *et al.*, 2016). Las células epidérmicas de contorno lobulado también fueron descritas en hojas adultas de *P. guazumifolia* y *P. tiliifolia* (García *et al.*, 2008), *P. caerulea* (Pereira Sühsner *et al.*, 2016) y en especies del subgénero *Decaloba* (de Farias *et al.*, 2016), concordando con estos autores en que se trataría de una característica común para el género.

Los protofilos y nomofilos de *P. morifolia* fueron caracterizados como hipostomáticos y con tricomas eglandulares, en coincidencia con lo observado en hojas adultas de la especie (Wosch *et al.*, 2015; de Farias *et al.*, 2016). La caracterización de dos tipos de tricomas eglandulares presentes demostró diferencias con los observados por Wosch *et al.* (2015), quienes afirman que los tricomas uncinados son unicelulares.

Las tres especies presentaron principalmente estomas anisocíticos, además de la presencia de algunos paracíticos. Este carácter fue observado en las hojas adultas de *P. morifolia* (de Farias *et al.*, 2016). Sin embargo, Wosch *et al.* (2015) observaron estomas anisocíticos y anomocíticos en *P. morifolia*, mientras que Pereira Sühsner *et al.* (2016), informaron la presencia de estomas anomocíticos y paracíticos en hojas adultas de *P. caerulea*.

La presencia de mesofilo dorsiventral coincide con lo reportado por Metcalfe y Chalk (1979) para el género y con lo observado en hojas adultas de *P. caerulea*, *P. actinia*, *P. alata* y *P. edulis*, y especies del subgénero *Decaloba* (Kurtz *et al.*, 2003; Pereira Sühsner *et al.*, 2009, 2016; de Farias *et al.*, 2016).

Las características del sistema vascular foliar descrito concuerdan con lo informado en *P. actinia* (Kurtz *et al.*, 2003), *P. alata* y *P. edulis* (Pereira Sühsner *et al.*, 2009), *P. misera* (Pereira Sühsner, 2015) y *P. caerulea* (Pereira Sühsner *et al.*, 2016). El casquete de fibras sobre el haz vascular de los nomofilos descrito en este trabajo fue mencionado en hojas adultas de especies del subgénero *Decaloba* (de Farias *et al.*, 2016).

La presencia de cristales en cotiledones, protofilos y nomofilos, también fue informada en hojas de plantas adultas de *P. clathrata*, *P. racemosa* (Metcalfe y Chalk, 1979), *P. actinia* (Kurtz *et al.*, 2003), *P. guazumifolia*, *P. tiliifolia* (García *et al.*, 2008), *P. ligularis*, *P. quadrangularis*, *P. alata*, *P. edulis* (Pereira Sühsner *et al.*, 2009; Zerpa Zerpa y Otahola Gómez, 2014), *P. misera* (Pereira Sühsner, 2015), *P. caerulea* (Pereira Sühsner *et al.*, 2016), y especies del subgénero *Decaloba* (de Farias *et al.*, 2016). Si bien de Farias *et al.* (2016) destacaron la ausencia de cristales en *P. morifolia*, en este trabajo fueron observados en cotiledones y nomofilos de la especie.

CONCLUSIONES

Los estudios morfo-anatómicos de semillas de *Pasiflora caerulea*, *P. mooreana* y *P. morifolia* permitieron establecer caracteres comunes a las tres especies: el desarrollo del arilo funicular, la ornamentación de la cubierta seminal, la presencia del óvulo anátropo, el patrón anatómico de la cubierta seminal y el endosperma ruminado. En tanto que caracteres como color del arilo, forma y dimensiones de las semillas, color y ornamentación de la cubierta resultaron variables entre las especies.

Por su parte, las descripciones de las plántulas de *P. caerulea*, *P. mooreana* y *P. morifolia* representan datos novedosos e inéditos. Las tres especies presentaron aspectos comunes entre sí: tipo de germinación, forma de cotiledones, variación en la forma de los protofilos y caracteres anatómicos de raíz, epicótilo, hipocótilo, cotiledones, protofilos y nomofilos. Mientras que las diferencias se observaron en la morfología de los nomofilos, estípulas y NEF, y en la ubicación de los estomas en los proto-

filos. Además, *P. morifolia* se destacó por la presencia de tricomas eglandulares, los cuales han sido descritos por primera vez. Ante la gran variabilidad morfológica de NEF en *Passiflora*, en la presente contribución se aportan datos novedosos para la descripción de *P. mooreana*.

Las características de las semillas y plántulas de las tres especies estudiadas contribuyen a las descripciones del género, y podrán ser utilizadas como referencia para estudios de reconocimiento, regeneración (reproducción sexual y conservación) de flora nativa y su potencial adaptación como ornamental.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo contó con la financiación de: Secretaria de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de Córdoba (SeCyT-UNC) a través de la Beca Doctoral otorgada a la primera autora, y el subsidio del Proyecto Consolidar 2018-2022; y Secretaria de Ciencia y Técnica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Córdoba, a través del subsidio otorgado en el marco del “Programa de Subsidios de Promoción a la Iniciación en la Investigación, Desarrollo e Innovación Tecnológica” (PROIINDIT 2019-2021).

BIBLIOGRAFÍA

- Barboza, G. E., Cantero, J. J., Núñez, C. O., Ariza Espinar, L., Bonzani, N. E., Filippa, E. M., Gutiérrez, A., Luján, M. C., Moreno, R. y Pacciaroni, A. (2006). Flora medicinal de la provincia de Córdoba (Argentina). Pteridófitas y Antófitas silvestres o naturalizadas. Museo Botánico, Córdoba.
- Cárdenas-Hernández, J., Miranda, D., Magnitskiy, S. y Carranza, C. (2011). Morphological and anatomical analyses of the seed coats of sweet granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) seeds. *Agronomía Colombiana* 29 (3): 377-385.
- Corner, E. J. H. (1976). The seeds of Dicotyledons: Volume 1. Cambridge University Press.
- Dathan, A. S. R. y Singh, D. (1973). Development and structure of seed in *Tacsonia* Juss. and *Passiflora* L. *Proceedings of the Indian Academy of Sciences* 77 (1): 5-18.
- De Farias, V., Maranhão, L. T., Mushner, V. C. y Soffiatti, P. (2016). Anatomia foliar de *Passiflora* subgénero *Decaloba* (Passifloraceae): implicações taxonômicas. *Rodriguésia* 67 (1): 29-43. <https://doi.org/10.1590/2175-7860201667103>
- De Vogel, E. F. (1980). Seedlings of dicotyledons. Structure, development, types. Descriptions of 150 woody Malesian taxa. Centre for Agricultural Publishing and Documentation. Michigan.
- Deginani, N. B. (2001). Las especies argentinas del género *Passiflora*. *Darwiniana* 39 (1-2): 43-129. <https://doi.org/10.14522/darwiniana.2014.391-2.198>
- Duke, J. A. (1969). On tropical tree seedlings. I. Seeds, seedlings, systems and systematics. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 56 (2): 125-161. <https://doi.org/10.2307/2394836>

- García, M., Jáuregui, D. y Pérez, D. (2008). Anatomía foliar de *Passiflora guazumaefolia* Juss. y *Passiflora* aff. *tiliaefolia* L. (Passifloraceae) presentes en Venezuela. *Ernstia* 18 (2): 165-176.
- González, A. M. y Cristóbal, C. L. (1997). Anatomía y ontogenia de semillas de *Helicteres lhotzkyana* (Sterculiaceae). *Bonplandia* 9 (3-4): 287-294.
- Gurski, C. (2015). *Anatomia de frutos e sementes de espécies de Passiflora L. – subgêneros Decaloba (DC.) Rchb. e Passiflora L. (Passifloraceae)* (Tesis doctoral). Universidade Estadual de Campinas. Brasil.
- ISTA (2018). *ISTA Handbook on Seedling Evaluation*. International Seed Testing Association. Zurich, Switzerland.
- Johansen, D. A. (1940). *Plant Microtechnique*. McGraw Hill Book Co. New York.
- Karlin, M. S., Arnulphi, S. A., Karlin, U. O., Bernasconi Salazar, J. R., Accietto, R. H. y Cora, A. (2017). *Plantas del Centro de Argentina*. Ed. Ecoval Ediciones. Córdoba.
- Kurtz, S. M., Santos, C. A., Duarte M. y Sato, M. (2003). Morfo-anatomia de folhas de maracujá: *Passiflora actinia* Hooker (Passifloraceae). *Acta Farmacéutica Bonaerense* 22 (2): 105-120.
- Lahitte, H. B., Hurrell, J. A., Belgrano, M. J., Jankowski, L. S., Haloua, M. P. y Mehlreter, K. (1998). *Plantas medicinales rioplatenses: plantas nativas y naturalizadas utilizadas en medicina popular en la región del Delta del Paraná, Isla Martín García y Ribera Platense*. En: Hurrell, J. A. (Ed.) Colección Biota Rioplatense. Vol II. Ed. L.O.L.A. Buenos Aires.
- Lemos, R. C. C. D., Da Costa Silva, D. y Flavia de Albuquerque Melo-de-Pinna, G. (2017). A structural review of foliar glands in *Passiflora* L. *PloS one* 12 (11): 1-22. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0187905>
- López Vargas, E. L. y Macías Pinto, J. D. (2017). Frutos, semillas, germinación y desarrollo de plántulas de *Amphilophium paniculatum* (L) Kunth. (Bignoniaceae). *Colombia Forestal* 20 (1): 45-54. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2017.1.a04>
- Lovey, R. J., Perissé, P., Vieyra, C. y Coraglio, J. C. (2010). Caracterización de semilla, germinación y plántula de *Cologania broussonetii* (Balb.) DC. *Phyton* 79 (1): 5-10.
- Matheus, M. T. y Lopes, J. C. (2007). Morfología de frutos, sementes e plântulas e germinação de sementes de *Erythrina variegata* L. *Revista Brasileira de Sementes* 29 (3): 8-17.
- Melo, M. G. G., Mendonça, M. S. y Mendes, A. M. S. (2004). Análise morfológica de sementes, germinação e plântulas de jatobá (*Hymenaea intermedia* Ducke var. *adenotricha* (Ducke) Lee & Lang.) (Leguminosae-caesalpinioideae). *Acta Amazônica* 34 (1): 9-14. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672004000100002>
- Metcalfe, C. R. y Chalk, L. C. (1979). *Anatomy of the Dicotyledons*. 2nd ed. Oxford.
- Meza, N., Arizaleta, M. y Bautista, D. (2007). Efecto de la salinidad en la germinación y emergencia de semillas de parchita (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). *Facultad de Agronomía. Universidad del Zulia* 24 (1): 69-80.
- Milani, J. F. (2014). *Ontogenia de frutos e sementes de espécies de Passiflora (Passifloraceae – Subgênero Decaloba (DC.) Rchb. Seção Xerogona (Raf.) Killip)* (Tesis doctoral). Universidade Estadual de Campinas. Brasil.

- Morais, E. B., Ribeiro de Castro, A. C., de Souza Aragão, F. A., Freitas Silva, T., Soares, N. S. y Pinheiro da Silva, J. (2017). Evaluation of potential use of native *Anthurium foliage*. *Ornamental Horticulture* 23 (1): 7-14. <http://dx.doi.org/10.14295/oh.v23i1.949>
- Munsell, A. H. (2000). Munsell soil color charts. Revised washable edition. Gretag-macbeth. New Windsor, New York.
- Pereira Sühsner, C. D., Kurita, H., Vega, R., Jiménez, M., Molinas, C. y Benítez, B. (2009). Evaluación de la Morfo-Anatomía foliar de *Passiflora alata* Curtis y *Passiflora edulis* Sims. *Steviana* 1: 38-45.
- Pereira Sühsner, C. D. (2015). Morfo-anatomía foliar y caulinar de *Passiflora misera* Kunth (Passifloraceae) de Paraguay. *Steviana* 7: 96-101.
- Pereira Sühsner, C. D., Ferrucci, M. S. y Honfi, A. I. (2016). Morfo-anatomía foliar y caulinar de *Passiflora caerulea* L. (Passifloraceae). *Steviana* 8 (2): 75-83.
- Pérez-Cortéz, S., Tillett, S. y Escala, M. (2002). Estudio morfológico de la semilla de 51 especies del género *Passiflora* L. *Acta Botánica Venezolana* 25 (1): 67-96.
- Pérez-Cortéz, S., Escala, M. y Tillett, S. (2005). Anatomía de la cubierta seminal en ocho especies de *Passiflora* L., subgénero *Passiflora*. *Acta Botánica Venezolana* 28 (2): 337-348.
- Pérez-Cortéz, S., Escala, M. y Tillett, S. (2009). Morfoanatomía de la cubierta seminal en siete especies de *Passiflora* L., subgénero *Passiflora* (Passifloraceae). *Hoehnea* 36 (1): 131-137. <https://doi.org/10.1590/S2236-89062009000100007>
- Raju, M. V. S. (1955). Embryology of the Passifloraceae. I. Gametogenesis and seed development of *Passiflora calcarata* Mast. *Indian Botanical Society* 35 (1): 126-138.
- RAS (2009). Regras para Análise de Sementes. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília.
- Roncatto, G., Nogueira Filho, G. C., Ruggiero, C., Oliveira, J. C. y Martins, A. B. G. (2008). Enraizamento de estacas de espécies de maracujazeiro (*Passiflora* spp.) no inverno e no verão. *Revista Brasileira de Fruticultura* 30 (4): 1089-1093. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452008000400040>
- Salomão, LL. C. C., Pereira, W. E., Duarte, R. C. C. y Siqueira, D. L. D. (2002). Propagação por estaquia dos maracujazeiros doce (*Passiflora alata* Dryand.) e amarelo (*P. edulis* f. *flavicarpa* O. Deg.). *Revista Brasileira de Fruticultura* 24 (1): 163-167. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452002000100036>
- Santos, C. H. B., Cruz Neto, A. J., Junghans, T. G., Jesus, O. N. y Girardi, E. A. (2016). Estádio de maturação de frutos e influência de ácido giberélico na emergência e crescimento de *Passiflora* spp. *Revista Ciência Agronômica* 47 (3): 481-490. <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20160058>
- Scandaliaris, M., Arias, C. V., Molinelli, M. L., Lovey, R. J., Perissé, P. y Perez, V. M. (2013). Caracterización morfoanatómica de fruto, semilla y plántula de *Desmodium incanum* DC. (Fabaceae: Faboideae: Desmodieae). *Arnaldoa* 20 (1): 45-58.
- Sérsic, A. N., Cocucci, A. A., Benítez-Vieyra, S., Cosacov, A., Díaz, L., Glinos, E., Grosso, N., Lazarte, C., Medina, M., Moré, M., Moyano, M., Nattero, J., Paiaro, V., Trujillo, C. y Wiemer, A. P. (2006). Flores del centro de Argentina: una guía ilustrada para conocer 141 especies típicas. Ed. Academia Nacional de Ciencias, Córdoba.

- Sérsic, A. N., Cocucci, A. A., Acosta, M. C., Baranzelli, M., Benítez-Vieyra, S., Boero, L., Córdoba, S., Cosacov, A., Díaz, L., Ferreiro, G., Glinos, E., Ibañez, A. C., Marino, S., Maubecin, C. C., Medina, M., Moré, M., Paiaro, V., Renny, M., Sazatornil, F., Sosa Pivatto, M., Soterias, F., Strelin, M., Trujillo, C. y Wiemer, A. P. (2015). Flores del centro de Argentina II: nueva guía ilustrada para conocer 229 especies. Ed. Academia Nacional de Ciencias, Córdoba.
- Silveira, S. R., Dornelas, M. C. y Martinelli, A. P. (2016). Perspectives for a Framework to Understand Aril Initiation and Development. *Frontiers in Plant Science* 7: 1-7. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01919>
- Stearn, W. T. (1983). *Botanical Latin*. Ed. David & Charles. Newton Abbot. Devon.
- Torres, Y. A., Long, M. A. y Zalba, S. M. (2008). Reproducción de *Pavonia cymbalaria* (Malvaceae), una especie nativa con potencial ornamental. *Phyton* 77: 151-160.
- Vargas-Silva, V. M., López-Meruvia, M. Y. y Quevedo, A. W. (2018). Morfo-anatomía de nectarios extraflorales de *Passiflora cincinnata* Mast. y *Passiflora tricuspis* Mast. (Passifloraceae). *Revista de la Sociedad Boliviana de Botánica* 10 (1): 4-14.
- Werker, E. (1997). Seed anatomy. *Encyclopedia of Plant Anatomy*. Gebrüder Borntraeger, Berlin and Stuttgart.
- Wosch, L., Imig, D. C., Cervi, A. C., Moura, B. B., Manfron Budel, J. y Santos, C. A. de M. (2015). Comparative study of *Passiflora* taxa leaves: I. A morpho-anatomic profile. *Revista Brasileira de Farmacognosia* 25 (4): 328-343. <https://doi.org/10.1016/j.bjp.2015.06.004>
- Zarlavsky, G., Angyalossy-Alfonso, V., Bartoli, A., Basilio, A., Bernardello, G., Borrelli, L., Castro, M. A., Cortadi, A. A., De Magistris, A. A., Galati, B., Gurni, A. A., Las Peñas, M. L., Mantese, A. I., Pelliza De Sbriller, A., Rodríguez, M. F., Rosenfeldt, S., Stiefkens, L., Tortosa R. y Zarlavsky, G. E. (2014). *Histología Vegetal técnicas simples y complejas*. 1° ed. Sociedad Argentina de Botánica. Buenos Aires.
- Zerpa Zerpa, M. A. y Otahola Gómez, V. A. (2014). Morfoanatomía del tallo de tres especies del género *Passiflora* L. Passifloraceae. *Agrobiología* 26 (2): 114-120.
- Zucareli, V., Ferreira, G., Esteves Amaro, A. C. y Pinheiro de Araújo, F. (2009). Fotoperíodo, temperatura e reguladores vegetais na germinação de sementes de *Passiflora cincinnata* Mast. *Revista Brasileira de Sementes* 31 (3): 106-114.