

Anatomía caulinar y del leño de *Serjania laruotteana* (Sapindaceae)

Pipo, M. Laura^{1,2*}; Bodnar, Josefina^{2,3}; Beltrán, Marisol³

¹ Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Medioambiente (INIBIOMA, CONICET-UNCOMA), Quintral 1250, (8400) San Carlos de Bariloche, Río Negro, Argentina.

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

³ División Paleobotánica, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, Paseo del Bosque s/n, (B1900FWA) La Plata, Buenos Aires, Argentina.

* Autor correspondiente: laurapipo2@gmail.com

► **Resumen** — Pipo, M. Laura; Josefina Bodnar; Marisol Beltrán. 2016. "Anatomía caulinar y del leño de *Serjania laruotteana* (Sapindaceae)". *Lilloa* 53 (2). *Serjania laruotteana* Cambess. (Sapindaceae) es una liana que habita las selvas de Brasil, Paraguay y Argentina (Misiones y Corrientes). Como muchas sapindáceas de hábito lianescente, presenta un cilindro vascular compuesto en sus tallos. Este tipo de patrón caulinar ha sido objeto de varias interpretaciones tanto en los términos descriptivos como en los procesos de desarrollo. Con el objetivo de aportar al conocimiento de la anatomía del sistema vascular y el leño de las sapindáceas lianescentes, en este trabajo se analizó macro y microscópicamente los tallos de la especie *Serjania laruotteana*. Esta especie se caracteriza por poseer una corteza externa áspera de color castaño con ritidoma persistente. El cilindro vascular es de tipo compuesto, conformando una estructura en "cable", con un cilindro mayor central y de 3 a 7 cilindros periféricos, de menor tamaño, que se disponen a ambos lados del cilindro central con un patrón en forma de "pie". La médula es triangular en el cilindro central y en los otros de forma alargada. Los elementos axiales tienen una disposición sinuosa formando un grano crespo. Microscópicamente, el leño no presenta anillos de crecimiento demarcados, posee porosidad difusa, dimorfismo en vasos (vasos grandes solitarios o dispuestos en pares tangenciales y vasos angostos en múltiples largos de hasta 15 células), fibras y fibrotraqueidas. El parénquima axial es apotraqueal difuso agregado y paratraqueal escaso, en series longitudinales con un cristal por célula. Los radios son heterogéneos y altos, compuestos por células cuadradas, procumbentes y erectas con contenidos de color castaño rojizo, con predominio de las primeras. Además de la estructura en "cable", esta especie muestra otras estrategias para el hábito lianescente, como el dimorfismo de vasos, la abundancia de almidón y el grano crespo. El último carácter aumentaría la plasticidad de sus tallos, evitando la fractura de los mismos y haciéndola más exitosa.

Palabras clave: Liana; variante cambial; xilema, grano crespo.

► **Abstract** — Pipo, M. Laura; Josefina Bodnar; Marisol Beltrán. 2016. "Stem and wood anatomy of *Serjania laruotteana* (Sapindaceae)". *Lilloa* 53 (2). *Serjania laruotteana* Cambess. (Sapindaceae) is a liana that inhabits the forests of Brazil, Paraguay and Argentina (Misiones and Corrientes provinces). As many lianas of the family, it presents a compound vascular system in their stems. This type of stem pattern has been subject to several interpretations, both in descriptive terms and in development processes. In order to contribute to the knowledge of the vascular system and the wood anatomy of lianas of Sapindaceae family, this paper analyzed macro and microscopically the stems of *Serjania laruotteana*. This species is characterized by a brown and rough outer bark with persistent ritidoma. The vascular cylinder is of the compound type, forming a "cable" structure with a larger central cylinder and 3 to 7 smaller peripheral ones placed on both sides of the central cylinder. This pattern acquires "foot" morphology. The pith is triangular in the central cylinder and elongated in the peripheral ones. The axial elements have a winding arrangement forming a wavy grain. Microscopically, the secondary xylem lacks of distinct growth rings, is diffuse-porous, and presents dimorphism in vessels (large vessels or lone pairs arranged in tangential and narrow vessels in multiple lengths up to 15 cells), fibers and fiber-tracheids. The axial parenchyma is apotraqueal dif-

fuse-in-aggregates, and scarce paratracheal, in longitudinal series with a crystal per cell. The radios are heterogeneous and high, composed of square cells, procumbent and upright with reddish brown contents, with predominance of the first ones. Besides the "cable" structure, this species exhibits other strategies for liana habit, e.g. vessel dimorphism, starch abundance and wavy grain. The last character would increase the plasticity of their stems, preventing fracture thereof and making it more successful.

Keywords: Liana; cambial variant; xylem; wavy grain.

INTRODUCCIÓN

Las lianas presentan muchas características estructurales que están vinculadas al hábito trepador (Angyalossy *et al.*, 2012). Su sistema vascular es especial dado que debe hacer frente a las limitaciones físicas inherentes a esa forma de vida, incluyendo el transporte de agua y la flexibilidad requerida para escalar. Esta última limitación parece haber sido eludida por la amplia presencia de variantes del crecimiento secundario, las cuales derivan de la actividad atípica de uno o múltiples cámbiums (Angyalossy *et al.*, 2015).

Ciertos tipos de variantes cambiales tienen un valor diagnóstico por su restringida ocurrencia taxonómica. Algunas de estas formas están prácticamente confinadas a la familia Sapindaceae (Metcalf y Chalk, 1983). Las lianas de la tribu Paullinieae (Sapindaceae) tienen tallos altamente especializados y pueden presentar 4 variaciones estructurales diferentes del cilindro vascular: dividido, compuesto, cordado y fisurado. En estos tallos cada cilindro vascular funciona más o menos independientemente de los otros y están raramente conectados con el cilindro

vascular central, excepto en las regiones nodales (Metcalf y Chalk, 1983; Johnson y Truscott, 1956; Tamaio *et al.*, 2011). Según Tamaio y Angyalossy (2009) este tipo de crecimiento ha sido motivo de diferentes interpretaciones y distintas terminologías.

Dentro de la tribu Paullinieae, *Serjania* Mill. es un género americano de lianas o arbustos escandentes con unas 230 especies, que se extiende desde el sur de Estados Unidos hasta Uruguay y el centro de Argentina. En nuestro país viven 17 especies, entre las que se encuentra *S. laruotheana*, una liana que habita las selvas de Brasil, Paraguay y Argentina, y, en este último país, en las provincias de Misiones y Corrientes (Acevedo-Rodríguez, 1993; Ferrucci, 1991; 1998). Se caracteriza por poseer estípulas oblongas, caducas que dejan una cicatriz semilunar. Las hojas son alternas, biternadas, 2-yugada, el yugo basal con tres foliólulos, raquis secundario marginado, foliólulos subcartáceos, ovado-lanceolados con el ápice y la base aguda, márgenes serrado-dentados, zarcillos axilares o pedunculados, frecuentemente bifurcados en el ápice (Ferrucci, 1998; Fig. 1).

Esta especie, que recibe los nombres comunes de «ysypo timbó», «cipó-timbó-açú»,



Fig. 1. *Serjania laruotheana*. A-B) Vista general del tallo y ramas. C) Detalle de las hojas. D) Collar fabricado por comunidades Wichis, en el que se utilizan tallos de varias especies de *Serjania*, incluyendo *S. laruotheana* (flechas).

«cipó-uva», «timbó-grande» o «timbó», es ictiotóxica debido a la presencia de saponinas; por este motivo, los guaraníes la usaban para pescar, poniéndolas en el agua para adormecer los peces (Dujak y Marchi, 2010). También se la utiliza para hacer artesanías (Fig. 1D) y en marquetaría por el arreglo vistoso que tiene los tallos en corte transversal (Tamaio y Sommer, 2010; Tamaio, 2011).

Con el objetivo de brindar nueva información acerca de la anatomía caulinar de las Sapindaceae lianescentes, en este trabajo se propuso estudiar la anatomía del tallo de *Serjania laruotteana* Cambess.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los materiales estudiados provienen del Parque Provincial Moconá, Reserva de la Biosfera Yabotí, Departamento de San Pedro, Provincia de Misiones, Argentina (Fig. 2). El parque presenta la singularidad de estar enmarcado por dos cursos de agua importantes: el arroyo Yabotí o Pepirí Miní y el río

Uruguay, que ejercen una fuerte influencia condicionando el clima, el cual es subtropical lluvioso sin estación seca, con precipitaciones prácticamente homogéneas durante todo el año que alcanzan los 2.020 mm anuales (Cocoza Esposito, 2004). El Parque protege uno de los biomas más amenazados a escala mundial: la selva Paranaense, y constituye un corredor biológico para la supervivencia de innumerables especies de flora y fauna (Daviña *et al.*, 1999; Cocoza Esposito, 2004; Chebez, 2005).

Se colectaron fragmentos de tallos de diferentes ejemplares y diámetros. Se realizaron pulidos para su observación y análisis con lupa binocular. Para su análisis microscópico se realizaron cortes con xilótomo de deslizamiento en las tres secciones de estudio para maderas (transversal, longitudinal tangencial y longitudinal radial) que fueron teñidos con safranina al 1% en alcohol 80°; por último, se realizaron montajes transitorios en gelatina-glicerina y permanentes en medio sintético (Entellan Merck). Las superficies pulidas se examinaron con luz inci-

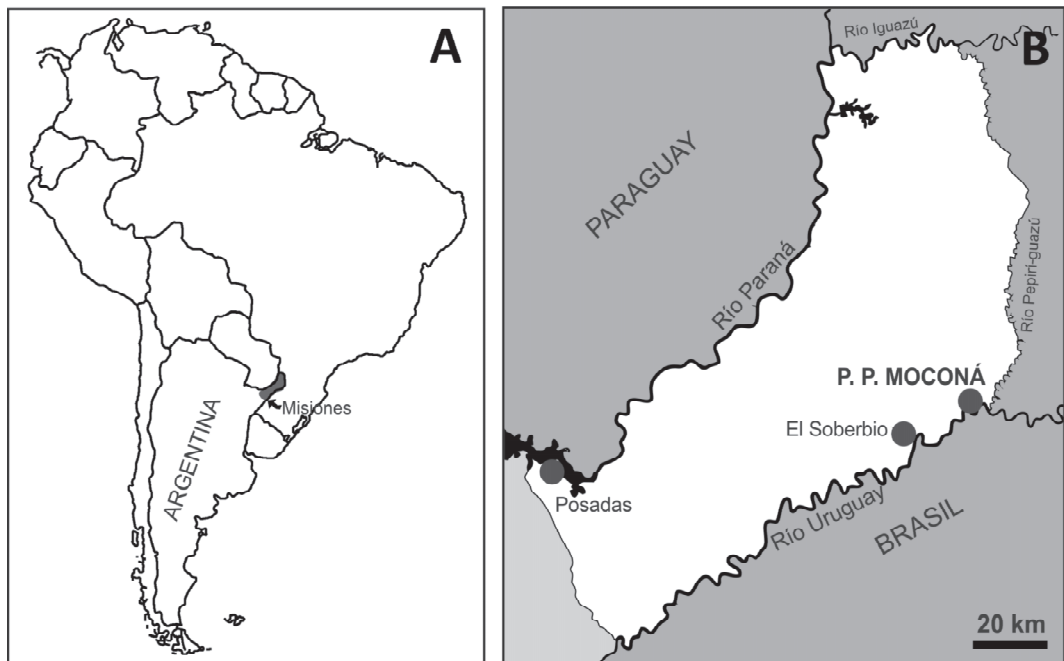


Fig. 2. Mapa de ubicación del Parque Provincial Moconá. A) Localización de la provincia de Misiones, Argentina. B) Ubicación del parque en la provincia de Misiones.

dente por medio de la utilización de lupa trinocular Leica M50 e ilustrados mediante fotografías con sistema Leica DC 150, y cámaras digitales Canon Powershot S40 y Canon Rebel T3i. Los cortes delgados fueron estudiados con microscopios ópticos Leitz Wetzlar Ortholux y Leica DM2500, y fotografiados con sistema Leica DC 150 y cámara digital Canon Powershot S40.

Para su descripción, se utilizó el glosario de terminología de maderas de IAWA (1989), y los criterios particulares de Klaassen (1999) y Tamaio y Angyalossy (2009) para las Sapindaceae. Para la descripción de la corteza se empleó la clasificación Borhen *et al.* (2003).

Se realizaron pruebas histoquímicas en macerados y en secciones de tallo, y se evidenció la presencia de almidón mediante la prueba de lugol (Johansen, 1940).

RESULTADOS

CARACTERIZACIÓN MACROSCÓPICA

Los tallos de *S. laruooteana* se ramifican de manera simpodial (Fig. 1A). Tienen una sección angular, aproximadamente triangular, la corteza externa es áspera de color castaño con ritidoma persistente (Figs. 1B, 3A). La corteza interna presenta floema secundario no estratificado y aglomerado en sección transversal (Fig. 3D). Los ejes presentan una cantidad moderada de una secreción blanquecina. El cilindro vascular es de tipo compuesto, resultando en una estructura en cable, evidenciado externamente en un tallo acanalado (Fig. 3A). Esta organización vascular consta de un cilindro mayor central y de 3 a 7 cilindros periféricos de menor tamaño (Figs. 3B, 3C). La médula es triangular en el cilindro central y en los otros, alargada y excéntrica (Figs. 3B, 3C). Los cilin-

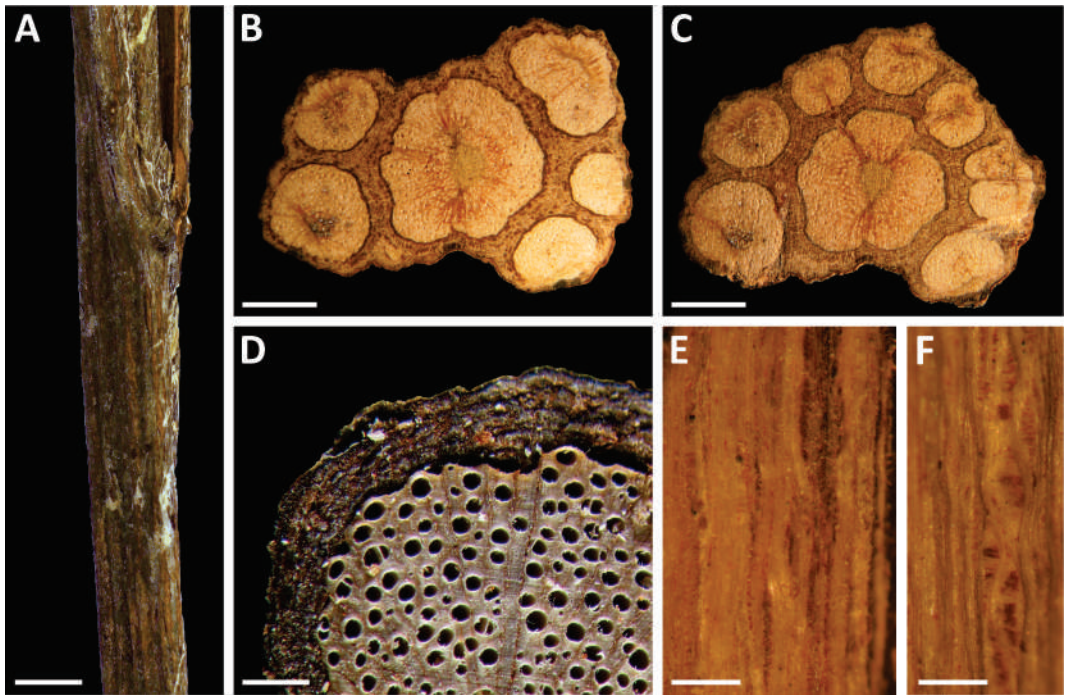


Fig. 3. Características macroscópicas del tallo de *S. laruooteana*. A) Aspecto general externo del tallo y la corteza. Escala: 20mm. B-C) Patrones del cilindro vascular compuesto observados. Escala: 5 mm. D) Detalle de la corteza y el leño. Escala: 1 mm. E-F) Detalle del grano crespado del leño. Escala: 0,2 mm.

drodros están rodeados completamente por tejido cortical floemático, con fibras de paredes muy gruesas dispuestas en capas (Fig. 3B). Los elementos axiales del leño, tienen una disposición sinuosa formando un grano crespo (Figs. 3E, 3F, 7B). Los elementos radiales del leño adquieren una estructura sinuosa (Fig. 7A)

ORGANIZACIÓN VASCULAR NODAL E INTERNODAL

En el material analizado se halló una variación en la cantidad de cilindros periféricos, pero siempre manteniendo en los entrenudos, en sección transversal, la disposición en forma de «pie» característica de la especie (Fig. 3B). De este modo en algunos casos el patrón muestra 3 cilindros en un extremo y 2 del otro extremo, y en otros, 3 cilindros en un extremo y 1 en el extremo opuesto. En la Fig. 4 se ilustra el pasaje de 3 nudos y se puede visualizar la variación en la cantidad y posición de los cilindros periféricos. El patrón comienza con una disposición en forma de «pie» con 3 cilindros en un extremo y 1 en el otro (Fig. 4A). Al pasar por el nudo (n) esta disposición cambia, el cilindro «4» da origen a una traza y cambia de posición, por lo que ahora se encuentra en el extremo opuesto, los cilindros 2 y 3 se fusionan y forman el «2+3» que sigue en la misma posición (Fig. 4B). Además, la médula del cilindro central invierte su posición 180°. En el entrenudo (n-n') se forma un nuevo cilindro periférico (5) desde el cilindro central que se ubica entre los cilindros 1 y 4 (Fig. 4C). La formación de un nuevo cilindro periférico ocurre alrededor de un simpodio

vascular primario. En el siguiente nudo (n'), el cilindro 1 es el que forma la nueva traza y continúa, cambiando levemente de posición quedando ahora lateralmente. En el entrenudo (n'-n'') se puede ver, como en el caso anterior, la formación de un nuevo cilindro periférico (6) desde el central, en este caso queda ubicado entre los cilindros «2+3» y 1, y la médula vuelve a girar 180° (Figs. 4D, 4E, 4F). Al pasar por nudo n'', el cilindro 2+3 forma una traza y vuelve a dar origen a los cilindros 2 y 3 (Fig. 4G). Por su parte los cilindros 4 y 5 se fusionan formando «4+5». De esta forma, la organización vascular varía nudo a nudo, sin repetir un patrón determinado.

CARACTERIZACIÓN MICROSCÓPICA

La médula del cilindro vascular central y los periféricos se compone de células parenquimáticas, algunas lignificadas con cristales y otras con abundantes gránulos de almidón (Figs. 5A, 5B).

El xilema secundario no muestra anillos de crecimiento demarcados, y se caracteriza por presentar porosidad difusa, densidad promedio de 15 vasos por mm², dimorfismo en vasos: grandes (diámetro tangencial promedio: 155 μm) solitarios o dispuestos en pares tangenciales, angostos (diámetro tangencial promedio: 14,2 μm) dispuestos en múltiples radiales largos (de hasta 15 células) (Figs. 5C, 5D). La longitud de los elementos de vaso es de 230 μm en promedio, no presentando diferencia significativa entre los vasos grandes y los angostos. Las placas de perforación son simples (Fig. 6C). Las punteadu-

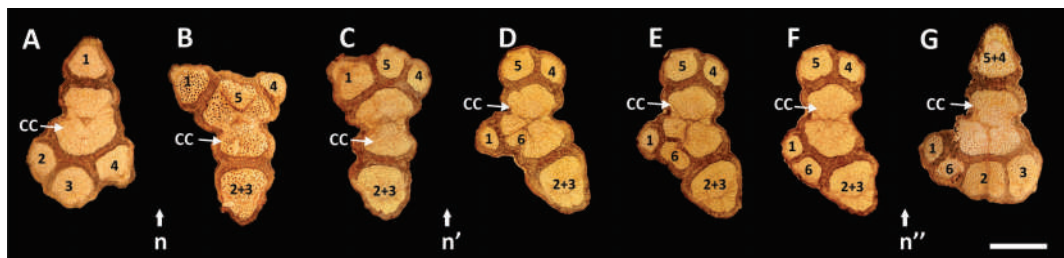


Fig. 4. Variación del cilindro vascular de *S. laruotteana* a lo largo de tres nudos (n, n', n''). CC: cilindro central, 1-6: cilindros periféricos. Escala: 5 mm.

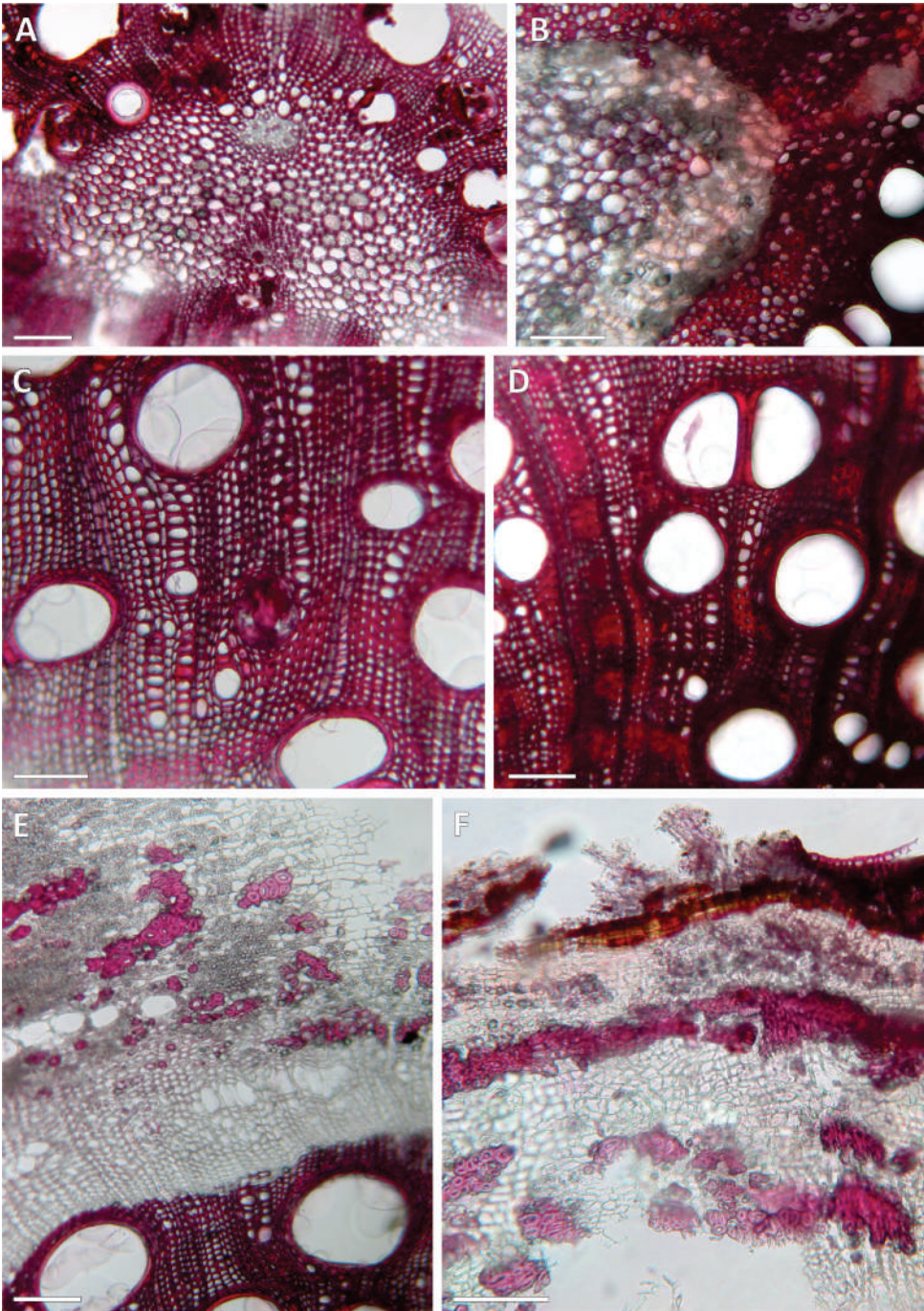


Fig. 5. Anatomía de la médula, del xilema secundario y la corteza en corte transversal. A) Médula del cilindro central. B) Detalle de la médula del cilindro central mostrando células parenquimáticas lignificadas, y otras con cristales y gránulos de almidón. C-D) Xilema secundario mostrando la porosidad y los tipos de vasos. E) Detalle del floema secundario, en el que se observa la zona activa y la zona inactiva con bandas de fibras y células parenquimáticas con abundante gránulos de almidón. F) Corteza constituida por floema secundario inactivo y súber. A-F, Escala: 100 μ m.

ras de los vasos son alternas multiseriadas, de tamaño medio (7 a 10 μm) (Figs. 6B, 6E). Se observó la presencia de fibras y fibrotraqueidas. Las fibras son mayormente no septadas, y en menor medida septadas (Fig. 6G), tienen una longitud promedio de 900 a 1600 μm , y paredes gruesas con punteaduras simples (Fig. 6G). Las fibrotraqueidas son más cortas, y de paredes medias a gruesas con punteaduras areoladas pequeñas (Fig. 6B). El parénquima axial es apotraqueal difuso agregado y paratraqueal escaso, en series longitudinales con un cristal prismático por célula (Figs. 6A, 6D). Los radios tienen un curso sinuoso desviándose en las cercanías de los vasos (Fig. 7A), son uni, bi o triseriados, heterogéneos altos (de más de 1 mm de alto), con células cuadradas, procumbentes y erectas, con predominio de las primeras (Figs. 6A, 6E, 6F, 6G, 6H). La densidad de radios es de 6 por mm lineal. Algunas células parenquimáticas (tanto radiales como axiales) presentan cristales prismáticos de carbonato de calcio y en otras se observan gránulos de almidón (4-5 por célula), que miden 5 μm en promedio (Figs. 6D, 6F).

El floema secundario rodea completamente los cilindros vasculares y se compone de una fracción muy delgada de floema conductor (activo) y otra de floema no conductor (inactivo) con banda de células parenquimáticas isodiamétricas, con cristales prismáticos de carbonato de calcio y con gránulos de almidón, que alternan con bandas o conjuntos de fibras floemáticas, y con canales secretores (Figs. 5E, 5F). Por fuera del floema secundario, continúa un parénquima fundamental en la parte interna del tallo, mientras que en la parte externa del tallo, continúa con un ritidoma compuesto por células muertas del floema secundario, entremezclados con la peridermis y el súber o corcho (Fig. 5F).

DISCUSIÓN

DESARROLLO DEL CILINDRO VASCULAR COMPUESTO

Las variaciones al crecimiento cambial típico se encuentran representadas en distin-

tas familias de plantas vasculares, especialmente en las formas trepadoras (Angyalossy *et al.*, 2012). La familia Sapindaceae es el caso más distintivo, ya que cuenta con 4 tipos de variaciones estructurales del cilindro vascular (dividido, compuesto, cordado y fisurado), ya descritas y estudiadas por distintos autores (Metcalfe y Chalk, 1983; Johnson y Truscott, 1956; Tamaio *et al.*, 2011; Angyalossy *et al.*, 2012). *Serjania laruotteana* se caracteriza por poseer un cilindro vascular de tipo compuesto, que se diferencia del resto porque se origina durante el crecimiento primario como resultado de la presencia de procámiumes múltiples (Araujo y Costa, 2006; Tamaio y Angyalossy, 2009). Cada cilindro vascular (tanto el central como los periféricos) tiene un ciclo concéntrico de procámium que generará un cámbium durante el crecimiento secundario y, como consecuencia, la presencia de cámbiumes múltiples en el tallo. De esta manera, el cilindro central y los cilindros periféricos aparecen de manera simultánea. Cada cilindro, presenta médula y cámbium propios, y funcionan más o menos independientemente unos de otros. Los periféricos están raramente conectados con el cilindro vascular central, excepto en las regiones nodales (Tamaio *et al.*, 2011; Johnson y Truscott, 1956).

La actividad cambial en *S. laruotteana* es constante durante todo el año, razón por la cual no se observan anillos de crecimiento (Angyalossy *et al.*, 2015). A pesar de ser constante, hay sectores de mayor actividad que otros. En general hay una mayor actividad cambial en el cilindro central y las zonas de los cilindros periféricos que están cercanas al central (Lima, 2012; Angyalossy *et al.*, 2015), mientras que hay una menor actividad cambial hacia la periferia. Debido a este tipo de actividad desigual, las médulas de los cilindros periféricos son excéntricas (ver Figs. 3B, 3C).

En trabajos previos, se había descrito que el número de cilindros vasculares en el tallo de la *S. laruotteana* variaba entre 4 a 6 (Tamaio *et al.*, 2011) y que este número era diagnóstico para la especie. Sin embargo, en

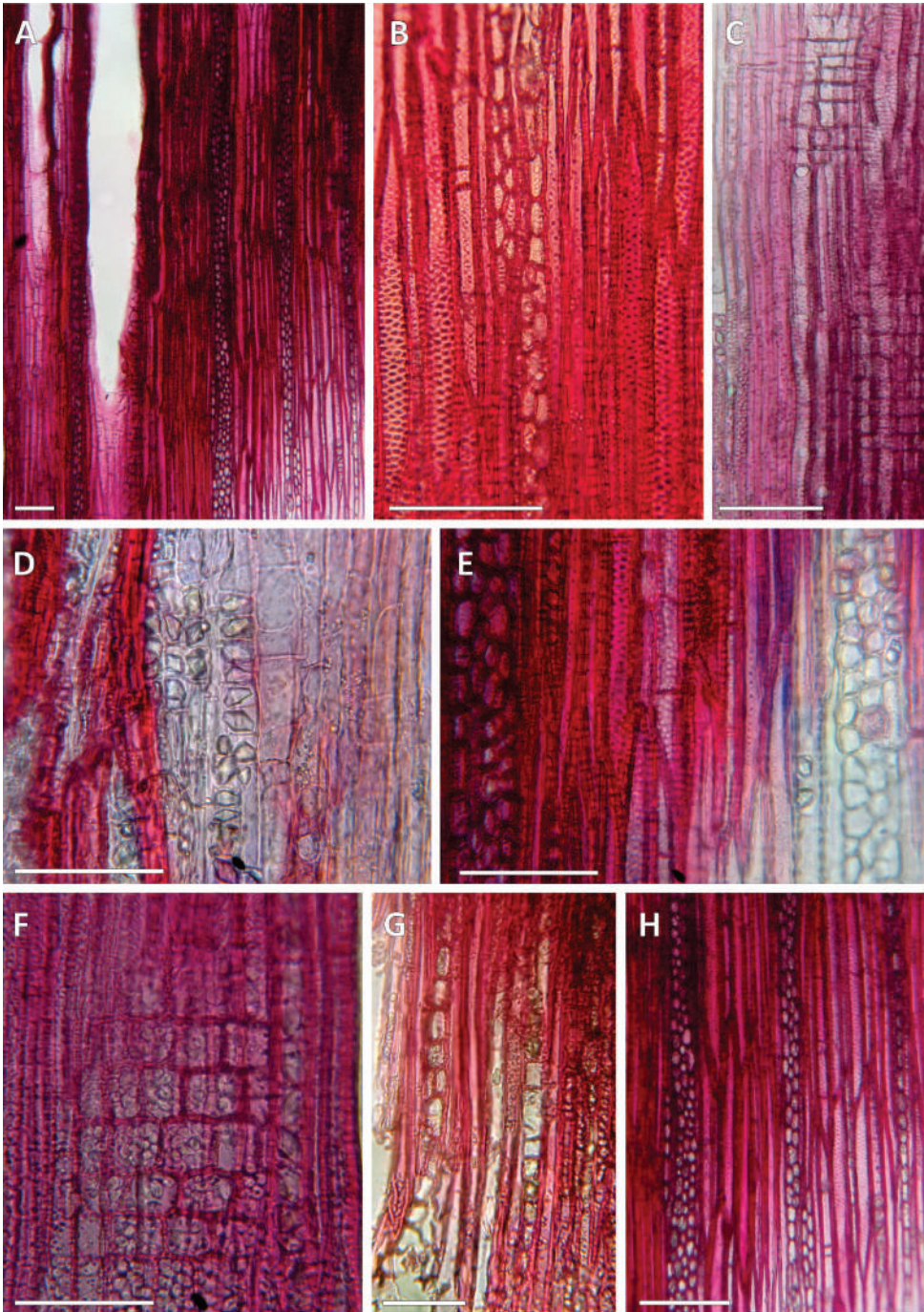


Fig. 6. Anatomía del xilema secundario en corte longitudinal radial y longitudinal tangencial. A) Vista general de los vasos grandes, el parénquima axial paratraqueal y los radios. B) Detalle de dos radios, fibrotraqueidas y vasos angostos. C) Vista del corte radial en el que se observan las placas de perforación simples de los vasos. D) Detalle del parénquima axial con cristales prismáticos. E) Detalle del parénquima axial paratraqueal y un radio triseriado. F) Células radiales con abundantes gránulos de almidón. G) Detalle de un radio uniseriado y fibras. H) Vista general de los radios. r. A-C, Escala: 100 μm ; D-H, Escala: 50 μm .

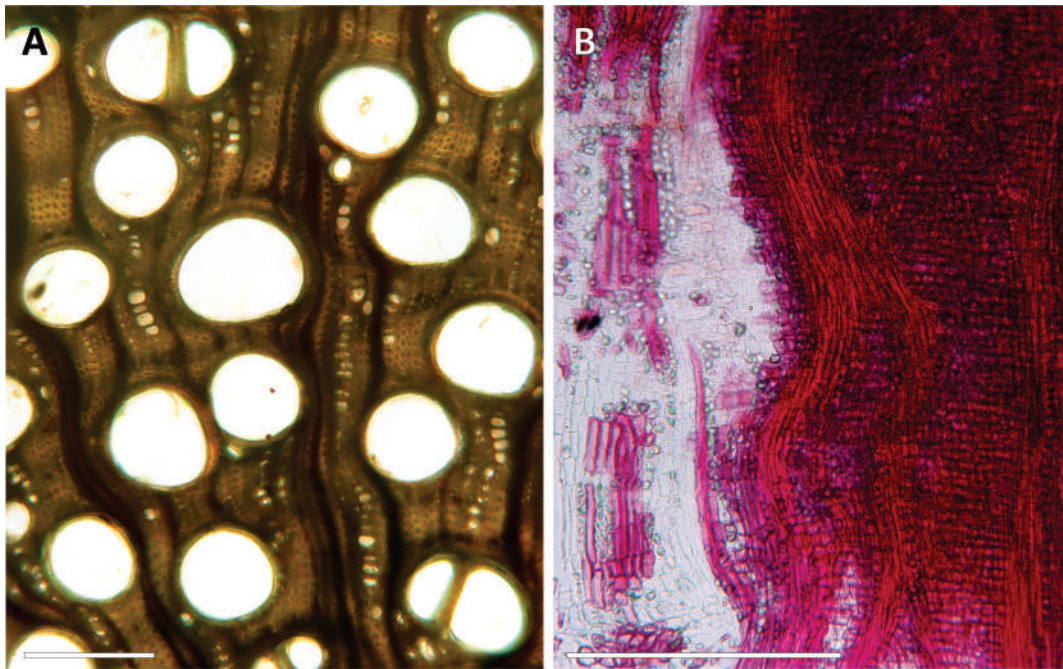


Fig. 7. A) Vista en corte transversal del xilema secundario con una estructura general sinuosa. B) Leño con grano crespo en corte tangencial. A, B, Escala: 200 μ m.

esta contribución se observó que ese rango es más amplio (de 3 a 7). La cantidad de cilindros periféricos no mostró correlación con la edad de los tallos.

REGIÓN NODAL

En *S. laruooteana*, tanto el cilindro central como los periféricos intervienen en la formación de las trazas, lo que difiere en lo visto en otras especies de *Serjania* (e.g. *S. caracasana*, Tamaio *et al.*, 2011), en donde sólo participan los cilindros periféricos. Además en la especie estudiada el cilindro central sufre modificaciones importantes a través de los nudos como el cambio de orientación de la médula.

PRESENCIA DE ALMIDÓN

Un carácter que resalta en los tallos estudiados es la presencia de abundantes gránulos de almidón en el interior de las células parenquimáticas de la corteza, de la médula y del xilema secundario.

La presencia de abundante almidón (ya citada para otras especies de *Serjania*, Arau-

jo y Costa, 2007), ha sido relacionada a diferentes estrategias del hábito trepador. Puede estar implicado en los repentinos flujos de crecimiento y floración y fructificación (Carlquist, 1985; 1991; 2001) y con la reparación de tejidos dañados o embolisados (Mooney y Gartner, 1991). También se ha propuesto que el almidón puede ser hidrolizado a azúcares solubles para reducir el riesgo de embolismos, ya que reduce el potencial soluto, lo que aumentaría la presión osmótica, ayudando así a mantener la columna de agua continua. (Carlquist, 1985; 2001; Araujo y Costa, 2007; Mooney y Gartner, 1991, Masrahi, 2014)

DIMORFISMO EN VASOS VS. TRAQUEIDAS

Las plantas trepadoras poseen una alta capacidad conductora gracias a que, generalmente, poseen vasos anchos y largos y placas de perforación simples (Ewers y Fisher, 1991; Schnitzer, 2005; Isnard y Feild, 2015). No obstante, los vasos de gran calibre son los que presentan mayor vulnerabili-

dad, ya que son más propensos a sufrir embolismos (Zimmermann y Jeje, 1981; Ewers *et al.*, 1990). Esto puede ser contrarrestado por diversos mecanismos, en particular por la presencia de vasos angostos (dimorfismo de vasos) o de traqueidas asociadas a los vasos anchos (Angyalossy *et al.*, 2015).

Carlquist (1985; 1991) citó la presencia de traqueidas para las Sapindaceae de hábito trepador como una vía alternativa para la conducción hídrica cuando los vasos grandes sufren embolismo. Por su parte, Klaassen (1999) reportó como característica diagnóstica la ausencia de traqueidas en esta familia, y señaló que, probablemente, los vasos angostos habían sido confundidos con traqueidas en los trabajos de Carlquist (1985; 1991). Posteriormente, Araujo y Costa (2007) y Tamaio *et al.* (2011), retomaron la idea de la presencia de traqueidas en *Serjania*, planteando que son formas intermedias de los vasos angostos. En la presente contribución, no se observaron traqueidas, y los vasos angostos presentan una clara diferencia con los elementos imperforados (*i.e.* fibras y fibrotraqueidas).

El dimorfismo en los vasos es un carácter muy conspicuo en la especie estudiada. De acuerdo a Carlquist (1985), el dimorfismo asegura la conducción hídrica creando una red de enlace en el flujo de agua. Los vasos angostos actúan también como relevos creando puentes hídricos entre los vasos anchos y garantizando el flujo de agua radial a través del tallo (Brodersen *et al.*, 2013). Este mecanismo de seguridad garantiza la conducción mientras la presión radical (Ewers *et al.*, 1997), u otros mecanismos, se encarguen de rellenar los vasos (Angyalossy *et al.*, 2015).

GRANO CRESPO

El grano es un término utilizado para describir atributos en maderas comerciales ya que, dependiendo del tipo, cambian las propiedades de la madera y los diseños. Está determinado exclusivamente por la dirección o alineamiento de los elementos leñosos longitudinales. En el grano crespo los elementos leñosos cambian continuamente de direc-

ción en sentido longitudinal, con mayor o menor amplitud, siguiendo una trayectoria más o menos sinuosa (Castiglioni, 1958).

Larson (1994) revisó los estudios realizados en relación a este tipo de grano, la mayoría de ellos sobre árboles comerciales como *Acer*, *Alnus*, *Fagus*, *Populus*, *Quercus*, entre otros. De esta revisión se pudo distinguir dos causas posibles por las que se forma el grano crespo: intrínsecas y extrínsecas. La primera categoría hace referencia a las divisiones de las células fusiformes del cámbium; se forman «dominios», los cuales son sectores del cámbium en los que las divisiones están inclinadas hacia la derecha o izquierda del eje axial del tallo. El patrón más conspicuo de dominio está asociado con cambios en el ángulo del grano, es decir, la inclinación relativa de los elementos del xilema al eje del tallo. El grano crespo formado por divisiones inclinadas del cámbium, se puede observar tanto en tallos jóvenes como maduros. La segunda categoría se relaciona con causas externas a la planta, producto de la presión longitudinal ejercida en el cámbium por el peso del tallo y la copa, por lo cual el grano crespo sólo se observaría en tallos o zonas de la planta más viejas (Larson, 1994).

En el caso de *S. laruotteana*, podríamos decir que el grano crespo se formó por causas intrínsecas del cámbium, ya que se lo encontró tanto en zonas jóvenes como viejas del tallo. Si bien el grano crespo no ha sido mencionado para otros representantes del género *Serjania* ni de la familia Sapindaceae, sí ha sido citado en algunos especímenes de lianas correspondientes a la familia Bignoniaceae (Pace y Angyalossy, 2013).

De acuerdo a Ritcher (2010) las plantas que presentan grano crespo exhiben una mayor elasticidad en sus tallos, y por otro lado, la madera con grano crespo, es más difícil de dividir y fracturar.

CONCLUSIONES

En este estudio, se realizó una descripción del tallo de *Serjania laruotteana*, incluyendo el análisis de características macro y

microscópicas de la corteza, médula y xilema secundario.

Una característica muy utilizada para separar especies de *Serjania* es la cantidad y disposición de los cilindros vasculares. Sin embargo, la especie estudiada mostró una variabilidad significativa a lo largo de los tallos en dicho patrón, lo que indicaría que en los estudios sobre la anatomía caulinar de estas plantas, son necesarios análisis seriados y exhaustivos.

Además de la estructura en cable, *S. la ruotteana* presenta otras adaptaciones funcionales, como el dimorfismo de los vasos y el grano cespado, que aumentan la plasticidad de sus tallos, necesaria para el hábito trepador. Un rasgo muy notorio es la presencia de abundante almidón en la corteza, médula y leño, que también estaría vinculado con una estrategia de su hábito de vida.

Como perspectivas futuras, se plantea la necesidad de estudiar los distintos tipos de grano en lianas, ya que se cuenta con muy poca información y es sólo relacionada a asuntos comerciales, por lo que se deberían llevar a cabo estudios más profundos para entender su formación y su función.

Finalmente, esta es la primera cita de la especie para el Parque Provincial Moconá, por lo que este estudio también es un aporte al conocimiento de la biodiversidad de dicha área protegida.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se realizó y financió en el marco de los proyectos N686 (UNLP) y PICT 2450 (ANPCyT), y de la Beca EVC CIN (M. L. Pipo). Las autoras expresamos nuestros agradecimientos a la Lic. Stella Rivera, y las Ings. Silvina Villegas y Emilce Galiussi por habernos permitido el acceso y la utilización del xilótomo y laboratorio de la Cátedra de Dendrología (Escuela de Bosques, UNLP). También agradecemos a las autoridades del Ministerio de Ecología y RNR de Misiones, quienes nos otorgaron los permisos para los viajes de campo, y a Federico Castía (encargado de la Reserva Yabotí) y

Leonardo Rangel Olivera, Antonio Millán, Víctor Soutus y Edgardo Taron (guardaparques) por la ayuda y camaradería en nuestros trabajos de muestreo.

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo-Rodríguez P. 1993. Systematics of *Serjania* (Sapindaceae). Part I: a revision of *Serjania* sect. *Platyccoccus*. Memoires of The New York Botanical Garden 67: 1-93.
- Angyalossy V., Angeles G., Pace M. R., Lima A. C., Dias-Leme C. L., Lohmann L. G., Madero-Vega C. 2012. An overview on the anatomy, development and evolution of the vascular system of lianas. Plant Ecology & Diversity 5: 167-182.
- Angyalossy V., Pace M. R., Lima A. C. 2015. Liana anatomy: a broad perspective on structural evolution of the vascular system. En: Schnitzer S. A., Bongers F., Burnham R. J., Putz F. E. (editores), Ecology of Lianas. John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, pp. 253-287.
- Araújo G., Costa C. 2006. Cambial variant in the stem of *Serjania corrugata* (Sapindaceae). IAWA Journal 27: 269-280.
- Araújo G., Costa C. 2007. Anatomia do caule de *Serjania corrugata* Radlk. (Sapindaceae). Acta Botanica Brasilica 21: 489-497.
- Borhen A., Grance L., Gartland M., Miranda D., Keller H., Dummel C. 2003. Clave de reconocimiento de especies forestales de Misiones, Argentina, por medio de la corteza. Yvyretá 12: 26-40.
- Brodersen C. R., McElrone A. J., Choat B., Lee E. F., Shackel K. A., Matthews M. A. 2013. In vivo visualizations of drought-induced embolism spread in *Vitis vinifera*. Plant physiology 161: 1820-1829.
- Carlquist S. 1985. Observations on functional wood histology of vines and lianas: vessel dimorphism, tracheids, vasicentric tracheids, narrow vessels, and parenchyma. Aliso 11: 139-157.
- Carlquist S. 1991. Anatomy of vine and liana stems: a review and synthesis. En: Putz F., Mooney H. (editores), The biology of vines. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 53-71.
- Carlquist S. 2001. Comparative Wood Anatomy: Systematic, Ecological, and Evolutionary Aspects of Dicotyledon Wood, 2nd edition. Springer, Lexington, MA, 448 pp.
- Castiglioni J. A. 1958. El diseño de las maderas. Revista de Investigaciones Forestales 1: 21-44.
- Chebez J. C. 2005. Guía de las reservas naturales de la Argentina, Volumen 3: Nordeste. Editorial Albatros, Buenos Aires, 290 pp.
- Cocozza Esposito C. 2004. Parque Provincial Moconá: diagnóstico para su desarrollo. Trabajo presentado para la obtención del título de grado Licen-

- ciado en Turismo, Universidad Abierta Interamericana, Buenos Aires, 117 pp. (Inédito).
- Daviña J. R., Rodríguez M. E., Honfi A. I., Seijop G. J., Isaurralde I., Guillén R. H. 1999. Floristic studies of the Moconá Park, Misiones. Argentina. *Candollea* 54: 231-249.
- Dujak M., Marchi P. 2010. Plantas utilizadas como barbasco por algunas comunidades indígenas del Paraguay. *Steviana* 2: 31-44.
- Ewers F. W., Fisher J. B. 1991. Why vines have narrow stems – histological trends in *Bauhinia* (Fabaceae). *Oecologia* 88: 233-237.
- Ewers F. W., Fisher J. B., Chiu S. T. 1990. A survey of vessel dimensions in stems of tropical lianas and other growth forms. *Oecologia* 84: 544-552.
- Ewers F. W., Carlton M. R., Fisher J. B., Kolb K. J., Tyree M. T. 1997. Vessel diameters in roots versus stems of tropical lianas and other growth forms. *IAWA Journal* 18: 261-279.
- Ferrucci M. S. 1991. Sapindaceae. En: Spichiger R. (editor), *Flora del Paraguay* 16. Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève & Missouri Botanical Garden, Missouri, pp. 1-144.
- Ferrucci M. S. 1998. Sapindaceae. En: Hunziker A. T. (editor), *Flora Fanerogámica Argentina* 52. Programa Floras Regionales, Córdoba, pp. 1-44.
- IAWA Committe. 1989. IAWA List of Microscopic Features for Hardwood Identification. *IAWA Bulletin* n.s. 10: 21-332.
- Inside Wood. 2004-en adelante. <http://insidewood.lib.ncsu.edu/search>. (Wheeler E.A. 2011. InsideWood - a web resource for hardwood anatomy. *IAWA Journal* 32: 199-211). [Consulta: 20 de mayo de 2015]
- Isnard S., Feild T. S. 2015. The evolution of angiosperm lianescence: a perspective from xylem structure-function. En: Schnitzer S. A., Bongers F., Burnham R. J., Putz F. E. (editores), *Ecology of Lianas*. John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, pp. 221-238.
- Johansen D. A. 1940. *Plant microtechnique*. McGraw-Hill Book Co. Inc., Nueva York, 523 pp.
- Johnson M. A., Truscott F. H. 1956. On the anatomy of *Serjania*. I. Path of the bundles. *American Journal of Botany* 43: 509-519.
- Klaassen R. 1999. Wood anatomy of the Sapindaceae. *IAWA Journal Supplement* 2: 1-214.
- Larson P. R. 1994. *The Vascular Cambium. Development and Structure*. Springer Series in Wood Science, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 725 pp.
- Lima A. C. 2012. Sazonalidade da atividade cambial em lianas. Dissertação de Mestrado, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 44 pp. (Inédito)
- Masrahi Y. S. 2014. Ecological significance of wood anatomy in two lianas from arid southwestern Saudi Arabia. *Saudi Journal of Biological Sciences* 21: 334-341.
- Metcalf C., Chalk L. 1983. *Anatomy of dicotyledons* Vol. II. Clarendon Press, Londres, 297 pp.
- Mooney H. A., Gartner B. L. 1991. Reserve economy of vines. En: Putz F. E., Mooney, H.A. (editores), *The Biology of Vines*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 161-179.
- Pace M. R., Angyalossy V. 2013. Wood anatomy and evolution: a case study in Bignoniaceae. *International Journal of Plant Sciences* 174: 1014-1018.
- Richter C. 2010. *Holzmerkmale* 3, extended edition. DRW-Verlag Weinbrenner, Leinfelden-Echterdingen, 244 pp.
- Schnitzer S. A. 2005. A mechanistic explanation for global patterns of liana abundance and distribution. *American Naturalist* 166: 262-276
- Tamaio N., Neves M. F., Brandes A. F. N., Vieira R. C. 2011. Quantitative analyses establish the central vascular cylinder as the standard for wood-anatomy studies in lianas having compound stems (Paullinieae: Sapindaceae). *Flora* 206: 987-996.
- Tamaio N., Angyalossy V. 2009. Variação cambial em *Serjania caracasana* (Sapindaceae): enfoque na adequação terminológica. *Rodriguésia* 60: 651-666.
- Tamaio N., Somner G. 2010. Development of corded vascular cylinder in *Thinouia restingae* Ferruci & Somner (Sapindaceae: Paullinieae). *Journal of the Torrey Botanical Society* 137: 319-326.
- Tamaio N. 2011. Caracterização anatômica das madeiras de lianas de Sapindaceae utilizadas comercialmente em São Paulo - SP. *CERNE* 17: 533-540.
- Zimmermann M. H., Jeje A. A. 1981. Vessel-length distribution in stems of some American woody plants. *Canadian Journal of Botany* 59: 1882-1892.