

# Anatomía de los órganos subterráneos de Monocotiledóneas medicinales rioplatenses (Argentina). I. Acuáticas y palustres

Arambarri Ana M.\*; Marcelo P. Hernández; Vanesa G. Perrotta; Marta N. Colares; Maria C. Novoa

Docentes-Investigadores del Laboratorio de Morfología Comparada de Espermatófitas (LAMCE), Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata, 60 y 119, CC 31, (1900) La Plata, Buenos Aires, Argentina.

\* Autor correspondiente: anaramba@yahoo.com.ar; botgral@agro.unlp.edu.ar

► **Resumen** — Arambarri Ana M.; Marcelo P. Hernández; Vanesa G. Perrotta; Marta N. Colares; Maria C. Novoa. 2016. "Anatomía de los órganos subterráneos de Monocotiledóneas medicinales rioplatenses (Argentina). I. Acuáticas y palustres". *Lilloa* 53 (2). Los órganos subterráneos de ocho especies hidrófilas de Monocotiledóneas son usados en la medicina folclórica rioplatense. Estas son de hábito acuático *Eichornia crassipes* y *Pistia stratiotes* y las de hábito palustre *Canna glauca*, *C. indica*, *Iris pseudacorus*, *Juncus imbricatus*, *Sagittaria montevidensis* y *Typha latifolia*. El objetivo fue obtener características estructurales de los órganos subterráneos y determinar la presencia de compuestos químicos que permitan la diferenciación de los taxones, facilitando la identificación de muestras enteras o fragmentadas de los órganos empleados en la medicina popular. Para el análisis se utilizó material fresco de rizomas y raíces recolectados en el área de estudio. Se realizaron cortes y preparaciones histológicas, las que fueron analizadas con microscopio óptico. Mediante análisis histoquímico se identificaron almidón, mucilagos, sustancias lipofílicas, resinas y taninos. Los caracteres estructurales diagnósticos son: forma de las células de la rizodermis, alargamiento periclinal o anticlinal de las células de la rizodermis; espesor y forma de las células del aerénquima; el alargamiento y estado de engrosamiento de las paredes celulares de la endodermis; engrosamiento de las paredes de las células en las capas de parénquima cortical adyacentes a la endodermis; los tipos de cristales, la distribución de los haces vasculares en los rizomas y modificaciones de la médula. Se brindan tablas comparativas de los compuestos histoquímicos hallados y claves dicotómicas de identificación de las especies a través de la anatomía de los rizomas y de las raíces, que constituyen una herramienta de valor en el control de calidad botánica.

**Palabras clave:** Anatomía; histoquímica; Monocotiledóneas; raíces; rizomas.

► **Abstract** — Arambarri Ana M.; Marcelo P. Hernández; Vanesa G. Perrotta; Marta N. Colares; Maria C. Novoa. 2016. "Anatomy of the underground organs of medicinal Monocotyledons on the Río de la Plata shore (Argentina). I. Aquatic and marshy". *Lilloa* 53 (2). The underground organs of eight hydrophilic species of Monocotyledons are used in the Río de la Plata folk medicine. They have aquatic habit *Eichornia crassipes* and *Pistia stratiotes* and marshy habit *Canna glauca*, *C. indica*, *Iris pseudacorus*, *Juncus imbricatus*, *Sagittaria montevidensis* and *Typha latifolia*. The objective was to obtain structural characteristics of the underground organs and the presence of chemical compounds that allow differentiation of taxa, facilitating the identification of whole or fragmented samples of organs used in folk medicine. Fresh material of rhizomes and roots were collected in the study area. Slides were made and analyzed with a light microscope. By histochemical analysis starch, mucilage, lipophilic substances, resins and tannins were identified. The diagnoses structural features are: rhizodermis cell shapes; anticlinal or periclinal elongation of rhizodermis cells; aerenchyma thickness and cell shapes; elongation and thickening of endodermis cell walls; thickening degree of cortical layer cell walls adjacent to endodermis; crystal types; rhizome vascular bundles distribution, and pith modifications. Comparative tables with histochemical results were generated, and dichotomous keys for species identification through the anatomy of the rhizomes and roots features are provided. They are a valuable tool in botanical quality control.

**Keywords:** Anatomy; histochemistry; Monocotyledons; rhizomes; roots.

## INTRODUCCIÓN

Este trabajo es una nueva contribución al estudio de la anatomía comparada de los órganos vegetativos de especies rioplatenses utilizados en la medicina popular. La región rioplatense se extiende desde Diamante en la provincia de Entre Ríos (32°4'0"S 60°39'0"O) hasta Punta Lara en la provincia de Buenos Aires (34°47'28"S 57°59'49"O). Nuestro estudio se centra en las especies medicinales que habitan la parte inferior del Delta del Paraná, isla Martín García y ribera del Río de la Plata (Lahitte y Hurrell, 1996; Lahitte *et al.*, 1997, 2004; Pochettino *et al.*, 1997; Hernández *et al.*, 2009, 2010, 2013, 2015a). En investigaciones anteriores, analizamos la estructura de las hierbas terrestres medicinales de la región, los tallos aéreos y subterráneos de siete especies de Monocotiledóneas (Novoa *et al.*, 2012), la anatomía de los tallos aéreos de 37 especies de Dicotiledóneas (Arambarri *et al.*, 2013), las raíces de 22 especies (Colares *et al.*, 2014) y las hojas de 62 especies (Hernández *et al.*, 2015b). En los mismos citamos la abundante bibliografía que existe sobre los humedales rioplatenses, aquí agregamos el trabajo reciente sobre la vegetación de esta región de Pasarelli *et al.* (2014). Las propiedades medicinales de las plantas que crecen en la región también está ampliamente estudiada (Hieronymus, 1882; Domínguez, 1928; Tour-sarkissian, 1980; Amorín y Rossow, 1989-1992; Lahitte y Hurrell, 1996; Lahitte *et al.*, 2004; Alonso y Desmarchelier, 2005; Barboza *et al.*, 2006). Algunos autores se han ocupado de profundizar sobre la actividad específica de las especies como analgésica y antifúngica (Rondina *et al.*, 2008, 2010), en otros, se cita la actividad biológica de las especies (Alonso y Desmarchelier, 2005; Barboza *et al.*, 2009). Existen relativamente pocas publicaciones sobre aspectos morfohistológicos de los rizomas y raíces de plantas acuáticas y palustres (e.g., Schussler y Longstreth, 2000; Evans, 2003; Seago Jr. *et al.*, 2005). Estas y otras obras citadas en la discusión, han servido como base para nuestro estudio, desarrollado con la convic-

ción de que la profundización de los conocimientos de anatomía comparada de los órganos utilizados como drogas medicinales es de un gran valor en el proceso de identificación. En esta primera entrega, como parte del proyecto de estudio de los órganos usados en medicina popular de plantas acuáticas, palustres, trepadoras y volubles, analizamos la anatomía de los rizomas y raíces de especies hidrófilas de Monocotiledóneas, con el propósito de obtener caracteres micrográficos e histoquímicos de los mismos que permitan generar cuadros comparativos y claves dicotómicas que constituyan un patrón de identificación.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### MATERIAL ESTUDIADO

Se recolectaron plantas en la ribera del Río de la Plata. Un ejemplar del material determinado por los autores se depositó en el herbario (LPAG) de la Facultad de Agronomía de La Plata. También se usaron ejemplares de la colección depositada en el herbario (LP) de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata. Material estudiado: ARGENTINA, Prov. Buenos Aires. *Canna glauca* L.: Pdo. La Plata, Gonnet, 24-IV-2015, Hernández 16 (LPAG). *Canna indica* L.: Pdo. La Plata, La Plata, Jardín Botánico y Arboretum «C. Spe-gazzini» (LPAG), Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (FCAyF), 25-II-2015, Arambarri 508 (LPAG). *Eichornia crassipes* (Mart.) Solms: Pdo. Ensenada, Punta Lara, 24-IV-1977, Tur 1362 (LP); II-2014, Novoa s. n. (LPAG). Pdo. La Plata, Isla Martín García, 27-III-1997, Hurrell *et al.* 3510 (LP). *Iris pseudacorus* L.: Pdo. Tordillo, General Conesa, X-1998, Arambarri 308 (LPAG); Pdo. Magdalena, Reserva «El Destino», 22-X-2014, Hernández 154 (LPAG). *Juncus imbricatus* Laharpe: Pdo. La Plata, La Plata, 8-V-2015, Arambarri 510 (LPAG). *Pistia stratiotes* L.: Pdo. La Plata, La Plata, (LPAG), (FCAyF), 8-IX-1995, Colares 48 (LPAG). Pdo. San Miguel del Monte, San Miguel del Monte, 22-I-2015, Hernández & Boulan 156 (LPAG). *Sagittaria montevidensis* Cham. & Schldl.: Pdo. Magdalena, General Mansilla, 13-XII-1995, Novoa 4 (LPAG);

Pdo. Magdalena, Atalaya, 14-XI-1973, *Tur 1562* (LP). *Typha latifolia* L.: Pdo. La Plata, La Plata, FCAyF, 20-II-2015, *Hernández 157* (LPAG).

#### METODOLOGÍA

El trabajo se realizó solo sobre las raíces cuando éstas son el órgano utilizado en la medicina popular, pero cuando se usan los rizomas se agregó el estudio de las raíces que de él nacen, porque en la práctica no se separan. Sin embargo, para facilitar la comprensión en el texto, las tablas y las claves se tratan por separado los rizomas y las raíces. En las Tablas 1 y 2, se expresan los resultados histoquímicos de los rizomas y de las raíces. Se elaboraron dos claves dicotómicas de diferenciación de las especies, una basada en los caracteres de los rizomas y otra en los caracteres de las raíces. En el Apéndice 1, se presentan las especies con su familia, un nombre vernáculo, usos y actividad biológica (si es conocida) del rizoma y de la raíz.

#### MICROSCOPIA ÓPTICA

Para el estudio de la anatomía, el material fresco se fijó en una mezcla de formol-ácido acético y alcohol etílico (FAA 70) (Johansen, 1940). Cuando además se analizaron ejemplares de herbario, se los hidrató en estufa a 30-35° C durante 72 h (D'Ambrogio, 1986) previo a su fijación en FAA. Los cortes transversales realizados a mano alzada, fueron seleccionados, decolorados y lavados. Se practicaron diversas tinciones, con safranina alcohólica 80%, doble coloración con azul de Alcian y safranina y el colorante metacromático violeta de cresilo al 1% (D'Ambrogio 1986; Luque *et al.*, 1996). En todos los ca-

sos se montaron en gelatina-glicerina. Las estructuras fueron estudiadas con microscopio óptico (MO) Leitz SM Lux. Las figuras fueron preparadas con MO Gemalux equipado con cámara Motic 1000 y software Motic Image Plus 2.0. La terminología utilizada está de acuerdo con Metcalfe y Chalk (1979). La nomenclatura botánica está de acuerdo con el sitio: [www.darwin.edu.ar](http://www.darwin.edu.ar) (consultado: mayo 2016).

#### TÉCNICAS HISTOQUÍMICAS

Sobre cortes del material fresco se practicaron las siguientes técnicas de identificación histoquímica: para almidón con solución acuosa de Lugol (yodo y yoduro de potasio, IKI) (Ruzin, 1999); para lípidos se empleó una solución alcohólica saturada de Sudan IV en alcohol 80° y pasaje por alcohol 70° (Johansen, 1940; Zarlavsky, 2014); para mucílagos se empleó azul brillante de cresilo 1% (Cosa *et al.*, 2014); para resinas una solución saturada de sulfato de cobre y flameado (Cosa *et al.*, 2014); para sustancias fenólicas (taninos) cloruro férrico al 10 % y carbo-nato de sodio al 2 % como mordiente (D'Ambrogio, 1986). Para establecer si los cristales eran de oxalato y no una sal de carbonato o fosfato, se sumergieron los cortes en ácido acético glacial al 5% durante 30 min, la persistencia de los cristales indicó la presencia de sales de oxalato (Yassue, 1969).

#### RESULTADOS

##### RIZOMAS

Son tallos subterráneos caracterizados por el desarrollo de numerosas raíces adventicias formando una cabellera. En su mayo-

**Tabla 1.** Compuestos hallados en los rizomas de las especies estudiadas. Ref. (+) presencia; (-) ausencia.

Especie	Almidón	Cristales	Lípidos	Mucílagos	Resinas	Taninos
<i>Canna glauca</i>	+	microcristales	+	+	+	+
<i>Canna indica</i>	+	microcristales	+	+	+	+
<i>Iris pseudacorus</i>	+	estiloides	+	+	-	+
<i>Sagittaria montevidensis</i>	+	-	+	+	+	-
<i>Typha latifolia</i>	+	rafidios	+	-	-	-

**Tabla 2.** Compuestos hallados en las raíces de las especies estudiadas. Ref. (+) presencia; (-) ausencia.

Especie	Almidón	Cristales	Lípidos	Mucílago	Resinas	Taninos
<i>Canna glauca</i>	+	microcristales	+	-	-	+
<i>Canna indica</i>	+	microcristales	+	-	-	+
<i>Eichornia crassipes</i>	-	rafidios	+	+	-	+
<i>Iris pseudacorus</i>	+	estiloides	+	-	+	-
<i>Juncus imbricatus</i>	+	-	+	-	-	+
<i>Pistia stratiotes</i>	-	drusas, rafidios	+	+	-	+
<i>Sagittaria montevidensis</i>	-	-	+	-	-	-
<i>Typha latifolia</i>	+	rafidios	+	+	-	-

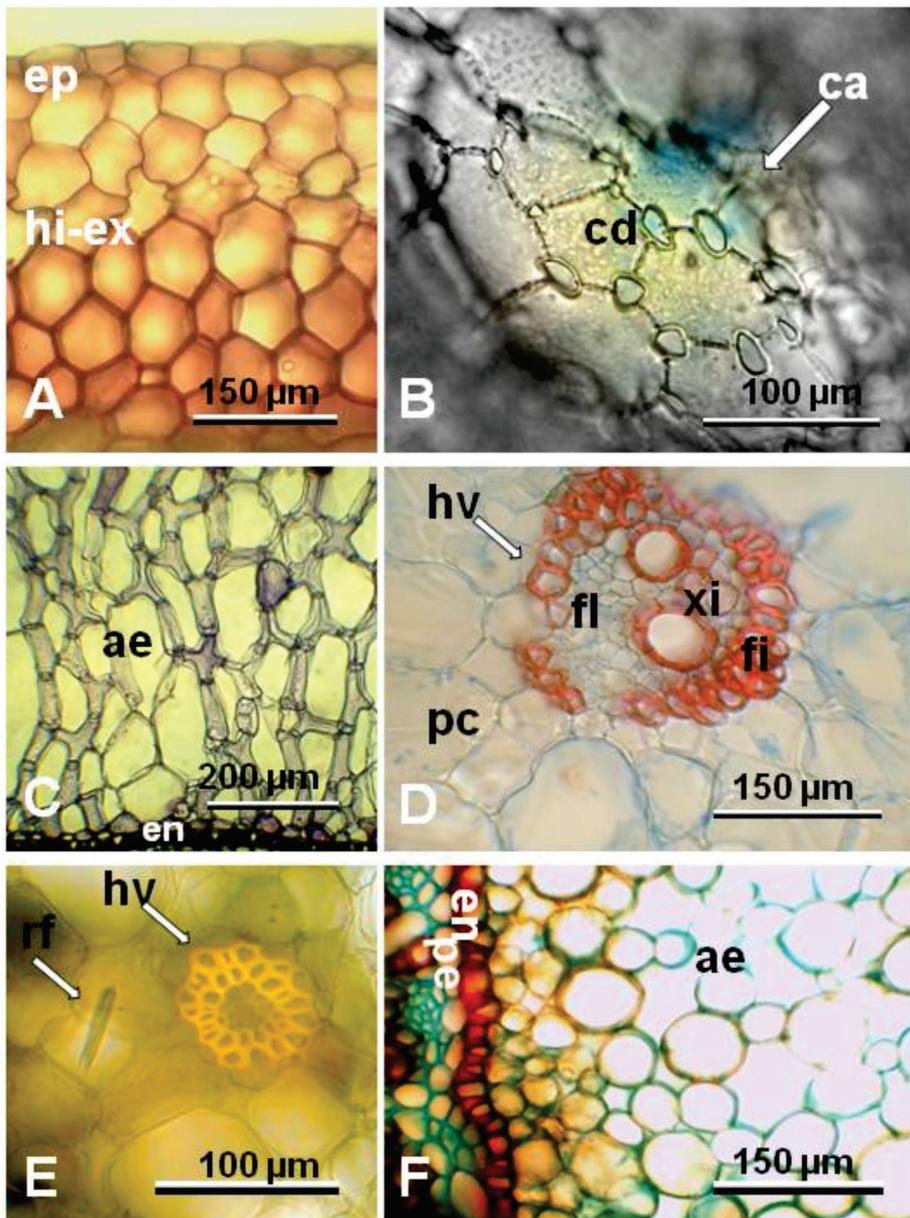
ría presentan entrenudos cortos y consistencia firme, compacta, dado su interior ocupado por parénquima reservante con meatos y lagunas para el intercambio gaseoso. Sin embargo, el rizoma de *Typha* tiene entrenudos largos y su consistencia es esponjosa por la presencia de un amplio aerénquima con grandes cámaras que ocupa la totalidad del espesor cortical.

La anatomía de los rizomas muestra características intermedias entre el tallo y la raíz. En todas las especies, el corte transversal del rizoma presenta una epidermis unistrata, de células proporcionalmente pequeñas. En la corteza en contacto con la epidermis hay una hipo-exodermis pluristrata con un número variable de capas celulares (e.g., 2-3 capas en *I. pseudacorus*, 5-6 en *Canna* spp. y hasta 8 capas en *T. latifolia*) (Fig. 1A); la corteza parenquimática restante está formada por células isodiamétricas con meatos en *C. glauca* y *C. indica*, con meatos y lagunas en *I. pseudacorus*, con cámaras aerénquimáticas obliteradas por células de diafragma en *S. montevidensis* (Fig. 1B) y por cámaras alargado-poligonales limitadas por células radialmente alargadas y ramificadas en *T. latifolia* (Fig. 1C). En este parénquima cortical se encuentran haces vasculares colaterales en las especies de *Canna* (Fig. 1D), concéntricos en *S. montevidensis* y *T. latifolia* (Fig. 1E), mientras que están ausentes en la corteza de *I. pseudacorus* (Fig. 1F). La endodermis presenta los diferentes estados de engrosamiento casparianos: el primario o banda de Caspary, el secundario en todas las paredes y el terciario con engrosamiento en las paredes radiales y tangencial interna de

las células, propio de las Monocotiledóneas (Fig. 1F; Fig. 2A, B). En el cilindro central hay junto a la endodermis una capa pericíclica o meristemática rodeando el abundante parénquima y tejido vascular (Fig. 1F; Fig. 2A, B). El parénquima medular presenta meatos y numerosos haces vasculares de tipo colateral en las especies de *Canna* y *T. latifolia* (Fig. 2B) y leptocéntricos en *I. pseudacorus* y *S. montevidensis*. En los parénquimas, cortical y medular, se hallaron abundantes reservas amilíferas, cristales de distintos tipos, sustancias lipofílicas en la epidermis, exodermis y endodermis, mucílago, resinas y taninos en la mayoría de las especies (Fig. 1E, Fig. 2C, D).

CLAVE PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS ESPECIES BASADA EN LOS CARACTERES CONSTITUTIVOS DE LOS RIZOMAS

- 1 Corteza parenquimática con células alargadas y ramificadas formando grandes cámaras aerénquimáticas. Presencia de haces vasculares ..... *Typha latifolia*
- 1' Corteza parenquimática con células isodiamétricas, redondeadas, formando meatos, lagunas o cámaras. Presencia o ausencia de haces vasculares ... 2
- 2 Ausencia de haces vasculares en la corteza parenquimática. Presencia de estiloides ..... *Iris pseudacorus*
- 2' Presencia de haces vasculares en la corteza parenquimática. Ausencia de estiloides ..... 3
- 3 Presencia de conductos mucilaginosos y microcristales. Parénquima cortical con meatos aerénquimáticos ..... *Canna* spp.
- 3' Ausencia de conductos mucilaginosos y cristales. Parénquima cortical con cámaras aerénquimáticas y células de diafragma .... *Sagittaria montevidensis*



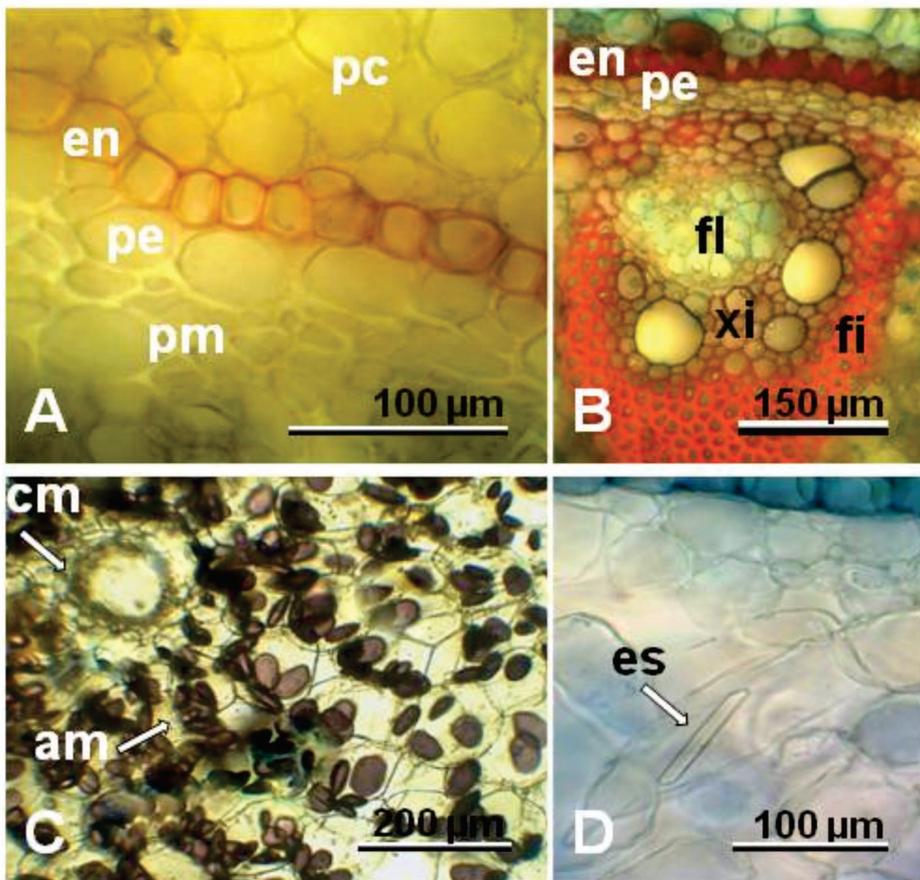
**Fig. 1.** Rizoma: epidermis y tejidos corticales. A) *Typha latifolia*: epidermis unistrata formada por células rectangulares; hipo-exodermis pluristrata, células poligonales con paredes delgadas a ligeramente engrosadas. B) *Sagittaria montevidensis*: cámara del aerénquima mostrando células de diafragma. C) *Typha latifolia*: aerénquima cortical con amplias cámaras limitadas por células parenquimáticas ramificadas. D) *Canna indica*: parénquima cortical mostrando un haz vascular colateral formado por floema, xilema y rodeado por fibras. E) *Typha latifolia*: parénquima cortical mostrando un haz leptocéntrico y rafidios. F) *Iris pseudacorus*: porción del rizoma mostrando el aerénquima cortical sin haces vasculares, la endodermis con el estado de engrosamiento terciario y la capa pericíclica del cilindro central. Referencias: ae, aerénquima; ca, cámara; cd, células de diafragma; en, endodermis; ep, epidermis; fi, fibras; fl, floema; hi-ex, hipo-exodermis; hv, haz vascular; pc, parénquima cortical; pe, periciclo; rf, rafidios; xi, xilema.

## RAÍCES

Las raíces de Monocotiledóneas son poliarcas, caracterizadas por una rizodermis frecuentemente pubescente, una amplia corteza parenquimática con exodermis y aerénquima en la parte media de la corteza sostenido por un parénquima denso, tanto en la corteza externa junto a la exodermis como en la corteza interna junto a la endodermis. Esta última capa cortical con engrosamientos casparianos. El cilindro central compacto

está formado por el periciclo, a veces, inconspicuo, que rodea al tejido vascular y la médula parenquimática. Está a veces esclerificada o reemplazada por uno o dos vasos del xilema.

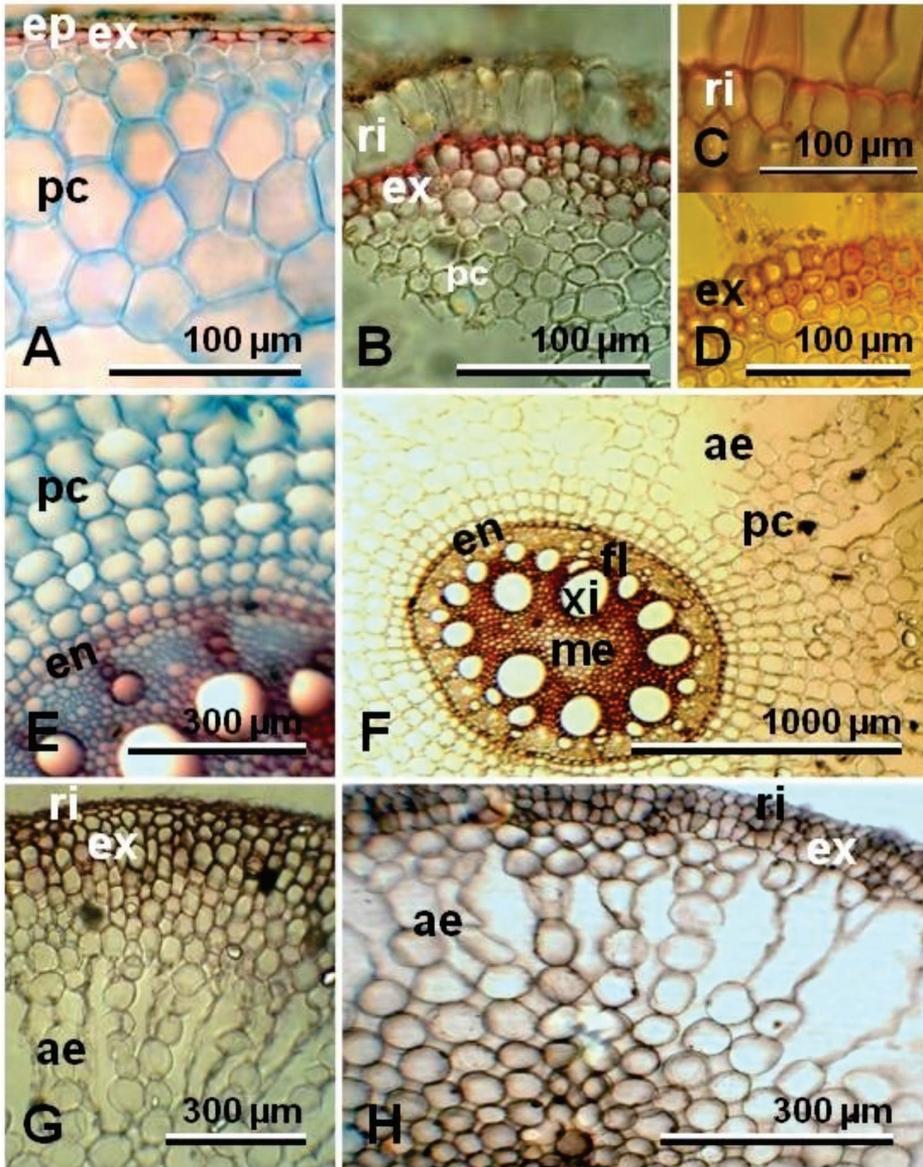
En todas las especies estudiadas, el corte transversal de la raíz muestra una rizodermis unistrata. En *Canna glauca*, *C. indica*, *E. crassipes*, *P. stratiotes* está formada por células rectangulares tangencialmente alargadas (Fig. 3A), mientras que en *J. imbricatus* son



**Fig. 2.** Rizoma: anatomía e histoquímica. A) *Iris pseudacorus*: parénquima cortical con la endodermis con estado de engrosamiento secundario, evidenciado con Sudan IV; en el cilindro central capa pericíclica con células amplias. B) *Typha latifolia*: endodermis con estado de engrosamiento terciario en U; capa pericíclica, tres a seis estratos de parénquima medular y un haz colateral medular, donde el floema y xilema están rodeados por fibras esclerenquimáticas. C) *Canna indica*: parénquima medular con abundantes amiloplastos tratados con reactivo IKI y un conducto esquizógeno mucilagínifero. D) *Iris pseudacorus*: parénquima medular con un estiloide. Referencias: am, amiloplastos; cm, conducto esquizógeno mucilagínifero; en, endodermis; es, estiloide; fi, fibras; fl, floema; pc, parénquima cortical; pe, periciclo; pm, parénquima medular; xi, xilema.

radialmente alargadas (Fig. 3B). En *Iris pseudacorus*, *S. montevidensis* y *T. latifolia* la rizodermis presenta células poligonales que en *I. pseudacorus* son radialmente alargadas y con paredes engrosadas en especial la periclinal externa, similares a la exodermis cortical formada por células poligonales con paredes suberificadas (Fig. 3C). En *Pistia stratiotes* la exodermis es unistrata y las células presentan el eje longitudinal paralelo a la superficie (Fig. 3A), en las restantes especies es pluristrata (Fig. 3B, D, G, H). En *Juncus imbricatus* tanto las células de la exodermis como las del parénquima cortical sufren engrosamiento de sus paredes, las de la exodermis además se esclerifican (Fig. 3D). La corteza parenquimática en todas las especies presenta aerénquima como consecuencia de las condiciones de hipoxia en que desarrollan. En las especies de *Canna* el parénquima cortical comprende 20-25 capas de células isodiamétricas con paredes delgadas, dispuestas en círculos concéntricos y en líneas radiadas, separadas por pequeños espacios intercelulares; tanto las células como los espacios intercelulares reducen su tamaño hacia el centro de la raíz. En este estado la endodermis presenta banda de Caspary (Fig. 3E). En una raíz más desarrollada, con engrosamiento terciario en las células de la endodermis, se observan en la corteza media, grandes cámaras radiales abarcando 6-9 capas celulares, limitadas lateralmente por tabiques de células redondeadas que pueden aparecer colapsadas. Estas cámaras quedan ubicadas y son sostenidas por 1-2 capas de parénquima denso periférico junto a la exodermis y 2-5 capas de células dispuestas en círculos concéntricos de parénquima denso junto a la endodermis (Fig. 3F, G). En *Eichornia crassipes* el parénquima cortical muestra grandes cámaras radiales abarcando un espesor de la corteza de 7-8 capas celulares, limitadas lateralmente por tabiques de células frecuentemente colapsadas. Estas cámaras quedan ubicadas y son sostenidas por 2-3 capas de parénquima denso periférico en contacto con la exodermis y 4-5 capas de células dispuestas en círculos concéntricos, que reducen su tamaño e incluso pueden

engrosar sus paredes, junto a la endodermis. En el parénquima de *I. pseudacorus* se hallaron grandes cámaras radiales abarcando un espesor de la corteza de 5-6 capas celulares, limitadas lateralmente por tabiques de células redondeadas, que si bien no se destruyen, pueden aparecer colapsadas. Estas cámaras quedan ubicadas y son sostenidas por parénquima laxo, 1-2 capas junto a la exodermis o directamente las cámaras se ubican en contacto con la exodermis y 5-7 capas de parénquima laxo formado por células isodiamétricas dispuestas en círculos concéntricos y filas radiadas separadas por notables espacios intercelulares, junto a la endodermis (Fig. 3H). En *P. stratiotes* las grandes cámaras del aerénquima abarcan un espesor de 8-10 capas celulares, limitadas lateralmente por tabiques uniseriados de células radialmente alargadas. Estas cámaras están sostenidas por 3-5 capas de parénquima denso de células isodiamétricas junto a la exodermis y 2-3 capas de parénquima denso formado por células isodiamétricas dispuestas en círculos concéntricos junto a la endodermis (Fig. 4A). Entre estas células alargadas de los tabiques aparecen paquetes de rafidios que se disponen oblicuos o transversales al eje longitudinal del tabique y se proyectan al interior de las cámaras de aire (Fig. 4A, B) y también entre las células largas aparecen grupos de células cortas conteniendo drusas (Fig. 4C). En el parénquima cortical de *S. montevidensis* se hallaron células redondeado-cuadrangulares dispuestas en círculos concéntricos y filas radiadas, que reducen el tamaño de las células y espacios intercelulares hacia el centro, abarcando 8-12 capas celulares. Las cámaras están sostenidas por 2-3 capas de parénquima denso periférico, junto a la exodermis y 9-10 capas de parénquima denso junto a la endodermis; frecuentemente se observan las células de diafragma con extensiones en sus bordes que entran en contacto con las extensiones de las células de diafragma adyacentes (Fig. 4D). En la corteza radical de *T. latifolia* se hallaron grandes cámaras abarcando el espesor de la misma (20-25 capas) desde la exodermis hasta 1-2 capas de células redondeadas



**Fig. 3.** Raíces: rizodermis y corteza. A) *Pistia stratiotes*: rizodermis con células rectangulares paralelas a la superficie; exodermis unistrata, con células poligonales alargadas periclinalmente; varios estratos de parénquima cortical. B) *Juncus imbricatus*: rizodermis células rectangulares perpendiculares a la superficie; exodermis pluristrata; parénquima cortical. C) *Iris pseudacorus*: rizodermis células poligonales perpendiculares a la superficie con pared periclinal externa engrosada. D) *Juncus imbricatus*: exodermis pluristrata, células con paredes engrosadas lignificadas y células del parénquima cortical también con paredes engrosadas. E) *Canna indica*: raíz joven con parénquima cortical denso; endodermis con banda de Caspary. F, G) *C. glauca* en dos etapas de desarrollo: F) parénquima cortical donde comenzaron a formarse las cámaras aerenquimáticas, parénquima cortical denso adyacente a la endodermis que presenta tercer engrosamiento (también se ven numerosos cordones de xilema y floema y la médula parcialmente esclerificada del cilindro central); G) rizodermis unistrata, exodermis pluristrata y parénquima aerenquimático cortical, con cámaras limitadas por tabiques de células redondeadas. H) *Iris pseudacorus*: rizodermis unistrata de células poligonales

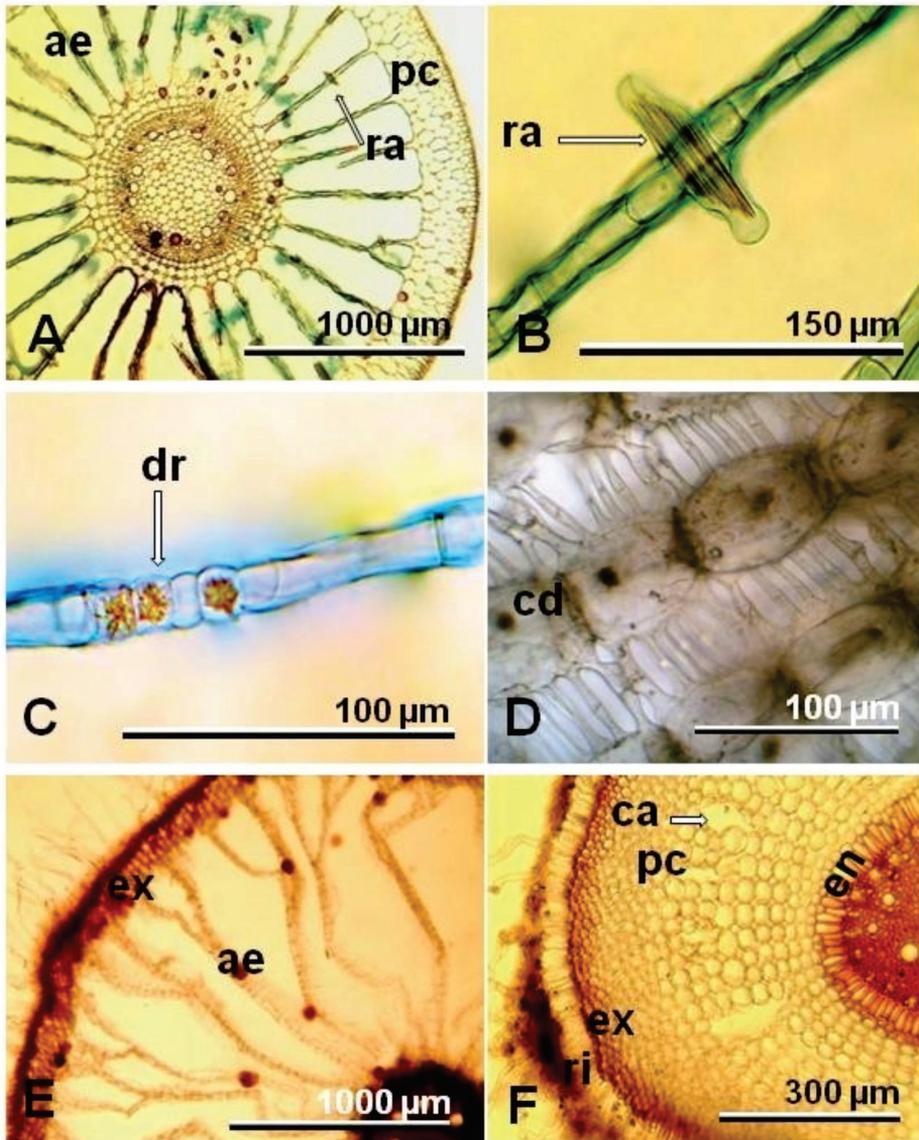
pequeñas junto a la endodermis; las cámaras están limitadas lateralmente por tabiques de células isodiamétricas, a veces colapsadas (Fig. 4E). En *J. imbricatus* el parénquima cortical posee un espesor aproximado de 20 capas celulares y está formado por células isodiamétricas separadas por pequeños espacios intercelulares. En la parte media de este parénquima cortical se forman cámaras aerénquimáticas radialmente alargadas, separadas por tabiques anchos o hasta de una célula de espesor. Estas cámaras quedan ubicadas y sostenidas por 5-8 capas de células isodiamétricas de un parénquima denso periférico junto a la exodermis y desde 1-2 hasta 7-8 capas de parénquima denso junto a la endodermis (Fig. 4F). En todas las especies la endodermis es una capa de células con engrosamiento caspariano, el que varía de acuerdo a la edad de la raíz. En *I. pseudacorus* y en *J. imbricatus* la capa de endodermis está formada por células alargadas en sentido radial (Fig. 4F, Fig. 5A, B), con engrosamiento caspariano de sus paredes que con el tiempo adquieren el aspecto de U (Fig. 4F, Fig. 5A, B), pero en *J. imbricatus* y aun en raíces jóvenes, una a dos capas de las células de parénquima que rodean la endodermis sufren engrosamiento de sus paredes, adoptando la forma de U, (Fig. 5A). En estados avanzados de desarrollo, tanto la capa de endodermis como las capas externas, están fuertemente pigmentadas y desarrollan una gruesa pared secundaria esclerificada donde se visualizan las capas de deposición de microfibrillas de celulosa y los pares de punteaduras. Las células de la capa externa a la endodermis al sufrir este fuerte engrosamiento se cierran y adoptan la forma de O (Fig. 5B). El cilindro central presenta el periciclo que limita al tejido vascular y la médula. El periciclo es más o menos conspicuo de acuerdo con la especie (Fig. 5C). Los po-

los de protoxilema, a veces difíciles de identificar, son 9-10 en *S. montevidensis*, 14-17 en *C. glauca*, *C. indica*, *E. crassipes*, *I. pseudacorus*, *P. stratiotes* y *T. latifolia*, 17-23 en *J. imbricatus* (Fig. 3F, Fig. 4A, (Fig. 6A, C). En todas las raíces estudiadas en los cordones del floema hay un conducto esquizógeno (Fig. 5C; Fig. 6D), encontrándose en *S. montevidensis* también en el parénquima cortical junto a la exodermis (Fig. 5D). En el centro de la raíz, la médula es parenquimática (Fig. 6A), a veces parcialmente esclerificada (Fig. 3F) o totalmente esclerificada (Fig. 6B, C) y en *S. montevidensis* el parénquima medular está reemplazado por uno o dos vasos o tráqueas del xilema (Fig. 6D). El análisis histoquímico dio positivo para almidón, aunque en menor cantidad que en los rizomas (Fig. 6E), los cristales hallados fueron los mismos que para rizomas (Fig. 4B, C; Fig. 6F), las sustancias lipofílicas se manifestaron principalmente en la endodermis, se obtuvo reacción positiva para mucílagos en las hidrófitas *E. crassipes* y *P. stratiotes*, solo en *I. pseudacorus* se hallaron resinas y en la mayoría de las especies se identificaron taninos (Fig. 6G).

#### CLAVE PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS ESPECIES BASADA EN LOS CARACTERES CONSTITUTIVOS DE LAS RAÍCES

- 1 Rizodermis y/o endodermis con células radialmente alargadas ..... 1'
- 2 En las capas externas a la endodermis las células de parénquima presentan paredes delgadas. Presencia de estiloides ..... *Iris pseudacorus*
- 2' En una o dos capas externas a la endodermis, las células de parénquima sufren engrosamiento adoptando la forma de U, pero luego dado el fuerte engrosamiento de sus paredes, se cierran en forma de O. Ausencia de estiloides ..... *Juncus imbricatus*
- 1' Rizodermis y endodermis con células nunca radialmente alargadas ..... 3

semejantes a la exodermis, ésta con 2-3 capas celulares; parénquima cortical periférico laxo, aerénquima medio y parénquima cortical interno también laxo, formado por círculos concéntricos de células redondeadas dispuestas de manera radiada. Referencias: ae, aerénquima; en, endodermis; ex, exodermis; fl, floema; me, médula; pc, parénquima cortical; ri, rizodermis; xi, xilema.



**Fig. 4.** Raíces: aerénquima y cristales. A-C) *Pistia stratiotes*: A) grandes cámaras aerénquimáticas en el parénquima cortical sostenidas por parénquima denso periférico y parénquima denso junto a la endodermis (también se observa el cilindro central con numerosos cordones xilemáticos y floemáticos); B) muestra ampliada de las células alargadas del aerénquima y un paquete de rafidios en posición transversal; C) muestra ampliada de las células cortas conteniendo drusas. D) *Sagittaria montevidensis*: aerénquima con células de diafragma con las extensiones laterales. E) *Typha latifolia*: rizodermis pubescente, 2-3 capas de exodermis y aerénquima en el resto de la corteza, con tabiques de las cámaras de células redondeadas. F) *Juncus imbricatus*: rizodermis, exodermis, el parénquima cortical con el aerénquima en formación y la endodermis con células radialmente alargadas. Referencias: ae, aerénquima; ca, cámara; cd, células de diafragma; dr, drusas; en, endodermis; ex, exodermis; pc, parénquima cortical; ra, rafidios; ri, rizodermis.

- 3 Médula reemplazada por uno o dos vasos .....  
..... *Sagittaria montevidensis*
- 3' Médula parenquimática o esclerificada ..... 4
- 4 Presencia de microcristales. Nunca rafidios .....  
..... *Canna* spp.
- 4' Presencia de rafidios. Nunca microcristales .... 5
- 5 Presencia de rafidios y drusas. Médula parenqui-  
mática ..... *Pistia stratiotes*
- 5' Presencia de rafidios. Ausencia de drusas. Médula  
parcial o totalmente esclerificada ..... 6
- 6 Seis a siete capas de aerénquima ubicado entre 2-  
3 capas de parénquima denso adyacente a la exo-  
dermis y 4-5 capas de parénquima de células con  
paredes gruesas, junto a la endodermis .....  
..... *Eichornia crassipes*
- 6' Veinte a veinticinco capas de aerénquima ubicado  
entre la exodermis y 1-2 capas de células con pa-  
redes delgadas, junto a la endodermis .....  
..... *Typha latifolia*

## DISCUSIÓN

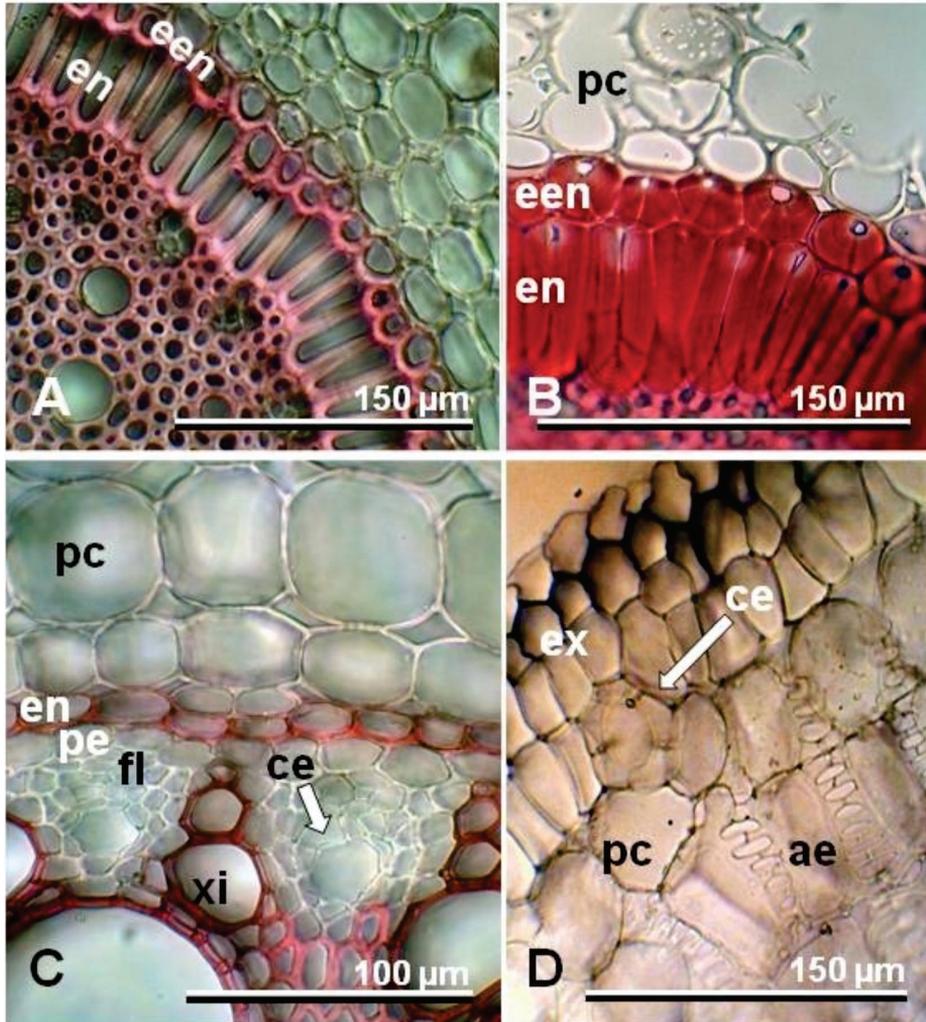
Las características de los tejidos y estructura general de los rizomas de *Canna glauca* y *C. indica* son coincidentes con las mencionadas para el rizoma de *C. coccinea* por Vizcaíno *et al.* (1998). En la estructura del rizoma se hallaron canales mucilaginosos ya mencionados para el tallo aéreo de *Canna* por Tomlinson (1969). El mismo autor indicó también la presencia de almidón, taninos y cristales distintos a rafidios, en los rizomas de *Canna*. En nuestro estudio coincidimos con la presencia y tipo de cristales y con respecto al almidón ampliamos su existencia a las raíces. El rizoma de *S. montevidensis* presenta aerénquima con cámaras obliteradas por diafragmas bien desarrollados y haces medulares leptocéntricos, como describieron Colares *et al.* (1997). Las raíces de la misma especie, tienen una corteza notablemente aerénquimática con cámaras atravesadas por diafragmas y conductos secretores ubicados adyacentes a la exodermis y en el floema de la raíz. Estos conductos fueron mencionados por Haynes *et al.* (1998) quienes expresan que en ellos se encuentra un líquido lechoso y por ello los denominaron laticíferos. Bianco *et al.* (2004) se refieren a estos conductos como esquizógeno-laticíferos, aclarando que no son tubos laticíferos. La presencia de estos conductos en la hoja de la misma especie también fue indicada

por Colares *et al.* (1997). La estructura de la raíz de *S. montevidensis* en general coincide con la descripción realizada por Andrade *et al.* (2007), sin embargo, estos autores no mencionan los conductos esquizógenos. Un carácter diagnóstico de las raíces de *S. montevidensis* es la presencia de uno o dos vasos o tráqueas del xilema ocupando el centro de la médula, esto no coincide con Andrade *et al.* (2007) quienes consideran que es un gran espacio intercelular. Si bien, Marques y Moscheta (2010) tampoco mencionan los conductos esquizógenos, si advierten sobre la presencia de uno o dos vasos del metaxilema ocupando el centro de la médula. En *P. stratiotes* los rasgos estructurales de la raíz coinciden con los mencionados por Colares *et al.* (1997). En la corteza de las raíces de *E. crassipes* observamos células con paredes engrosadas, esclerificadas adyacentes a la endodermis. Estas fueron mencionadas para *E. azurea* pero no, para *E. crassipes* por Novoa *et al.* (1998), se infiere que la diferencia debe estar dada por una diferente edad de la raíz. Bona y Morretes (2003) refirieron para algunas hidrófitas la presencia de engrosamientos casparianos en la exodermis, lo cual no fue observado en ninguna de las especies aquí estudiadas. La endodermis de todas las raíces estudiadas presentó desde el primero al tercero de los estadios de engrosamiento caspariano, como fue reportado por Menezes *et al.* (2005) y Andrade *et al.* (2007). En la corteza de las raíces frecuentemente se observó la disposición radial de las células del parénquima, lo cual sugiere la actividad meristemática de la endodermis que les daría origen, esto fue previamente señalado por (Bona y Morretes, 2003; Menezes *et al.* 2005; Marques y Moscheta, 2010). El aerénquima de *J. imbricatus* evidencia su formación lisígena, este resultado coincide con el obtenido por Visser *et al.* (2006) trabajando con *J. effusus*, donde los autores demuestran que en este género el aerénquima es un carácter constitutivo, que se desarrollará lo mismo en condiciones de suelos no inundados con buena oxigenación, como en los inundados con condiciones de hipoxia.

## CONCLUSIONES

Se ha profundizado en el conocimiento por medios histoquímicos sobre la presencia de almidón, sustancias lipofílicas (lípidos),

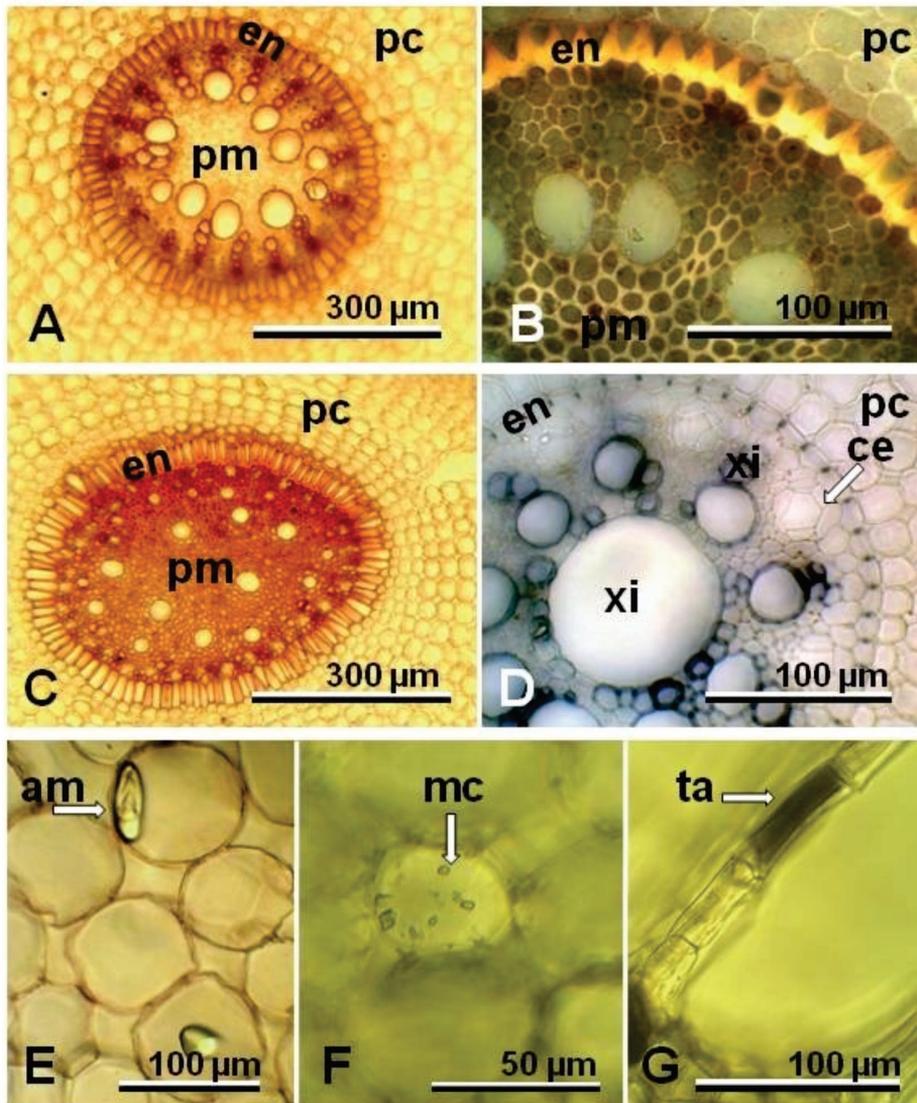
mucílagos, resinas y sustancias fenólicas (taninos) en los rizomas y raíces estudiados. El análisis estructural, permitió derivar los siguientes caracteres diagnósticos: (1) forma de las células de la rizodermis; (2) alargamiento,



**Fig. 5.** Raíces: endodermis y conductos esquizógenos. A-B) *Juncus imbricatus* en dos etapas de su desarrollo: A) endodermis formada por células radialmente alargadas con el tercer engrosamiento en U e inicio de engrosamiento de las células externas a la endodermis, con forma de U; B) endodermis en U y capa externa a la endodermis con fuerte engrosamiento de sus paredes adoptando la forma de O que contrasta con las células del aerénquima cortical. C) *Canna glauca*: parénquima cortical con pequeños espacios intercelulares adyacente a la endodermis; ésta con tercer engrosamiento en sus paredes; cilindro central con el periciclo y cordones de xilema que alternan con los de floema, parénquima en proceso de esclerificación. En cada cordón de floema un conducto esquizógeno. D) *Sagittaria montevidensis*: entre la exodermis y el parénquima cortical un conducto esquizógeno. Referencias: ae, aerénquima; ce, conducto esquizógeno; een, capa externa a la endodermis; en, endodermis; ex, exodermis; fl, floema; pc, parénquima cortical; pe, periciclo; xi, xilema.

miento periclinal o anticlinal de las células de la rizodermis; (3) forma de las células del aerénquima; (4) espesor del aerénquima; (5) alargamiento y engrosamiento de las

lulas de la endodermis y capas corticales adyacentes; (6) tipos de cristales; (7) distribución de los haces vasculares en los rizomas; (8) modificaciones de la médula (pa-



**Fig. 6.** Raíces: cilindro central e histoquímica. A- B) *Iris pseudacorus* en dos etapas de su desarrollo: A) raíz joven con endodermis en proceso de engrosamiento y médula parenquimática; B) raíz adulta con fuerte engrosamiento terciario en la endodermis y el parénquima medular esclerificado. C) *Juncus imbricatus*: centro de raíz mostrando fuerte esclerificación de los tejidos del cilindro central. D) *Sagittaria montevidensis*: endodermis con banda de Caspary, el periciclo inconspicuo rodea a los cordones de xilema y cordones de floema con conductos esquizógenos; un vaso del xilema ocupando el centro de la raíz. E) *Canna glauca*: almidón en el parénquima cortical. F) *C. indica*: microcristales en el parénquima cortical. G) *Pistia stratiotes*: taninos en células del aerénquima cortical. Referencias: am, almidón; ce, conducto esquizógeno; en, endodermis; mc, microcristales; pc, parénquima cortical; pm, parénquima medular; ta, taninos; xi, xilema.

rénquima, parénquima esclerificado o reemplazada por vasos o tráqueas). Estos caracteres constitutivos permitieron generar las claves dicotómicas de identificación micrográfica de los rizomas y de las raíces, constituyendo una herramienta de valor en el control de calidad botánica.

#### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se desarrolló en el marco del Programa de incentivos a los docentes- investigadores. Nuestro agradecimiento a la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de La Plata.

#### BIBLIOGRAFÍA

- Alonso J., Desmarchelier C. 2005. Plantas medicinales autóctonas de la Argentina. L.O.L.A. [Literature of Latin America], Buenos Aires, 663 pp.
- Amorín J. L., Rossow R. A. 1989-1992. Guía taxonómica con plantas de interés farmacéutico. *Dominguense* 7: 31-38.
- Andrade M. A., Maranho L. T., Preussler K. H., Cubas S. 2007. Organização estrutural da raiz e folha de *Sagittaria montevidensis* Cham & Schtdl, Alismataceae. *Revista Brasileira de Biociências* 5: 117-119.
- Arambarri A. M., Novoa M. C., Hernández M. P., Colares M. N., Perrotta V. G. 2013. Anatomía de Dicotiledóneas: tallos de hierbas terrestres medicinales rioplatenses (Buenos Aires, Argentina). *Bonplandia* 22: 5-28.
- Barboza G. E., Cantero J. J., Núñez C. O., Ariza Espinar L. 2006. Flora medicinal de la provincia de Córdoba (Argentina), Museo Botánico de Córdoba, Gráficamente ediciones, Córdoba, 1264 pp.
- Barboza G. E., Cantero J. J., Núñez C., Pacciaroni A., Ariza Espinar L. 2009. Medicinal plants: A general review and a phytochemical and ethnopharmacological screening of the native Argentine Flora. *Kurtziana* 34: 7-365.
- Bianco C. A., Kraus T. A., Vegetti A. C. 2004. La hoja. Morfología externa y anatomía. Universidad Nacional de Río Cuarto. Universidad Nacional del Litoral. 196 pp.
- Bona C., Morretes B. L. 2003. Anatomia das raízes de *Bacopa salzmanii* (Benth.) Wettst. ex Edwall e *Bacopa monnierioides* (Cham.) Robinson (Scrophulariaceae) em ambientes aquático e terrestre. *Acta Botânica Brasileira* 17: 155-170.
- Colares M. N., Delucchi G., Novoa M. C., Vizcaino C. E. 1997. Anatomía y etnobotánica de las especies medicinales de Monocotiledóneas de la Estepa Pampeana: Alismataceae, Araceae y Arecaceae. *Acta Farmacéutica Bonaerense* 16: 137-143.
- Colares M. N., Hernández M. P., Novoa M. C., Perrotta V. G., Auguet S., Arambarri A. M. 2014. Anatomía comparada de raíces medicinales de hierbas terrestres rioplatenses (Buenos Aires, República Argentina). *Dominguense* 30: 5-18.
- Cosa M. T., Dottori N., Stiefkens L., Hadid M., Matesevach M., Delbón N., Wiemer P. Machado S., Cabrera V., Costa C., Pérez A., Trenchi A. 2014. Aplicaciones de técnicas de histología vegetal a la resolución de diversos problemas. Laboratorio de Morfología Vegetal, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, 133 pp.
- D'Ambrogio A. 1986. Manual de técnicas en histología vegetal. Ed. Hemisferio Sur, Buenos Aires, 86 pp.
- Domínguez J. A. 1928. Contribuciones a la materia médica argentina. Instituto de Botánica y Farmacología [Facultad de Ciencias Médicas de Buenos Aires], Ed. Peuser, Buenos Aires, 433 pp.
- Evans D. E. 2003. Aerenchyma formation. *New Phytologist* 161: 35-49.
- Farina E. L., Orfila E. N. 2000. Plantas acuáticas de utilidad económica presentes en el Arroyo Azul, provincia de Buenos Aires, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional del Centro de la provincia de Buenos Aires. 27 pp.
- González M., Lombardo A., Vallarino A. 1937. Plantas de la medicina vulgar de Uruguay. Talleres Gráficos, Montevideo, pp. 10.
- Haynes R. R., Les D. H., Holm-Nielsen L. B. 1998. Flowering plants. Monocotyledons: Alismatanae and Commelinanae (except Gramineae). Vol. 4: 11-18. In: (K. Kubitzki, ed.). The families and genera of vascular plants Springer-Verlag. Berlin Heidelberg GmbH.
- Hernández M. P., Colares M. N., Civitella S. M. 2009. Plantas utilizadas en medicina popular en un sector del Partido de Berisso, Buenos Aires, Argentina. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas* 8: 435-444.
- Hernández M. P., Civitella S. M., Rosato V. G. 2010. Uso medicinal popular de plantas y líquenes de la Isla Paulino, provincia de Buenos Aires, Argentina. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas* 9: 258-269.
- Hernández M. P., Novoa M. C., Arambarri A. M., Oviedo M. A. 2015a. Plantas medicinales y para condimento usadas en el sudeste del Partido de Berisso (Buenos Aires, Argentina). *Bonplandia* 24: 125-138.
- Hernández M. P., Novoa M. C., Civitella S. M., Mason D., Oviedo A. 2013. Plantas usadas en la medicina popular en la Isla Santiago, Buenos Aires, Argentina. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas* 12: 385-399.

- Hernández M. P., Novoa M. C., Colares M. N., Perrotta V. G., Nughes L. M., Arambarri A. M. 2015b. Anatomía foliar de hierbas terrestres medicinales que crecen en la región rioplatense (Buenos Aires, Argentina). *Bonplandia* 24: 97-123.
- Hieronymus G. 1882. *Plantae diaphoricae florum argentinæ*. Boletín de la Academia de Ciencias de Córdoba 4: 199-598.
- Hurrell J. A., Delucchi G. 2008. Cannaceae. En: (Hurrell J. A., dir.). *Flora rioplatense: sistemática, ecología y etnobotánica de las plantas vasculares rioplatenses parte 3: Monocotiledóneas vol. 1*. L. O. L. A. (Literature of Latin America), Buenos Aires, 336 pp.
- Hurrell J. A., Bazzano D. A., Delucchi G. 2005. Monocotiledóneas herbáceas, nativas y exóticas. L.O.L.A. (Literature of Latin America), Buenos Aires, 320 pp.
- Hurrell J. A., Roitman G., Delucchi G. 2009. Iridaceae. En: (Hurrell J. A., dir.). *Flora rioplatense: sistemática, ecología y etnobotánica de las plantas vasculares rioplatenses parte 3: Monocotiledóneas*. Vol. 4 L. O. L. A. (Literature of Latin America), Buenos Aires, 424 pp.
- Johansen D. A. 1940. *Plant microtechnique*. McGraw-Hill Book Company, New York.
- Lahitte H. B., Hurrell J. A. 1996. Las plantas de la medicina popular de la isla Martín García. Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires (CICPBA). 246 pp.
- Lahitte H. B., Hurrell J. A., Belgrano M. J., Jankowski L. S., Haloua M. P., Mehlreter K. 2004. Plantas medicinales rioplatenses. L.O.L.A. (Literature of Latin America), Buenos Aires. 240 pp.
- Lahitte H. B., Hurrell J. A., Mehlreter K., Belgrano M. J., Jankowski L. S., Haloua M. P., Canda G. 1997. Plantas de la costa. L.O.L.A. (Literature of Latin America), Buenos Aires. 200 pp.
- Luque R., Sousa H. C., Kraus J. E. 1996. Métodos de coloração de Roeser (1972) -modificado- e Kropp (1972) visando a substituição do azul de astra por azul de alciano 8 GS ou 8GX/Staining methods of modified Roeser (1972) and Kropp (1972), aiming at substituting the astra blue by alcian blue 8GS or 8GX. *Acta Botanica Brasílica* 10: 199 - 212.
- Marinoff M. A., Chifa C., Ricciardi A. I. A. 2006. Especies hidrófitas y palustres utilizadas como medicinales por los habitantes del norte y nordeste de la provincia del Chaco. *Dominguezia* 22: 15-19.
- Marques Sanches Marques A. M., Moscheta I. S. 2010. Anatomy of the root of eight species of emergent aquatic macrophytes from the upper Paraná river, Paraná State, Brasil floodplain. *Acta Scientiarum. Biological Sciences* 32: 297-304.
- Martínez Crovetto R. 1981. Plantas utilizadas en medicina en el noroeste de Corrientes (República Argentina). *Miscelánea (Fundación Miguel Lillo)* 69: 1-139.
- Menezes N. L., Silva D. C., Arruda R. C. O., Melo-de-Pinna G. F., Cardoso V. A., Castro N. M., Scatena V. L., Scremin-Dias E. 2005. Meristematic activity of the endodermis and the pericycle in the primary thickening in Monocotyledons. Consideration on the «PTM». *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 77: 259-274.
- Metcalfe C. R., Chalk L. 1979. *Anatomy of the Dicotyledons*. Vol. 1, Clarendon Press, Oxford, 276 pp.
- Novoa M. C., Vizcaíno C. E., Colares M. N. 1998. Anatomía y etnobotánica de las especies medicinales de Monocotiledóneas de la Estepa Pampeana de Argentina: Orchidaceae y Pontederiaceae. *Acta Farmacéutica Bonaerense* 17: 165-172.
- Novoa M. C., Colares M. N., Arambarri A. M. 2012. Anatomy of Monocotyledons: stems and rhizomes of land herbs used as medicinal in the Rio de la Plata area (Argentina). *Bonplandia* 21: 53-61.
- Passarelli L. M., Roller C. H., Ciciarelli M. M., Dedomenici A. C., González G. 2014. Flora vascular de humedales permanentes y transitorios bonaerenses (Buenos Aires, Argentina). *Botanica Complutensis* 38: 139-154.
- Pochettino M. L., Martínez M. R., Itten B., Zucaro M. 1997. Las plantas medicinales como recurso terapéutico en una población urbana: estudio etnobotánico en Hernández (Pdo. La Plata, Prov. Buenos Aires, Argentina). *Parodiana* 10: 141-152.
- Rondina R. V. D., Bandoni A. L., Coussio J. D. 2008. Especies medicinales argentinas con potencial actividad analgésica. *Dominguezia* 24: 47-69.
- Rondina R. V. D., Bandoni A. L., Coussio J. D. 2010. Argentine medicinal plants with potential antifungal activity. *Dominguezia* 26: 31-39.
- Ruzin S.E. 1999. *Plant microtechnique and microscopy*. University Press, Oxford, 323 pp.
- Schussler E. E., Longstreth D. J. 2000. Changes in cell structure during the formation of root aerenchyma in *Sagittaria lancifolia* (Alismataceae). *American Journal of Botany* 87: 12-19.
- Seago Jr. J. L., Marsh L. C., Stevens K. J., Soukup A., Votrubová O., Enstone D. E. 2005. A re-examination of the root cortex in wetland flowering plants with respect to aerenchyma. *Annals of Botany* 96: 565-579.
- Tomlinson P. B. 1969. Cannaceae. En: Kubitzki K. (ed.) 1998. *Flowering plants Monocotyledons. The families and genera of vascular plants*. Vol. 4: 103-106.
- Toursarkissian M. 1980. *Plantas medicinales de la Argentina*. Ed. Hemisferio Sur, Buenos Aires. 178 pp.
- Tur N. M. 2008. *Pistia stratiotes*, Alismataceae, Pontederiaceae. En: Hurrell J. A. (dir.). *Flora rioplatense: sistemática, ecología y etnobotánica de las plantas vasculares rioplatenses parte 3:*

- Monocotiledóneas vol 1. L. O. L. A. (Literature of Latin America), Buenos Aires, 336 pp.
- Visser E. J. W., Bögemann G. M. 2006. Aerenchyma formation in the wetland plant *Juncus effuses* is independent of ethylene. *New Phytologist* 171: 305-314.
- Vizcaino C. E., Novoa M. C., Colares M. N., Delucchi G. 1998. Anatomía y etnobotánica de las especies medicinales de Monocotiledóneas de la Estepa Pampeana Argentina: Cannaceae, Commelinaceae e Iridaceae. *Acta Farmacéutica Bonariense* 17: 85-90.
- Yasue T. 1969. Histochemical identification of calcium oxalate. *Acta Histochemica et Cytochemica* 2: 83-95.
- Zarlavsky G. E. 2014. Histología vegetal. Técnicas simples y complejas. Sociedad Argentina de Botánica, 198 pp.

## APÉNDICE

Lista en orden alfabético de nombres científicos de las especies estudiadas con su familia, nombre vulgar de uso frecuente, uso popular y actividad biológica. Los usos están referidos a los órganos subterráneos.

*Canna glauca* (Cannaceae): «achira blanca». Nativa. Usos: diurético y diaforético y analgésico antirreumático, antiinflamatorio (González *et al.*, 1937; Martínez Crovetto, 1981; Toursarkissian, 1980; Lahitte *et al.*, 2004; Hurrell *et al.*, 2005; Marinoff *et al.*, 2006; Barboza *et al.*, 2009).

*Canna indica* (Cannaceae): «achira roja». Nativa. Usos: diurético, emenagogo, antible-norrágico, antirreumático, antiasmático, emoliente, antinefrítico (Lahitte *et al.*, 2004; Hurrell *et al.*, 2005; Marinoff *et al.*, 2006; Hurrell & Delucchi, 2008; Hernández *et al.*, 2010). Los rizomas también se consumen como alimento.

*Eichornia crassipes* (Pontederiaceae): «Jacinto de agua». Nativa. Usos: antidiarréico, antiblenorrágico, antigonorreico, antidisentérico, astringente (Lahitte *et al.*, 1997; Lahitte *et al.*, 2004; Alonso & Desmarche-

lier, 2005; Hurrell *et al.*, 2005; Marinoff *et al.*, 2006; Tur, 2008). Actividad biológica: raíz antibacterial (Barboza *et al.*, 2009).

*Iris pseudacorus* (Iridaceae): «lirio amarillo de bañado». Adventicia. Usos: astringente, catártico, diurético, emenagogo, emético, tónico, vermífugo, aperitivo y expectorante; el polvo del rizoma seco es estornudatorio. Se utiliza para aromatizar cosméticos y en perfumería, como fuente de tintura los rizomas producen un colorante negruzco en combinación con sales de hierro (Lahitte *et al.*, 1997; Lahitte *et al.*, 2004; Hurrell *et al.*, 2005; Barboza *et al.*, 2006; Hurrell *et al.*, 2009; Hernandez *et al.*, 2013).

*Juncus imbricatus* (Juncaginaceae): «junco». Nativa. Usos: emenagogo al igual que *J. pallidus* Lam., *J. tenuis* Willd. y *J. capillaceus* Lam. (Lahitte *et al.*, 2004; Barboza *et al.*, 2006, 2009).

*Pistia stratiotes* (Araceae): «repollito de agua». Nativa. Usos: hidropesía, antinefrítico, diurético, emoliente, pectoral y oftálmico (Toursarkissian, 1980; Marinoff *et al.*, 2006; Tur, 2008; Barboza *et al.*, 2009), pero la planta puede resultar tóxica produciendo vómitos y diarrea (Hurrell *et al.*, 2005). Actividad biológica: antibacterial (Barboza *et al.*, 2009).

*Sagittaria montevidensis* (Alismataceae): «saeta». Nativa. Usos: refrigerante, rubefaciente, diurético, antiepiléptico (Hieronymus, 1882; Lahitte & Hurrell, 1996; Toursarkissian, 1980; Farina & Orfila, 2000; Hurrell *et al.*, 2005; Marinoff *et al.*, 2006).

*Typha latifolia* (Typhaceae): «espadaña». Cosmopolita. Usos: antiulceroso (Hurrell *et al.*, 2005; Barboza *et al.*, 2009). En la isla Martín García se les da el mismo uso a *T. domingensis* Pers. y *T. subulata* Crespo & R. L. Pérez-Mor. (Lahitte & Hurrell, 1996). Los rizomas se consumen como alimento.