



DESARROLLO DE LA VARIANTE CAMBIAL EN *SERJANIA MERIDIONALIS* (SAPINDACEAE, PAULLINIEAE)

M. Lucía Borniego¹ & Pablo A. Cabanillas²

¹Instituto de Fisiología Vegetal, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, Calles 117 y 61, 1900 La Plata, Buenos Aires, Argentina.

²Cátedra de Morfología Vegetal, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, Paseo del Bosque s/n°, 1900 La Plata, Buenos Aires, Argentina; cabanillaspablo@gmail.com (autor corresponsal).

Abstract. Borniego, M. L. & P. A. Cabanillas. 2014. Cambial variant development in *Serjania meridionalis* (Sapindaceae, Paullinieae). *Darwiniana*, nueva serie 2(1): 144-153.

The family Sapindaceae is one of the most important groups of neotropical climbers and it has several cambial variants, some of which are exclusive. In this contribution, we described the wood development of *Serjania meridionalis*, the southernmost distributed species of the genus, studied by conventional anatomical techniques and based on material from Martín García island (Buenos Aires, Argentina). The primary vascular system is eustelic. Secondary growth begins with a typical cambium; however, secondary thickening supernumerary meristems dedifferentiate later. These meristems produce new vascular cylinders (secondary xylem and phloem) in the periphery of the original vascular cylinder. The presence of corded vascular cylinders in older stems of *S. meridionalis* is new for the species and raises the need to review the presence-absence of cambial variants dichotomy in many identification keys.

Keywords. Cambial variant; corded vascular cylinder; liana; Sapindaceae; *Serjania*; southern South America.

Resumen. Borniego, M. L. & P. A. Cabanillas. 2014. Desarrollo de la variante cambial en *Serjania meridionalis* (Sapindaceae, Paullinieae). *Darwiniana*, nueva serie 2(1): 144-153.

La familia Sapindaceae representa uno de los grupos de plantas trepadoras más importante del Neotrópico y presenta diversas variantes cambiales, algunas exclusivas. En esta contribución se describe el desarrollo del leño de *Serjania meridionalis*, la especie más austral del género, estudiado mediante técnicas anatómicas convencionales sobre la base de material proveniente de Isla Martín García (Buenos Aires, Argentina). El sistema vascular primario es eustélico. El crecimiento secundario se inicia con un cambium típico; sin embargo, con posterioridad, se desdiferencian meristemas de engrosamiento secundario supernumerarios. Estos meristemas producen nuevos cilindros vasculares (xilema y floema secundarios) en la periferia del cilindro vascular original. La presencia de cilindros vasculares cordados en los tallos añosos de *S. meridionalis* es novedad para la especie y plantea la necesidad de rever la dicotomía presencia-ausencia de variantes cambiales en muchas claves de identificación.

Palabras clave. Cilindros vasculares cordados; liana; Sapindaceae; *Serjania*; Sudamérica austral; variante cambial.

INTRODUCCIÓN

La xilología se basa, casi en su totalidad, en el estudio de especies arbóreas (Dicotiledóneas y Coníferas), que típicamente presentan un único cambium continuo, bifacial (que produce xilema centrípeto y floema centrifugo) y de contorno circular (Carlquist, 1988). Las plantas trepadoras presentan tallos delgados que transportan agua hacia una gran superficie foliar y, en comparación con los árboles, están sometidos a mayores esfuerzos de torsión y flexión. En consecuencia, sus tejidos de conducción secundarios, que cumplen funciones tanto hidráulicas como mecánicas, muchas veces presentan elementos poco comunes en otros tipos biológicos, como vasos de gran calibre o radios agregados. Es frecuente que en estas plantas, el xilema y floema secundarios presenten distribuciones atípicas, llamadas *variantes cambiales* que, por lo general, son constantes a nivel específico (Obaton, 1960; Metcalfe & Chalk, 1983; Carlquist, 1988). Por ello, las variantes cambiales son consideradas caracteres diagnósticos para especies de plantas trepadoras y, con frecuencia, se utilizan en claves taxonómicas (Radlkofer, 1931; Acevedo-Rodríguez, 1993, 2003; Ferrucci, 1998; Ferrucci et al., 2002). La mayoría de las variantes cambiales son evidentes en las primeras etapas del crecimiento secundario; sin embargo, en algunos casos sólo se reconocen en individuos añosos (Metcalfe & Chalk, 1983; Carlquist, 1988; Lev-Yadún & Aloni, 1993; Tamaio & Somner, 2010; Cabanillas et al., 2014).

Las variantes cambiales llamaron la atención de los botánicos del siglo XIX. Schenck (1893) publicó sus estudios pioneros sobre anatomía de lianas de Brasil, e incluyó varias especies de la familia Sapindaceae. Posteriormente, Solereder (1908) incluyó lianas en su estudio sobre anatomía comparada de Dicotiledóneas; Shirley & Lambert (1918) investigaron la anatomía de 53 especies de trepadoras pertenecientes a 23 familias con el objetivo de utilizar estos caracteres para una posterior identificación taxonómica. Radlkofer (1931), en su tratado sobre la familia Sapindaceae, incluyó descripciones de los patrones de crecimiento secundario de los tallos. Putz & Mooney (1991) resumen la mayoría de la información publicada en inglés sobre distribución, evolución, morfología, anatomía, fisiología, desarrollo, ecología e importancia económica

de las plantas trepadoras. A partir de entonces, las plantas trepadoras suscitaron un creciente interés por su morfología (Bowling & Vaughn, 2009; Dubuisson et al., 2003), anatomía (Angyalossy et al., 2012; Araújo & Costa, 2006, 2007; Tamaio & Angyalossy, 2009; Tamaio & Somner, 2010), ecología (Garrido-Pérez et al., 2012 Lorea & Brassiolo, 2007; Schnitzer et al., 2005), fisiología (Engelberth, 2003), biomecánica (Selaya & Anten, 2008; Speck & Rowe, 2003) y evolución (Gianoli, 2004; Krings et al., 2003).

La familia Sapindaceae es uno de los grupos más importantes de plantas trepadoras del Neotrópico y presenta numerosas especies con variantes cambiales, como tallos lobulados y masas xilemáticas compuestas, algunas exclusivas de la familia: masas xilemáticas cordadas, masas xilemáticas separadas y masas xilemáticas divididas (Metcalfe & Chalk, 1983; Carlquist, 1988; Gentry, 1991).

El género *Serjania* Mill. comprende 230-250 especies distribuidas desde el sur de los Estados Unidos de Norteamérica hasta Uruguay y centro de Argentina. *Serjania meridionalis* Cambess. crece en Brasil (desde Maranhão hasta Rio Grande do Sul), Paraguay oriental, Bolivia, Uruguay, norte de Argentina y alcanza la isla Martín García (Buenos Aires), que representa el extremo austral de la distribución del género. Esta especie es una trepadora leñosa con zarcillos derivados de inflorescencias, que presenta dos sistemas de ejes (epiclinos y rastrojos) y vástagos jóvenes erectos (Acevedo-Rodríguez, 1993; Ferrucci, 1998, 2004; Hurrell, 2006; Cabanillas & Hurrell, 2012). Hasta el momento, en la literatura referente a esta especie, no hay ninguna mención sobre la presencia de variante cambial; sin embargo, estos estudios no incluyen tallos añosos, por lo que es posible su desarrollo tardío. El único registro previo que sugeriría la presencia de variante cambial es una fotografía de un tallo leñoso de *S. meridionalis* publicada por Hurrell (2006), aunque sin ninguna mención ni descripción sobre su estructura interna.

Este trabajo aborda el estudio ontogenético del leño en tallos de *S. meridionalis* en ejemplares provenientes de la Isla Martín García (Buenos Aires, Argentina), en el extremo sur de su distribución geográfica. Los objetivos son describir su anatomía y determinar si presenta o no variante cambial. Además, se discute la terminología utilizada para

diferentes tipos de variantes cambiales y se propone un nuevo término para la variante cambial presente en la especie estudiada.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se estudiaron tallos jóvenes erectos y tallos epiclinos de *S. meridionalis* de 0,2-7 cm de diám. con crecimiento primario y diversos estadios del crecimiento secundario, coleccionados en la Isla Martín García (Buenos Aires, Argentina). Los ejemplares de referencia se depositaron en el Herbario LP (Thiers, 2014). Los preparados microscópicos y las muestras xilológicas se depositaron en la Xiloteca XCD Ing. Elvira Rodríguez (Cátedra de Dendrología, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata), con los números T5, T6, T8 y T15.

Se midió el diámetro de los diferentes entrenudos y se numeraron desde el ápice de manera creciente (solo en algunos casos no fue posible numerar el entrenudo dada su gran distancia al ápice).

Para cada entrenudo se realizaron cortes transversales seriados y longitudinales (tangenciales y radiales) de 50-100 μm , con micrótopo y xilótomo, que se analizaron con microscopio óptico. La tinción se realizó por doble coloración con safranina 1% en alcohol 80, y "fast green" 1% en alcohol 100. Se realizaron montajes transitorios en gelatina-glicerina y permanentes en medio sintético (Canadax Biopur). Además, se realizó el test de floroglucinol para la determinación de lignina (Johansen, 1940).

Las descripciones cuali-cuantitativas se realizaron según los criterios de International Association of Wood Anatomists (IAWA, 1989) y los aportes específicos de Metcalfe & Chalk (1983), Carlquist (1988) y Tamaio & Somner (2010).

Las observaciones se documentaron mediante dibujos realizados con cámara clara adosada al microscopio óptico y fotomicrografías.

Material de referencia

ARGENTINA. **Buenos Aires**. Pdo. de La Plata, Isla Martín García, borde de camino cerca del camping viejo, 26-V-2010 (fr), *Cabanillas et al.* 8 (LP);

borde de camino detrás del camping, camino a la casa de bombas, 25-V-2010 (fr), *Cabanillas 1* (LP); bosque higrófilo en la costa sudoeste, 25-V-2010 (fr), *Cabanillas et al.* 3 (LP); 26-V-2010 (fr), *Cabanillas 5* (LP); selva marginal, en sendero a 100 m al norte de la casa de bombas, 25-V-2010, *Cabanillas 2* (LP).

Material adicional examinado

ARGENTINA. **Buenos Aires**. Pdo. de La Plata, Isla Martín García, arenal central, 26-I-1997 (fl), *Hurrell et al.* 3456 (LP); arenal central, alrededores, 3-III-1996 (fl), *Hurrell et al.* 2981 (LP); barranca de la casa de la Comisión Administradora del Río de la Plata, 24-I-1996 (fl), *Hurrell et al.* 2831 (LP); camino al Barrio Chino, 12-I-1996 (fl), *Hurrell et al.* 2691 (LP); camino al basural, 18-II-1998 (fl), *Hurrell et al.* 3865 (LP); camino al cementerio, 3-III-1996 (fl), *Hurrell et al.* 2983 (LP); camino al crematorio, 28-VII-1994 (fr), *Hurrell et al.* 1829 (SI); 10-I-1995 (fl), *Hurrell et al.* 2279 (LP); 15-I-1996 (fl, fr), *Hurrell & Belgrano* 2756 (LP); camino de la casa de bombas a la pista de aterrizaje, 28-VII-1994 (fr), *Hurrell et al.* 1828 (SI); cantera próxima al muelle, 28-VII-1994 (fr), *Hurrell et al.* 1830 (SI); casa de bombas, 20-III-1996 (fr), *Hurrell et al.* 3037 (LP); cerca del muelle, 10-XII-1994 (fl), *Hurrell et al.* 2170 (SI); cerca de la casa de bombas, 12-XI-1994 (fl), *Hurrell et al.* 2143 (SI); cerca del tanque de combustible, 22-X-1992 (fl), *Hurrell et al.* 1256 (LP).

RESULTADOS

El sistema vascular primario es eustélico. El crecimiento secundario se inicia con un cambium típico; sin embargo, con posterioridad, se desdiferencian meristemas de engrosamiento secundario supernumerarios. Estos meristemas producen nuevos cilindros vasculares (xilema y floema secundarios) en la periferia del cilindro original. Según un criterio topográfico, el cilindro originado por el cambium toma el nombre de *cilindro vascular central*; mientras que los cilindros originados por los meristemas supernumerarios se denominan *cilindros vasculares externos* (Fig. 1A-D).

Crecimiento primario

Tallos costillados hasta de 2,5 mm de diám. 8-10 costillas. Cilindro central eustélico (Fig. 2A).

Médula con dos zonas: una interna compuesta por células isodiamétricas de 21-85,5 µm de diám., de paredes delgadas y no lignificadas; y otra externa compuesta por células isodiamétricas de 12,2-26,8 µm de diám., de paredes más gruesas y lignificadas.

Haces vasculares colaterales, 1-3 por costilla.

Periciclo lobulado dividido en una zona interna parenquimatosa y una externa fibrosa (sensu Ta-

maio & Somner, 2010). Periciclo parenquimatoso de 6-12 capas de espesor; células no lignificadas, isodiamétricas, a veces alargadas, con canales esquizógenos dispersos entre ellas. Periciclo fibroso de 3-8 capas de espesor en los surcos y 6-15 en los lóbulos; células alargadas, de paredes gruesas y lignificadas.

Corteza formada por 6-13 capas de células parenquimáticas; la más interna, diferenciada como vaina amilácea (endodermis). En los lóbulos, el parénquima presenta paredes más gruesas que en los surcos y está asociado con canales esquizógenos.

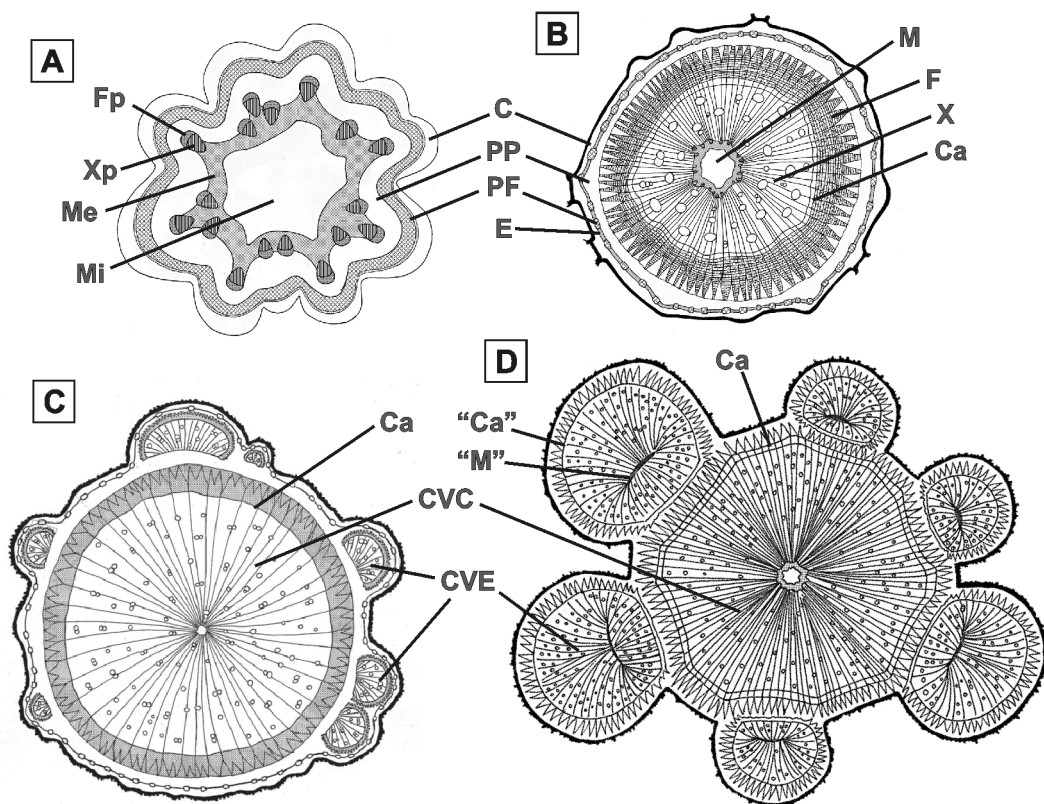


Fig. 1. Esquemas de cuatro estadios del desarrollo del tallo de *S. meridionalis*. **A**, tallo primario eustélico; nótese el periciclo fibroso (PF) continuo. **B**, cilindro vascular central con crecimiento secundario típico; nótese el periciclo fibroso en islotes conectados por esclereidas (E). **C**, cilindros vasculares externos en formación a partir de nuevos meristemas en el periciclo parenquimatoso. **D**, tallo maduro compuesto por el cilindro vascular central y 6 cilindros vasculares externos menores. Abreviaturas: corteza (C), cambium (Ca), “cambium periférico” (“Ca”), cilindro vascular central (CVC), cilindro vascular externo (CVE), esclereidas (E), floema secundario (F), floema primario (Fp), médula (M), “médula” de los cilindros vasculares externos (“M”), médula externa (Me), médula interna (Mi), periciclo fibroso (PF), periciclo parenquimatoso (PP), xilema secundario (X), xilema primario (Xp).

Crecimiento secundario, formación del cilindro vascular central

A partir de los 2,5 mm diám. (entrenudos 7 a 9) se diferencia una zona cambial cilíndrica y continua (Fig. 1B) que genera leño de porosidad difusa y anillos de crecimiento no demarcados. Bandas de fibras libriformes alternantes con bandas de fibras parenquimatoides (sensu IAWA, 1989), de transición gradual, a veces abrupta (Fig. 2C).

Elementos de vaso de gran calibre aislados o en pares tangenciales, esporádicamente radiales. Elementos de contorno circular a oval; cortos, de 220-302 μm long.; y anchos, de 70-300 μm de diám. (Fig. 2B-C). Placas de perforación terminales simples, transversales a levemente inclinadas. Punteaduras areoladas, hexagonales, de bordes suaves, alternas, con aberturas externa e interna elípticas aplanadas; aberturas internas de mayor desarrollo y, por lo común, coalescentes. Los elementos maduros pueden presentar depósitos amorfos oscuros.

Elementos de vaso de pequeño calibre en series radiales hasta de 46 elementos, rara vez aislados. Elementos de contorno angular a oval; largos, de 275-302,5 μm long.; y angostos, de 27,5-55 μm diam (Fig. 2B-C). Placas de perforación subterminales simples y oblicuas, que pueden obliterarse a la madurez por depósitos amorfos oscuros. Punteaduras areoladas, hexagonales, de bordes fuertes, alternas, desordenadas hacia los extremos; aberturas externa e interna elípticas aplanadas, las internas de mayor desarrollo y usualmente coalescentes.

Parénquima paratraqueal vasicéntrico en vainas de 1-2 células de espesor, en torno a los vasos de gran calibre. Células aplanadas de paredes lignificadas, en series de 4 células de altura.

Fibras libriformes de paredes gruesas y lignificadas; de 247,5-750 μm long. Fibras parenquimatoides de paredes delgadas y poco lignificadas; de 252,1-740 μm long (Fig. 2C). Fibras septadas dispersas, algunas con cristales prismáticos (cúbicos), uno por compartimiento; de 346-574,2 μm long.

Radios multiseriados, hasta 12 células de ancho, de 9,5-25 μm , esporádicamente uniseriados; 7 a varias decenas de células de alto, de 22-50 μm . Radios compuestos completamente por células procumbentes; a veces, cuerpo compuesto

de células procumbentes e hileras marginales de células erectas o cuadradas. Abundantes cristales prismáticos (cúbicos). Punteaduras radio-vaso simples y ovaladas de disposición alterna.

De forma esporádica, el xilema presenta una zona interna (xilema secundario interno) compuesta por fibras libriformes y vasos de pequeño calibre en 2-3 series radiales cortas (hasta 9 vasos).

Floema secundario flamiforme. Abundantes células parenquimáticas con cristales cúbicos, hasta 4 por célula. Tubos cribosos en pares o bandas tangenciales hasta de 5 elementos. Fibras de paredes medianas y no lignificadas en bandas de 1 célula de grosor. Floema no conductor con tubos cribosos colapsados, y células parenquimáticas y fibras lignificadas.

El felógeno se desarrolla en entrenudos de más de 4,5 mm diám. (entrenudo 17) por desdiferenciación del parénquima cortical primario próximo a la endodermis.

A medida que avanza el crecimiento secundario, el periciclo fibroso se fragmenta radialmente y forma islotes conectados por hileras de esclereidas; en el periciclo parenquimatoso y en la zona interna de la médula muchas células se esclerosan (Fig. 2D).

Crecimiento secundario, origen de los cilindros vasculares externos

A partir de los 8-10 mm diám., se desdiferencian en el periciclo parenquimatoso 3-8 polos de células que originan un arco de meristema de engrosamiento secundario ("cambium externo") convexo hacia la periferia (Fig. 2D). Este meristema produce, en primera instancia, xilema secundario hacia adentro; y, más tarde, floema secundario hacia afuera. Con posterioridad este meristema prolifera y adquiere contorno circular. Por lo general, produce la misma cantidad de tejidos en toda la circunferencia; sin embargo, en algunos casos, la cara externa genera proporcionalmente más xilema (Figs. 1C-D; 2E-F).

Los cilindros vasculares externos presentan una "médula", formada por células del periciclo parenquimatoso que quedan encerradas cuando se completa el anillo meristemático. La "médula" es alargada en sentido tangencial, y está desplazada hacia el cilindro vascular central (Figs. 1D; 2F).

El xilema secundario de los cilindros vasculares

externos sólo se diferencia del cilindro central en que los vasos de gran calibre forman parte de las series radiales y las fibras septadas son abundantes. Al igual que el cilindro central, el xilema ocasionalmente presenta una zona interna compuesta por fibras libriformes y escasos vasos de pequeño calibre aislados (xilema secundario interno).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Desde un enfoque morfológico-funcional, ciertos rasgos observados en *Serjania meridionalis* se destacan por su importancia para el tipo biológico trepador:

1- Los vasos de gran calibre transportan gran cantidad de agua por unidad de tiempo, a través de tallos relativamente delgados hacia una amplia superficie foliar. En contrapartida, estos vasos son muy vulnerables al embolismo. Por el contrario, los vasos de pequeño calibre son muy poco susceptibles de sufrir embolias, pero tienen menores tasas de transporte de agua que los vasos anchos. En este sentido, el dimorfismo vascular (elementos de vaso de dos calibres) permitiría mantener altas tasas de transporte con una relativa seguridad hídrica (Carlquist, 1988).

2- El desarrollo de vasos exclusivamente de pequeño calibre y gran cantidad de fibras en los estadios tempranos de crecimiento secundario (xilema secundario interno) se asocia a una etapa temprana de crecimiento erecto por la que suelen pasar las especies trepadoras (Carlquist, 1988; Araújo & Costa, 2006, 2007).

3- Las plantas trepadoras están sometidas a grandes esfuerzos de torsión y flexión; en este sentido, la presencia de varios cilindros vasculares dispuestos en estructura cable (Fig. 1C-D) otorgarían al tallo una gran capacidad de acomodar dichos esfuerzos sin quebrarse. Asimismo, la redundancia de tejidos conductores resultante del patrón de crecimiento de esta especie, brindaría seguridad en el transporte de sustancias ya que, en caso de destrucción de alguno de los cilindros vasculares, el crecimiento de los otros cilindros podría compensar la pérdida de conductividad (Putz & Holbrook, 1991; Fisher & Ewers, 1991).

Por otro lado, los rasgos anatómicos tienen importancia sistemática en diferentes niveles. Así, al-

gunos de los rasgos observados en *S. meridionalis* son comunes en la familia Sapindaceae: elementos de vaso con placas de perforación simples; punteaduras intervasculares alternas y coalescentes; depósitos amorfos en el lumen de los vasos; y bandas de fibras parenquimatoideas alternantes con bandas de fibras libriformes (Metcalf & Chalk, 1983; Klaassen, 1999; Araújo & Costa, 2006, 2007).

Otros caracteres son propios del género *Serjania*: porosidad difusa; radios formados por varios tipos de células parenquimáticas (procumbentes, erectas y cuadradas); vasos de gran calibre aislados o en pares tangenciales; y vasos de pequeño calibre en series radiales (Klaassen, 1999).

La familia Sapindaceae presenta generalmente punteaduras intervasculares y radio-vaso hexagonales; sin embargo, *S. meridionalis* se diferencia por presentar punteaduras intervasculares hexagonales, pero radio-vaso elípticas (Metcalf & Chalk, 1983). Además presenta vasos de pequeño calibre en series radiales de hasta 46 elementos, a diferencia de las otras especies del género que nunca superan los 20 elementos por serie (Klaassen, 1999). Estos dos rasgos son propios de la especie y tienen importancia para su identificación anatómica.

Los meristemas de engrosamiento secundario, que dan origen a los cilindros vasculares externos, actúan de igual modo que el cambium vascular y por esa razón se los ha denominado *cambium periféricos* (Obaton, 1960; Metcalf & Chalk, 1983). El cambium propiamente dicho tiene doble origen, deriva en parte del procambium y en parte por desdiferenciación del parénquima de los radios medulares en el tallo (cambium interfascicular) y del periciclo en la raíz (pericambium). Los meristemas de engrosamiento secundario del tallo de *S. meridionalis* no pasan por un estado procambial y se forman exclusivamente por desdiferenciación del parénquima del periciclo. Por lo tanto estos meristemas caulinares se asemejan al pericambium radical.

Esta variante cambial ha sido denominada *masas xilemáticas cordadas* (Obaton, 1960; Metcalf & Chalk, 1983; Tamaio & Somner, 2010), *cuerpo leñoso compuesto* (Radlkofer, 1931) y *xilema secundario compuesto* (Carlquist, 1988) sin embargo estos términos no son apropiados debido a que los nuevos meristemas producen tanto xilema

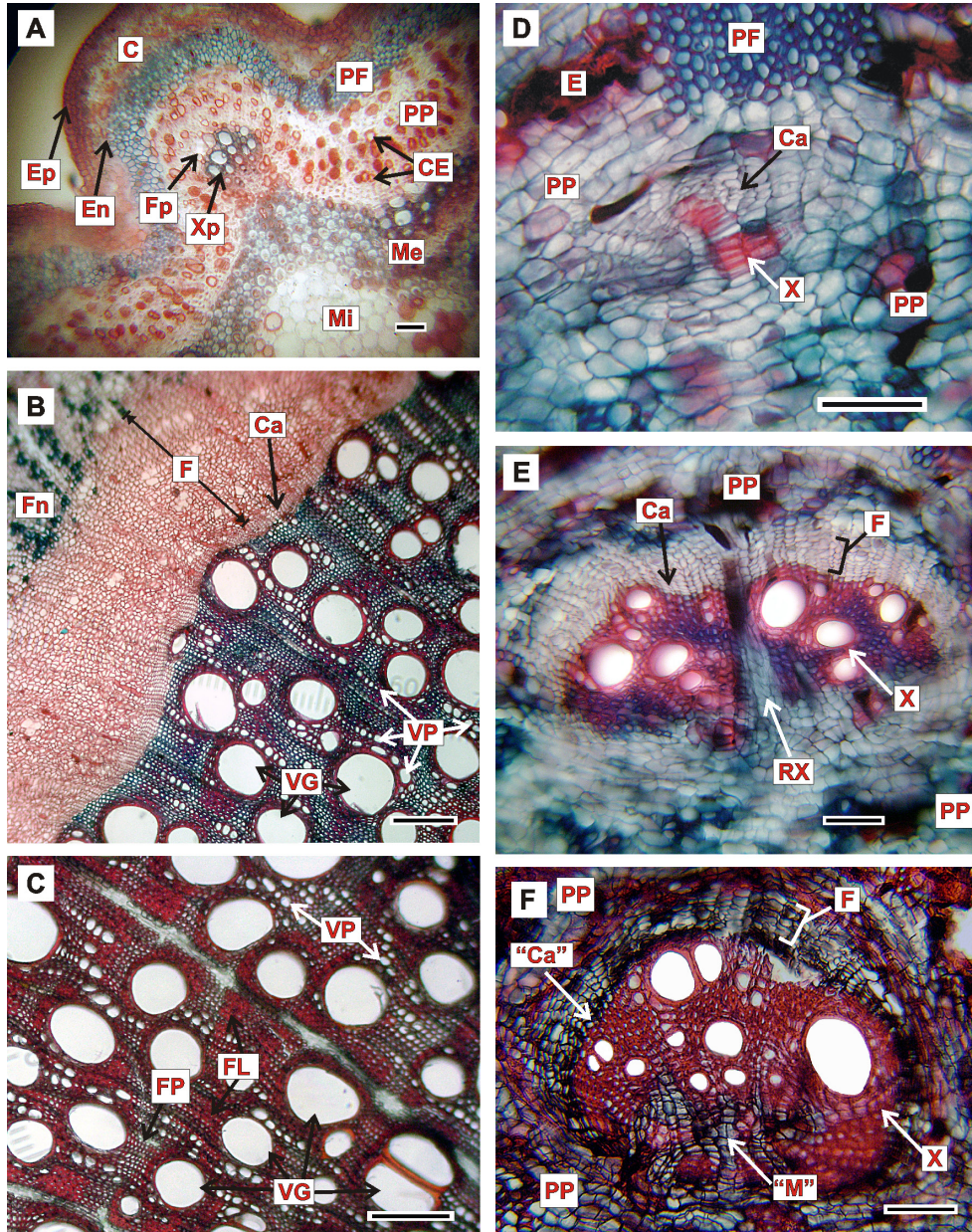


Fig. 2. Fotomicrografías de corte transversal de tallo de *S. meridionalis* en diferentes etapas de desarrollo. **A**, tallo primario. **B**, cilindro vascular central con crecimiento secundario típico. **C**, detalle del xilema secundario del cilindro vascular central. **D**, origen del “cambium periférico” por desdiferenciación de células parenquimáticas del periciclo parenquimatoso. **E**, los “cambium periféricos” se inician en forma de arco y producen floema secundario centrifugamente (F) y xilema secundario centripétamente (X). **F**, los “cambium periféricos” se vuelven circulares, quedando, en algunos casos, encerrado parte del periciclo parenquimatoso, que constituirá “médula” de los cilindros vasculares externos (“M”). Abreviaturas: corteza (C), cambium (Ca), “cambium externo” (“Ca”), canales esquizógenos (CE), esclereidas (E), endodermis (En), epidermis (Ep), floema secundario (F), fibras libriformes (FL), floema secundario no conductor (Fn), fibras parenquimatoides (FP), floema primario (Fp), “médula” (“M”), médula externa (Me), médula interna (Mi), periciclo fibroso (PF), periciclo parenquimatoso (PP), radio xilemático (RX), vasos de gran calibre (VG), vaso de pequeño calibre (VP), xilema secundario (X), xilema primario (Xp). Escala: A-F = 100 μ m. Figura en color en la versión en línea <http://www.ojs.darwin.edu.ar/index.php/darwiniana/article/view/574/597>.

como floema. También ha sido llamada *tallos poliestélicos* (Acevedo-Rodríguez, 2003), sin embargo este término no aplica a *S. meridionalis* ya que la estela es una estructura primaria en tanto que los meristemas de engrosamiento secundario no están asociados a tejidos conductores primarios. Angyalossy et al. (2012) proponen el término *cilindros vasculares externos* que hace referencia a todos los tejidos originados por los meristemas de engrosamiento secundario pero no a aquellos derivados del cambium propiamente dicho. Sobre la base de la combinación de los aspectos más destacados de la terminología existente, proponemos utilizar la denominación: *cilindros vasculares cordados*.

Los cilindros vasculares cordados se diferencian de las otras variantes cambiales registradas en la familia Sapindaceae por el desarrollo de meristemas de engrosamiento secundario (“cambium” supernumerarios), originados completamente por desdiferenciación (Metcalf & Chalk, 1983; Carlquist, 1988). Esta variante cambial está presente en *Thinouia* Triana & Planch. y *Paullinia* L. (Metcalf & Chalk, 1983; Carlquist, 1988), y en *Serjania meridionalis* como se demuestra en este trabajo.

Paullinia pinnata L. y *S. subdentata* Juss. ex Poir. presentan haces primarios abiertos de posición cortical, donde más tarde se originan cambiums corticales. La acción de estos cambiums periféricos y del cambium central produce un patrón muy similar al de *S. meridionalis* (Obaton, 1960; Carlquist, 1988). Sin embargo, las diferencias ontogenéticas justifican que sean consideradas variantes cambiales diferentes.

Tamaio & Somner (2010) describieron el desarrollo de cilindros vasculares cordados en *Thinouia restingae* Ferrucci & Somner (Sapindaceae: Paullinieae). En esta especie los cambiums periféricos son circulares desde un comienzo y se producen a partir del tejido conjuntivo, originado a su vez del periciclo parenquimatoso. En cambio, en *S. meridionalis*, los cambiums periféricos se inician como arcos y no se observa tejido conjuntivo previo a su formación. Además, en *T. restingae* la “médula” de las masas periféricas está formada por parénquima lignificado del tejido conjuntivo, mientras que en *S. meridionalis* está formada por células parenquimáticas y esclereidas del periciclo parenquimatoso.

El género *Serjania* presenta diversas variantes cambiales que han sido utilizadas como carácter sistemático. En muchas claves dicotómicas para el género, *S. meridionalis* suele incluirse en el grupo de especies “sin variante cambial” (Radlkofer, 1931; Ferrucci, 1998, 2004; Ferrucci et al., 2002); no obstante, en el presente estudio se demuestra la presencia de cilindros vasculares cordados. Esta variante cambial se establece de forma tardía en el desarrollo y se identifica macroscópicamente en tallos mayores de 10 mm de diámetro. Por lo común, en los materiales depositados en los herbarios los tallos rara vez exceden los 5 mm de diámetro, lo que resulta insuficiente para que esta variante cambial sea evidente (Lev Yadún & Ałoni, 1993; Tamaio & Somner, 2010; Cabanillas et al., 2014). En este marco, se sugiere cautela en el uso del carácter presencia/ausencia de variantes cambiales y, en consecuencia, sugerimos su utilización en las claves dicotómicas acompañadas de un rango diamétrico explícito (por ejemplo: variante cambial no evidente en tallos de 5 mm diam., o variante cambial evidente en tallos de 10 mm diam., etc.).

A futuro, se plantea la necesidad de estudiar el desarrollo de las otras especies del género en las que no se han registrado variantes cambiales, con el fin de corroborar si efectivamente no la desarrollan o si lo hacen tardíamente, como se ha demostrado en el presente estudio para *S. meridionalis*.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen profundamente a Julio A. Hurrell y Alcides A. Sáenz por la lectura crítica del manuscrito y el constante apoyo. A Emilio Ulibarri y Daniel Bazzano por su invaluable colaboración en los trabajos de campo. A Stella Maris Rivera de la Cátedra de Dendrología (FCAYF, UNLP) por facilitarnos el acceso a la Xiloteca XCD. A la Dirección de Islas de la Provincia de Buenos Aires, por facilitar los traslados hacia la isla Martín García. A la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires, cuyas becas de entrenamiento hicieron posible el inicio de los estudios sobre esta especie. A los revisores y al equipo editorial de Darwiniana, nueva serie por las sugerencias realizadas y la cuidadosa revisión del manuscrito.

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo-Rodríguez, P. 1993. Systematics of *Serjania* (Sapindaceae). Part I: A Revision of *Serjania* sect. *Platycoccus*. *Memories of the New York Botanical Garden* 67: 1-93.
- Acevedo-Rodríguez, P. 2003. *Bejuco y plantas trepadoras de Puerto Rico e Islas Vírgenes*. Washington, DC: Smithsonian Institution,
- Angyalossy, V.; G. Angeles, M. R. Pace, A. C. Lima, C. L. Dias-Leme, L. G. Lohmann & C. Madero-Vega. 2012. An overview on the anatomy, development and evolution of the vascular system of lianas. *Plant Ecology & Diversity* 5: 167-182. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/17550874.2011.615574>
- Araújo, G. & C. Costa. 2006. Cambial variant in the stem of *Serjania corrugata* (Sapindaceae). *IAWA Journal* 27: 269-280.
- Araújo, G. & C. Costa. 2007. Anatomia do caule de *Serjania corrugata* Radlk. (Sapindaceae). *Acta Botanica Brasiliense* 21: 489-497. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062007000200021>
- Bowling, A. J. & K. C. Vaughn. 2009. Gelatinous fibers are widespread in coiling tendrils and twining vines. *American Journal of Botany* 96: 719-727. DOI: <http://dx.doi.org/10.3732/ajb.0800373>
- Cabanillas, P. A. & J. A. Hurrell. 2012. Plantas trepadoras: Tipo biológico y clasificación. *Revista de Ciencias Morfológicas (La Plata)* 14: 1-15.
- Cabanillas, P. A.; M. L. Borniego & A. A. Sáenz. 2014. Nueva variante cambial para el género *Ephedra* (Ephedraceae). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* (Aceptado).
- Carlquist, S. 1988. *Comparative wood anatomy: systematic, ecological and evolutionary aspects of dicotyledon wood*. Berlin: Springer. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-662-21714-6>
- Dubuisson, J.-Y.; S. Hennequin, F. Rakotondrainibe & H. Schneider. 2003. Ecological diversity and adaptive tendencies in the tropical fern *Trichomanes* L. (Hymenophyllaceae) with special reference to climbing and epiphytic habits. *Botanical Journal of the Linnean Society* 142: 41-63. DOI: <http://dx.doi.org/10.1046/j.1095-8339.2003.00165.x>
- Engelberth, J. 2003. Mechanosensing and signal transduction in tendrils. *Advances in Space Research* 32: 1611-1619. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0273-1177\(03\)90402-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0273-1177(03)90402-9)
- Ferrucci, M. S. 1998. Sapindaceae, en A. T. Hunziker (ed.), *Flora Fanerogámica Argentina* fasc. 52 pp. 1-44. Córdoba: Programa Floras Regionales.
- Ferrucci, M.S. 2004. Sapindaceae. *Aportes Botánicos de Salta-Serie Flora* 7: 1-53.
- Ferrucci, M. S.; S. A. Cáceres Moral & M. Galbany Casals. 2002. Las plantas trepadoras, en M. M. Arbo & S. G. TresSENS (eds.), *Flora del Iberá*, pp. 111-153. Corrientes: Eudene.
- Fisher, J. B. & F. W. Ewers. 1991. Structural responses to stem injury in vines, en F. E. Putz y H. A. Mooney (eds.), *The biology of vines*, pp. 99-126. Cambridge: Cambridge University Press.
- Gianoli, E. 2004. Evolution of a climbing habit promotes diversification in flowering plants. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 271: 2011-2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2004.2827>
- Garrido-Pérez, E. I.; R. Durán & G. Gerold. 2012. Las relaciones liana-árbol: repercusiones sobre las comunidades arbóreas y sobre la evolución de los árboles. *Interciencia* 37: 183-189.
- Gentry, A. H. 1991. The distribution and evolution of climbing plants, en F. E. Putz y H. A. Mooney (eds.), *The biology of vines*, pp. 3-52. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hurrell, J. A. (ed.). 2006. *Biota Rioplatense. V. Plantas trepadoras nativas y exóticas*. Ira. reimpresión, Buenos Aires: Editorial LOLA.
- IAWA. 1989. List of microscopic features for hardwood identification. *IAWA Bulletin* 10: 219-332.
- Johansen, D. A. 1940. *Plant microtechnique*. New York: McGraw-Hill.
- Klaassen, R. 1999. Wood anatomy of the Sapindaceae. *IAWA Journal Suppl.* 2: 1-214.
- Krings, M.; H. Kerp, T.N. Taylor & E.L. Taylor. 2003. How Paleozoic Vines and Lianas Got off the Ground: On Scrambling and Climbing Carboniferous-Early Permian Pteridosperms. *Botanical Review* 69: 204-224. DOI: [http://dx.doi.org/10.1663/0006-8101\(2003\)069\[0204:HPVALG\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1663/0006-8101(2003)069[0204:HPVALG]2.0.CO;2)
- Lev-Yadún, S. & R. Aloni. 1993. Variant secondary growth in old stems of *Ephedra campylopoda* G. A. Mey. *Botanical Journal of Linnean Society* 112: 51-58. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1095-8339.1993.tb00307.x>
- Lorea, L. & M. Brassiolo. 2007. Establecimiento de lianas sobre los árboles de un bosque del Chaco Húmedo Argentino. *Revista Forestal Venezolana* 51: 47-55.
- Metcalf, C. R. & L. Chalk (eds.). 1983. *Anatomy of the Dicotyledons, Vol. II: Wood Structure and Conclusion of the General Introduction*, 2da. edición. Oxford: Clarendon Press.
- Obaton, M. 1960. Les lianes ligneuses à structure anormale des forêts denses d'Afrique Occidentale. *Annales des Sciences Naturelles, série Botanique et Biologie Végétale* 12: 1-220.
- Putz, F. E. & N. M. Holbrook. 1991. Biomechanical studies of vines, en F. E. Putz y H. A. Mooney (eds.), *The biology of vines*, pp. 73-98. Cambridge: Cambridge University Press.
- Putz, F. E. & H. A. Mooney. 1991. *The Biology of Vines*. Cambridge: Cambridge University Press.

- Radlkofer, L. 1931. Sapindaceae, en A. Engler (ed.), *Das Pflanzenreich* IV, 165, Heft 98a-h, pp. 1–1539. Leipzig: W. Engelmann.
- Selaya, N. G. & N. P. R. Anten. 2008. Differences in biomass allocation, light interception and mechanical stability between lianas and trees in early secondary tropical forest. *Functional Ecology* 22: 30–39
- Schenck, H. 1893. Beiträge zur Biologie und Anatomie der Lianen, im Besonderen der in Brasilien einheimischen Arten. 2. Beiträge zur anatomie der lianen, in: Schimper, A.F. (ed.). *Botanische Mitteilungen aus den Tropen* 5. Gustav Fischer, Jena.
- Schnitzer, S. A.; M. Kuzee & F. Bongers. 2005. Disentangling above- and below-ground competition between lianas and trees in a tropical forest. *Journal of Ecology* 93: 1115-1125. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2745.2005.01056.x>
- Speck, T. & N. K. Rowe. 2003. Modelling primary and secondary growth processes in plants: a summary of the methodology and new data from the early lignophyte. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 358: 1473-1485. DOI: <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2003.1347>
- Solereder, H. 1908. *Systematic anatomy of the Dicotyledons*. Vol. 1-2. Oxford: Clarendon Press.
- Shirley, J. & C.A. Lambert. 1918. The stems of climbing plants. *Proceedings of the Linnean Society of NSW* 43: 600-609.
- Tamaio, N. & V. Angyalossy. 2009. Variação cambial em *Serjania caracasana* (Sapindaceae): Enfoque na adequação terminológica. *Rodriguésia* 60(3): 651-666.
- Tamaio, N. & G. V. Somner. 2010. Development of corded vascular cylinder in *Thinouia restingae* Ferruci & Somner (Sapindaceae: Paullinieae). *Journal of Torrey Botanical Society* 137: 319-326. DOI: <http://dx.doi.org/10.3159/10-RA-047.1>
- Thiers, B. [permanentemente actualizado, consulta 2014] Index Herbariorum: a global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. Disponible en <http://sweetgum.nybg.org/ih>