

ANATOMÍA DE LEÑO DE *MAYTENUS VITIS-IDAEA* Y *M. VISCIFOLIA* (CELASTRACEAE)

ANA MARÍA GIMÉNEZ¹, FEDERICO CALATAYU¹, MARÍA EUGENIA FIGUEROA¹ y JOSÉ
DÍAZ ZIRPOLO¹

Summary: Wood anatomy of *Maytenus vitis-idaea*. y *M. viscifolia* (Celastraceae). Is objective of this study to describe the wood anatomy of *Maytenus vitis-idaea* Griseb. and *M. viscifolia* Griseb. (Celastraceae) and to determine ecoanatomy features. The samples were collected from natural forest in Guampacha, Guasayán, Santiago del Estero, Argentina (Chaco Serrano district). Five individuals were randomly selected; being obtained a track to 0.3 m. IAWA Committee on Nomenclature terminology was used in wood descriptions. Xylem features of *Maytenus* be summarized as: numerous small pores, short vessel members and growth rings narrow. The wood of the two species were characterized by diffuse to semi-circular porosity, growth rings type 5b, numerous small pores, apotracheal axial parenchyma in discontinuous bands, with a tendency to cross-linked, low paratracheal unilateral and diffuse in aggregates, heterogeneous rays, fibrotracheids present. The main anatomical difference is the predominance of solitary pores in *M. vitis-idaea* and longest rays in *M. viscifolia*. Both woods present conspicuous xerophytic features.

Key words: *Maytenus viscifolia*, *M. vitis-idaea*, anatomy, wood.

Resumen: Es objetivo del trabajo describir el leño de *Maytenus vitis-idaea* Griseb. y *M. viscifolia* Griseb. (Celastraceae) y determinar rasgos ecoanatómicos. Las muestras fueron recolectadas del bosque natural en la localidad Guampacha, Sierras de Guasayán, Santiago del Estero, Argentina (distrito chaqueño serrano). Cinco individuos de cada especie fueron seleccionados al azar, obteniéndose una rodaja a 0.3 m. En las descripciones del leño se usó la terminología del Comité de Nomenclatura de IAWA. Los rasgos fundamentales del leño de *Maytenus* se resumen en: poros pequeños, numerosos, vasos pequeños, miembros de vasos cortos y anillos de crecimiento angostos. El leño de las dos especies estudiadas se caracteriza por presentar porosidad difusa a semicircular, anillos de crecimiento tipo 5b; poros numerosos y pequeños, parénquima axial de distribución apotraqueal en bandas discontinuas de una sola hilera de células, con tendencia a reticulado; escaso paratraqueal unilateral y difuso en agregados, radios heterogéneos; presencia de fibrotraqueidas. Las principales diferencias anatómicas radican en el tipo de poros, fundamentalmente solitarios en *M. vitis-idaea* y la presencia de radios de mayor longitud en *M. viscifolia*. Ambas maderas presentan rasgos xerofíticos notorios.

Palabras clave: *Maytenus viscifolia*, *M. vitis-idaea*, anatomía, leño.

INTRODUCCIÓN

La familia Celastraceae está ampliamente distribuida en el mundo, comprende 57 géneros, con 370 sp. originarias de ambos hemisferios,

existiendo varios representantes indígenas en el país. Son generalmente pequeños árboles o arbustos (Dimitri, 1972).

El género *Maytenus* es propio de regiones templadas y cálidas del mundo, crece en el sur de Asia: (Yemen, Malasia y Tailandia); y África (al noroeste en las Islas Canarias, al noreste en Etiopía, y sur en Sudáfrica). Con alrededor de 200 especies originarias de América, se distribuye desde Méjico a Tierra del Fuego, en una gran variedad de climas; desde el tropical al subpolar.

En Argentina hay once especies indígenas

¹ Laboratorio de Anatomía de Madera (LAM). Instituto de Silvicultura y Manejo de Bosques (INSIMA). Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Av. Belgrano (s) 1912. 4200 Santiago del estero. Rep. Argentina. E-mail: amig@unse.edu.ar

distribuidas en la selva misionera, tucumano-boliviana, parque chaqueño, región del monte y bosques andino-patagónicos y 77 en Brasil (Hurrel & Bazzano, 2003). Se las conoce vulgarmente como “abriboca” por la forma de abrirse la cápsula en dos valvas (Boelke, 1992).

La especie más relevante en el país, por su carácter arbóreo y distribución es *Maytenus boaria* (maitén), propia de los Bosques andino-patagónicos. De aptitud maderera, sus ramas son una importante fuente de follaje para el ganado ovino en la estepa patagónica (Tortorelli, 2009).

Maytenus ilicifolia Mart. ex Reissek (congorosa) oriunda de Argentina, Brasil, Paraguay y Bolivia, es ampliamente utilizada como agente antiulceroso (Alonso & Desmarchelier, 2007).

En la provincia de Santiago del Estero están presentes: *M. spinosa*, *M. viscifolia* y *M. vitis-idaea*. Son indicadoras de zonas salitrosas y semiáridas. Giménez & Hernández (2008), citan la presencia de *M. spinosa* (Griseb.) Lourteig & O'Donnell, en el 50% de los ambientes estudiados en el chaco semiárido santiagueño; *M. vitis-idaea* Griseb. en el 36% y *M. viscifolia* Griseb. sólo ha sido censado en 1 sitio (Sierras de Guasayán). Son especies de aptitud tintórea, forrajera, alimenticia y en menor grado maderera por las escasas dimensiones de sus troncos (Giménez *et al.* 2010).

La anatomía del xilema del tallo de Celastraceae ha sido descrito por Record & Hess (1943), Mennega (1997) y Van Wyk & Archer (1993). Mennega (op. cit.), analiza la anatomía de la subfamilia Hippocrateoideae, que se distingue por tener radios muy delgados y largos y la ausencia de floema incluso.

Record & Hess (op. cit.) estudia los géneros *Celastrus*, *Zinowiewia*, *Elaeodendron* (con fibras septadas), *Goupia*, con poros de tamaño mediano. En *M. boaria*, Molina indica vasos con espesamientos espiralados, puntuaciones parénquima vasculares muy pequeñas, radios heterogéneos 1-5 seriados, y más de 30 células de alto. Anatómicamente esta familia no presenta caracteres estructurales sobresalientes (Metcalfé & Chalk, 1983).

Las relaciones entre la estructura de la madera y las condiciones ambientales es objeto de estudio de la ecoanatomía (Carlquist & Hoekman, 1975), que considera el análisis de la estructura de la madera, buscando conocer cómo varían algunos elementos xilemáticos en las condiciones del medio donde

crece la planta (Moglia & Giménez, 1998).

Baas & Carlquist (1985) y Carlquist & Hoekman (1985), enfatizan que son numerosas las alternativas para una planta, de sobrevivir al estrés del agua.

Dado el escaso discernimiento de las especies del Chaco argentino del género *Maytenus*, es objetivo del presente trabajo contribuir al conocimiento ecoanatómico de dos especies cuyo leños no están descritos: *Maytenus vitis-idaea* Griseb. y *M. viscifolia* Griseb.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue realizado con: *Maytenus vitis-idaea* y *M. viscifolia*.

Maytenus vitis-idaea (monedita, cosqui-yuyo), es un arbusto o más raramente arbolito inerme, de 2-5 m de alto y hasta 0.20 m de diámetro; de follaje persistente, verde intenso, ramas y ramitas glabras, las más jóvenes gris claro. Su distribución geográfica en el país se remite a las siguientes provincias: Jujuy, Salta, Tucumán, Santiago de Estero, Catamarca, La Rioja, San Juan, Formosa, Chaco, Corrientes, Santa Fe, Córdoba. Es propio del parque chaqueño. Es una especie xerófila, halófila, indicadora, muy abundante en ambientes degradados con influencia salina (Digiglio & Legname, 1966).

La madera presenta sólo usos locales, de aptitud tintórea, da coloración rojiza oscura a lanas, hilos, etc. (Giménez *et al.*, 2008). Planta melífera de uso alimenticio y forrajero, de la ceniza resultante de la combustión de la madera se obtiene sal para las comidas, así como del jugo logrado, al machacar sus hojas. De uso medicinal: el jugo de las hojas se emplea para ciertas afecciones de la vista. Es desinflamante, desinfectante, astringente y oftálmico. Las hojas masticadas curan enfermedades de encías y dientes (Giménez *et al.*, 2010).

Es usada como forrajera de segundo orden, constituye uno de los principales alimentos que consume el *Tapirus terrestres* (tapir). Presentan las hojas taninos condensados que podrían actuar, como atrapadores de radicales libres y agentes antivirales (Vodka & Chifa, 2008).

Maytenus viscifolia (chasqui-yuyo) es un arbusto o arbolito inerme, de 3-7 m de alto, tronco de hasta 0.30 m, follaje persistente, verde intenso. Se distribuye en Salta, Tucumán, Santiago del Estero,

Catamarca, La Rioja, Córdoba, San Juan. Es propio del parque chaqueño serrano y de la provincia del monte. Esta especie sólo presenta usos locales (Digiglio & Legname, 1966).

El material de estudio fue obtenido de la localidad Guampacha, Sierras de Guasayán, provincia de Santiago del Estero, Argentina (lat.S: 28°49'03" Long O 63°11'12"). La singularidad de la zona es que pertenece a la región denominada Chaco serrano, con la presencia de ecosistemas de bosques muy variados. El Chaco Serrano se extiende de norte a sur sobre las Sierras Subandinas y Pampeanas, formando un ecotono con las Yungas y el Chaco Semiárido. Esta condición permite el desarrollo de una interesante biodiversidad (Giménez & Moglia, 2003).

Cinco individuos de cada especie fueron seleccionados al azar y permanecen en la xiloteca de la cátedra de Dendrología del INSIMA, FCF, UNSE. Las muestras fueron obtenidas de la rodaja a 0.3 m. De cada disco se extrajo una muestra de 2x2 cm para realizar los preparados microscópicos de madera. Se tiñeron las muestras con crisoidina-acridina roja y azul de astra, montándose en Entellán. Para los macerados se empleó una solución de una parte de ácido acético glaciar y dos partes de peróxido de hidrógeno (Berlyn & Miskche, 1976).

En las descripciones del leño se siguió la terminología del Comité de Nomenclatura de IAWA (Baas *et al.*, 1989). Las mediciones anatómicas de los caracteres seleccionados se efectuaron siguiendo las recomendaciones de Muñiz & Coradin (1991), con la medición de 25 elementos por variable e individuo. Las imágenes de microscopía óptica fueron tomadas con video cámara Sony. Además se trabajó con MEB Hitachi TM 1000 Tabletop.

Se calculó el índice de vulnerabilidad (diámetro medio de vasos/ número de vasos por mm²) y el de mesomorfismo (Vulnerabilidad/longitud de elementos de vasos) (Carlquist, 1977).

RESULTADOS

1- *Maytenus vitis-idaea*

Descripción macroscópica

Madera con escasa diferencia entre albura y duramen, albura: blanca rosácea y duramen: blanco rosáceo a castaño rosáceo-HUEYR 6/4, no presenta

veta (Fig. 1 A). Es una madera poco conocida, de usos locales como leña y sin propiedades especificadas. Se observa variación del leño en cuanto a su color por efecto de la oxidación, de sabor y olor ausente, lustre medio. Madera lisa o con suave veteado floreado, de grano recto a ligeramente oblicuo; textura homogénea, poros poco visibles con 10 aumentos.

Los anillos de crecimiento son poco diferenciados, con bordes oscuros al final de cada uno de ellos. El rango de espesor medio es de 1.36 mm (0.11- 4.41), muy delgados (cat. 1).

Descripción microscópica

A nivel microscópico el anillo es definido por una banda de fibrotraqueidas comprimidas radialmente, la presencia de vasos más grandes y escasos en leño temprano y pequeños en leño tardío (Fig. 1 B). Corresponde al tipo 5b (Carlquist, 1988), donde las fibrotraqueidas presentan paredes uniformes en su espesor a lo largo del anillo (Fig. 1 C).

El leño se caracteriza por presentar porosidad difusa con tendencia a semicircular. El histograma de tejidos del leño corresponde a un 20 % de poros; 38 % de parénquima axial y radial, 42 % de fibrotraqueidas.

Los poros son de orientación radial, predominantemente solitarios (75%); múltiples cortos de 2: 10%, múltiples cortos de 3: 4%, racemiformes: 6% y geminados: 4-6%. Los miembros de vasos poseen placa de perforación simple con las paredes transversales inclinadas (Figs. 1 D y 1 E). Son elementos extremadamente cortos, de longitud promedio de 77.10 µm (45.5-125), sin oclusión en el duramen. Los poros son pequeños, con diámetro tangencial medio de 28.40 µm (20-40), numerosos, con una frecuencia de vasos por mm² de 67.70 (50-85).

Las puntuaciones intervasculares (Fig. 1 F) son muy numerosas, alternas, algunas coalescentes, con diámetro interno de puntuación 5.2 µm (pequeñas), las parénquima-vasculares 4.9 µm y las fibrovasculares 2.3 µm. El índice de vulnerabilidad es 0.43 y el de mesomorfismo 0.00557.

El parénquima axial es de distribución apotraqueal en bandas discontinuas de una sola hilera de células, con tendencia a reticulado; escaso paratraqueal unilateral y difuso en agregados (Fig. 2 A).

Los radios leñosos son heterogéneos II (Kribs,

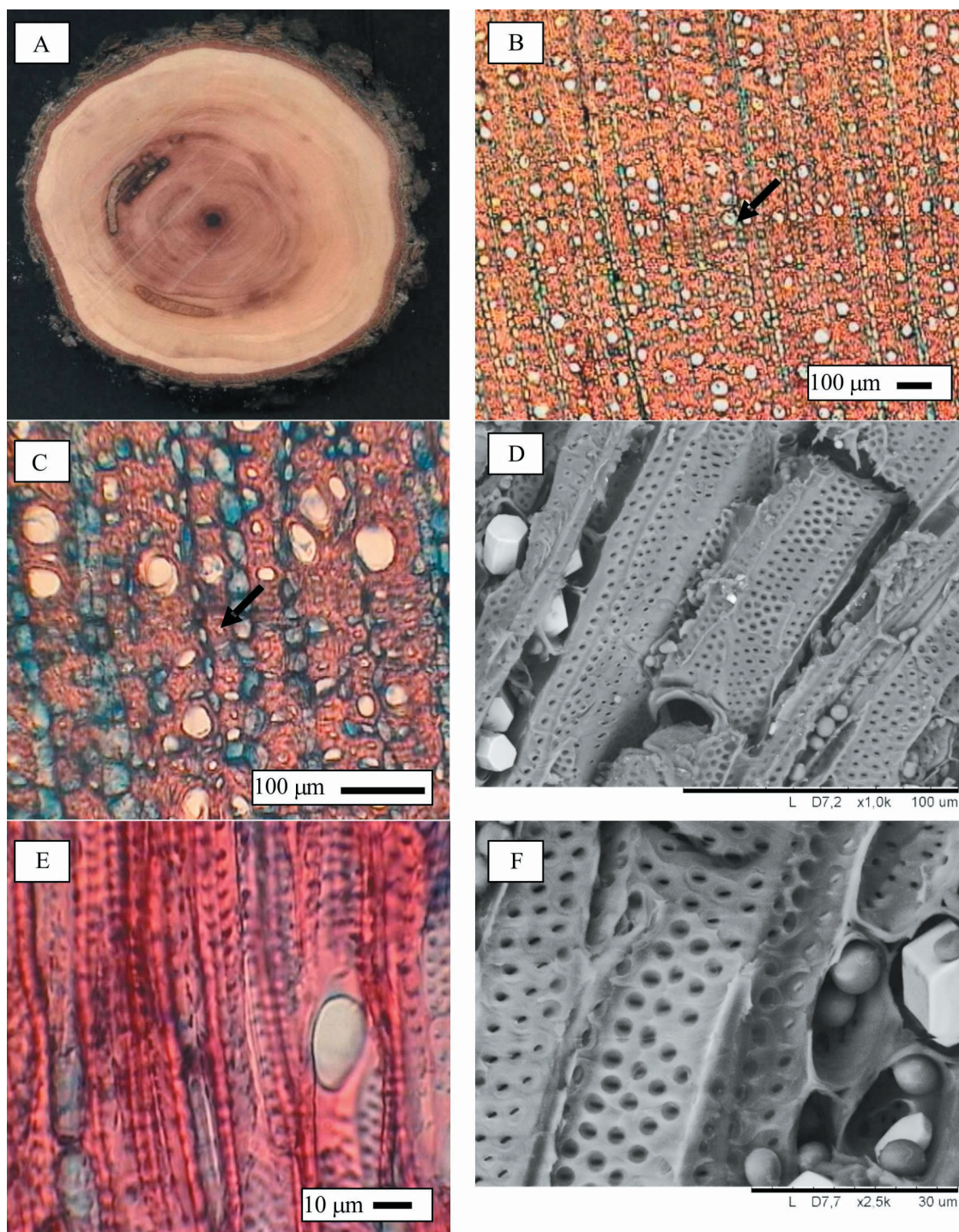


Fig. 1. *Maytenus vitis-idaea*. **A:** Sección transversal del tronco. **B:** Definición del anillo de crecimiento, transición entre leño temprano y tardío. **C:** Banda de fibrotraqueidas comprimidas radialmente que definen el anillo. **D:** Leño con porosidad difusa con tendencia a semicircular. **E:** Miembro de vaso con placa de perforación simple. **F:** Puntuaciones intervasculares.

1968). El cuerpo del radio formado por células procumbentes que se rodea de 2-4 hileras de células verticales dispuestas marginalmente (Fig. 2 B). Los radios presentan células de contacto (Braun, 1970), son uni a triseriados (Fig. 2 C). El histograma de tipos de radios expresado en % es: uniseriados (27-34); biseriados (53-59); triseriados (14). La longitud media es de 115.9 μm (150-450), correspondiente al tipo radios $> 1 \text{ mm}$ (radios bajos). Radios numerosos (13.4 :7-16/mm), se disponen en estructura no estratificada. Hay cistales de oxalato de Ca en el parénquima radial.

El tejido mecánico está constituido por fibrotraquiedas (fibras con puntuaciones rebordeadas distintivas), cortas (165 μm :112.5-262.5). Las puntuaciones semiareoladas, dispuestas

en una o dos hileras (Fig. 2 D), presentan de diámetro externo de un valor medio de 13.1 μm (12.5-17.5), y el espesor medio de pared de 4.1 μm , correspondiendo al tipo grueso.

2- *Maytenus viscifolia*

Descripción macroscópica

Madera con escasa diferencia entre albura y duramen; albura: blanco cremoso y duramen: castaño amarillento. HUE 2,5 YR 5/2, no presenta veta (Fig. 3 A). Es una madera poco conocida, de usos locales como leña y sin propiedades especificadas. Dos de las muestras de maderas, presentaban ataque de hongos en la albura y parte del duramen, observándose principalmente una mancha roja en el duramen y en la zona del cámbium vascular.

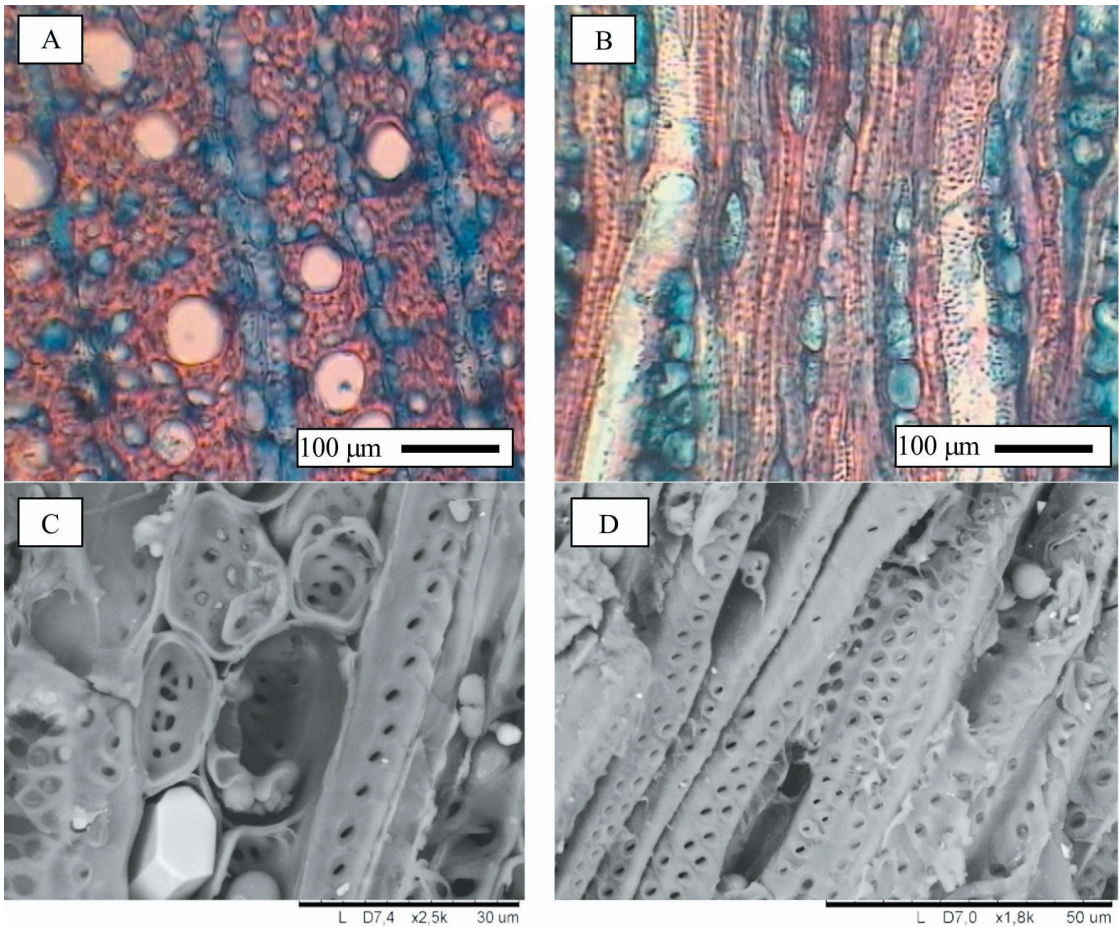


Fig. 2. *Maytenus vitis-idaea*. **A:** Parénquima axial apotraqueal con tendencia a reticulado y escaso paratraqueal unilateral. **B:** Radios heterogéneos uni a triseriados. **C:** Radios leñosos con cristales. **D:** Fibrotraquieda con puntuaciones semiareoladas, dispuestas dos hileras.

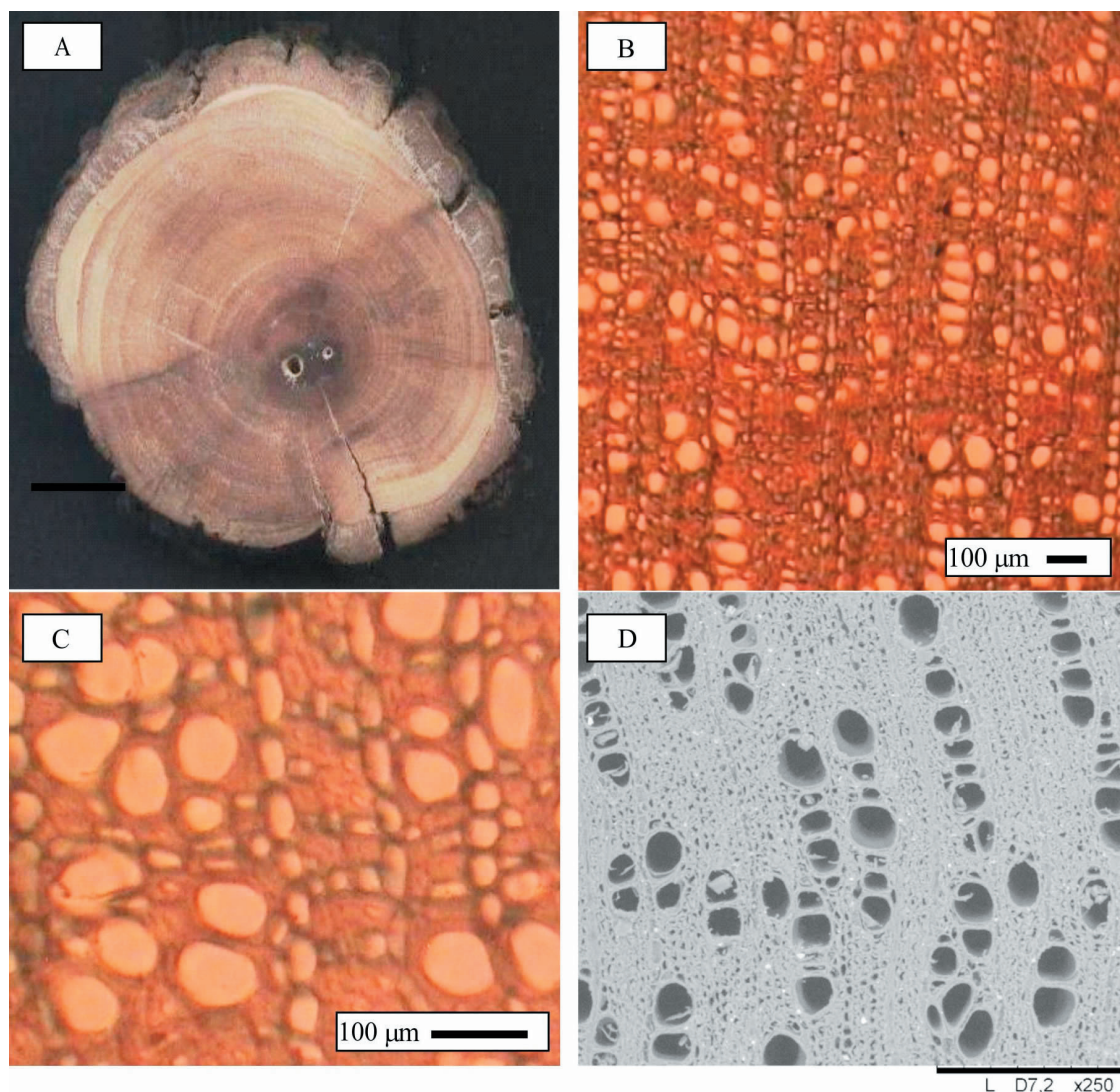


Fig. 3. *Maytenus viscifolia*. **A:** Sección transversal del tronco. **B:** Definición del anillo de crecimiento, transición entre leño temprano y tardío. **C:** Anillo definido por una banda de fibrotraqueidas comprimidas radialmente. **D:** Poros de orientación radial, con predominio de múltiples.

De sabor y olor ausente, brillo intenso. El duramen está demarcado por diferencia de color, algo excéntrico y de contorno irregular, el paso entre albura y duramen es gradual. La madera es de veteado suave, grano recto o algo sinuoso, textura homogénea.

Los anillos de crecimiento son poco demarcados, determinados macroscópicamente por una línea oscura. A nivel microscópico es definido por una banda de fibrotraqueidas comprimidas radialmente, la presencia de vasos más grandes y

escasos en leño temprano, pequeños en leño tardío (Fig. 3 B). Anillo tipo 5b (Carlquist, 1988) donde las fibrotraqueidas presentan paredes uniformes en su espesor a lo largo del anillo (Fig. 3 C). El rango de espesor medio es de 1.60 mm (0.91-3.03), son muy delgados (cat.1).

Descripción microscópica

El leño se caracteriza por presentar porosidad difusa con tendencia a semicircular. El histograma de tejidos del leño corresponde a un 24 % de

poros; 40 % de parénquima axial y radial, 36 % de fibrotraqueidas.

Los poros son de orientación radial, solitarios (30 %), múltiples cortos de 2: 28%, múltiples cortos de 3: 11%, múltiples largos 13%, racemiformes: 10%, geminados: 8% (Fig. 3 D). Los miembros de vasos poseen placa de perforación simple (Fig. 4 A). Son elementos extremadamente cortos, de longitud promedio de 113.4 μm (65-172.5), con apéndices vasculares (x: 49,5 μm). Los vasos del duramen están ocluidos con abundante contenidos tánicos. Los poros son pequeños con diámetro tangencial medio de 35.60 μm (30-40), muy numerosos (83.6/mm²: 42.5-117.5).

Las puntuaciones intervasculares son ornadas (Fig. 4 B), de forma oval a redondeada, muy numerosas, opuestas o alternas, algunas

coalescentes, con diámetro interno de puntuación 3.5 μm (medianas). El punteado radio-vascular es similar al intervascular. La placa de perforación es simple y las paredes transversales de los miembros de vasos inclinadas. El índice de vulnerabilidad es 0.45 y el de mesomorfismo 0.00398.

El tejido mecánico está formado por fibrotraqueidas, con puntuaciones areoladas de abertura lineal. Son elementos cortos de longitud media de 227.2 μm (135-282.5), diámetro tangencial medio: 15.5 μm , diámetro interno: 5.1 μm , espesor de la pared: 5.3 μm . Se observa en los macerados fibras libriformes (en menor proporción) con puntuaciones simples.

Parénquima axial de distribución apotraqueal en bandas discontinuas de una sola hilera de células, con tendencia a reticulado (Fig. 4 C). Parénquima

Tabla 1. Cuadro comparativo de las características anatómicas del xilema

Especie	<i>M. vitis-idaea</i>	<i>M. viscifolia</i>
Color	castaño rosáceo HUEYR 6/4	castaño amarillento. HUE 2,5 YR 5/2
Espesor anillos mm	1.36 (0.11- 4.41)	1.6 (0.82-3.03)
Porosidad	Difusa a semicircular.	Difusa a semicircular.
Tipos de Poros %	75	30
Solitarios	10	28
Múltiples de 2 - 3	3.5	11
Múltiples Largos	0	13
Racemiformes	6	10
Geminados	5	8
Arreglo de los vasos	Vasos en patrón radial	Vasos en patrón radial
Diámetro tangencial de vasos μm	28.40 (20-40)	35.60 (30-40)
Longitud de vasos μm	77.10 (45.5-125)	113.4 (65-172.5)
Placa de perforación	Simple	Simple
Frecuencia de vasos /mm ²	67.70 (50-85)	83.6 (42.5-117.5)
Parénquima axial	Apotraqueal difuso en agregados Escaso paratraqueal unilateral	Apotraqueal difuso en agregados Escaso paratraqueal unilateral, vascicentrico.
Radio: Uniseriados	31%	44%
Biseriados:	56%	50%
Triseriados:	14%	6%
Alto de radios μm	228.8 (100-430)	456.3 (180-850)
Nº radios/mm	13.4 (7-16)	11.7 (7-16)
Fibras longitud μm	165 (112.5-262.5)	227.2 (135-282.5)
Diámetro externo fibra μm	13.1 (12.5-17.5)	15.5 (10-20)
Espesor pared de fibra μm	4.1 (2.5-7.5)	5.1 (2.5-7.5)

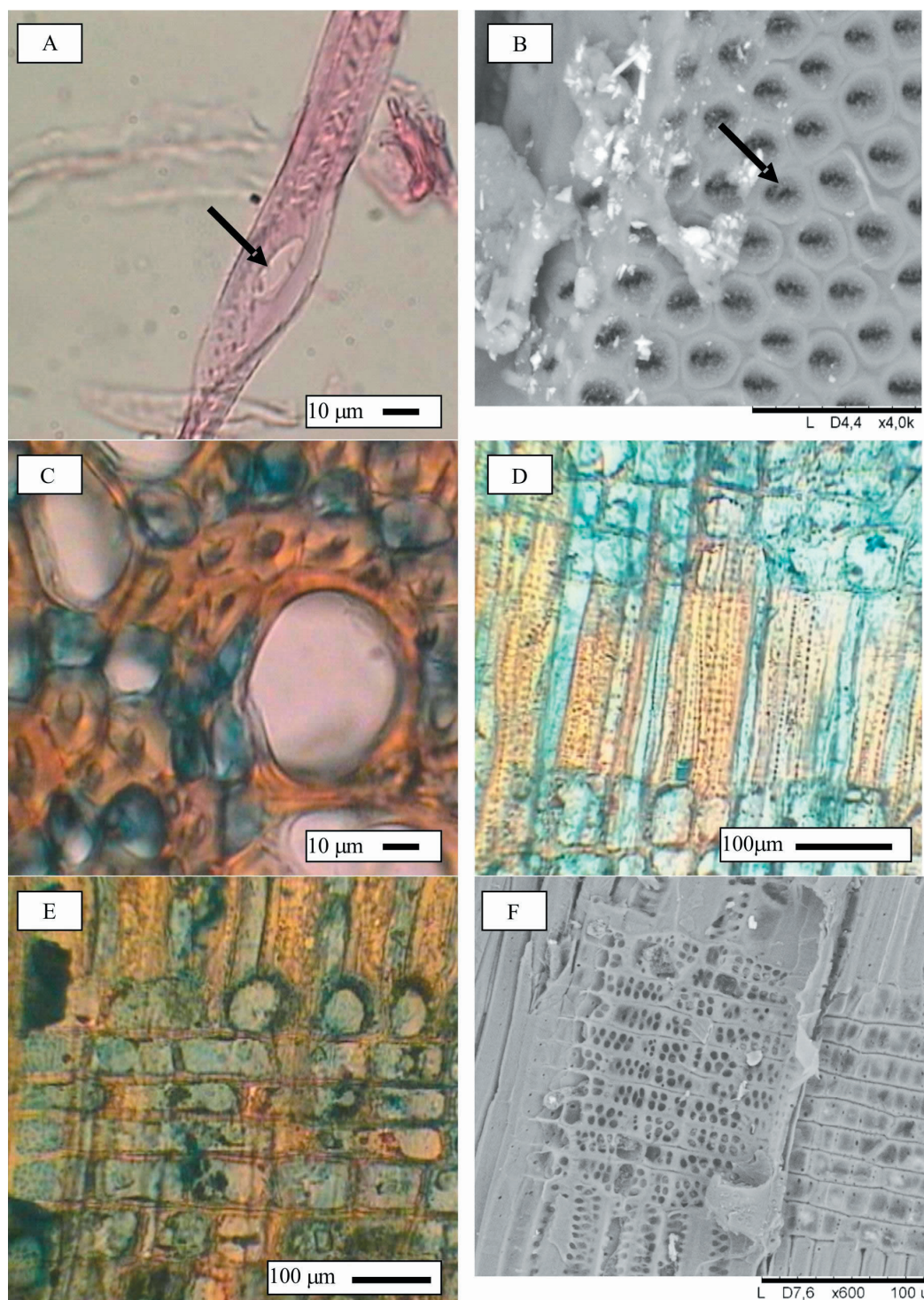


Fig. 4. *Maytenus viscifolia*. **A:** Miembro de vaso con placa de perforación simple, pared inclinada. **B:** Puntuaciones intervasculares ornadas (MEB). **C:** Parénquima axial de distribución apotraqueal con tendencia a reticulado. **D:** Parénquima axial en series de células rectangulares. **E:** Radios leñosos heterogéneos. **F:** Radios con células de contacto.

paratraqueal vasicéntrico escaso, unilateral, se dispone en series axiales de células rectangulares (Fig. 4 D). Parénquima no estratificado con elementos alargados verticalmente, las dimensiones de las células del parénquima axial: 215 μm de longitud y diámetro tangencial medio de 16.2 μm .

Los radios leñosos son heterogéneos II B (Kribs, 1968). El cuerpo del radio formado por células procumbentes, con de 2-4 hileras de células verticales dispuestas marginalmente (Fig. 4 E). Los radios presentan células de contacto (Braun, 1970) (Fig. 4 F), uni a triseriados (Fig. 5 A). El histograma de tipos de radios en % es: uniseriados

(44); biseriados (50); triseriados (6). La longitud media es de 456.3 μm (180-850) correspondiente al tipo radios > 1 mm (radios bajos); el alto en número de células: x: 14,82. El número de radios/mm es de 11.7 (7-16), corresponde al tipo radios numerosos y se disponen en estructura no estratificada. Se observan radios fusionados longitudinalmente.

Cristales prismáticos de oxalato de calcio presentes en el parénquima radial (Fig. 5 B).

En el macerado se ha diagnosticado un elemento poco frecuente y escasamente descrito en maderas argentinas como ser células perforadas de radio. Son células de naturaleza radial, pero perforada,

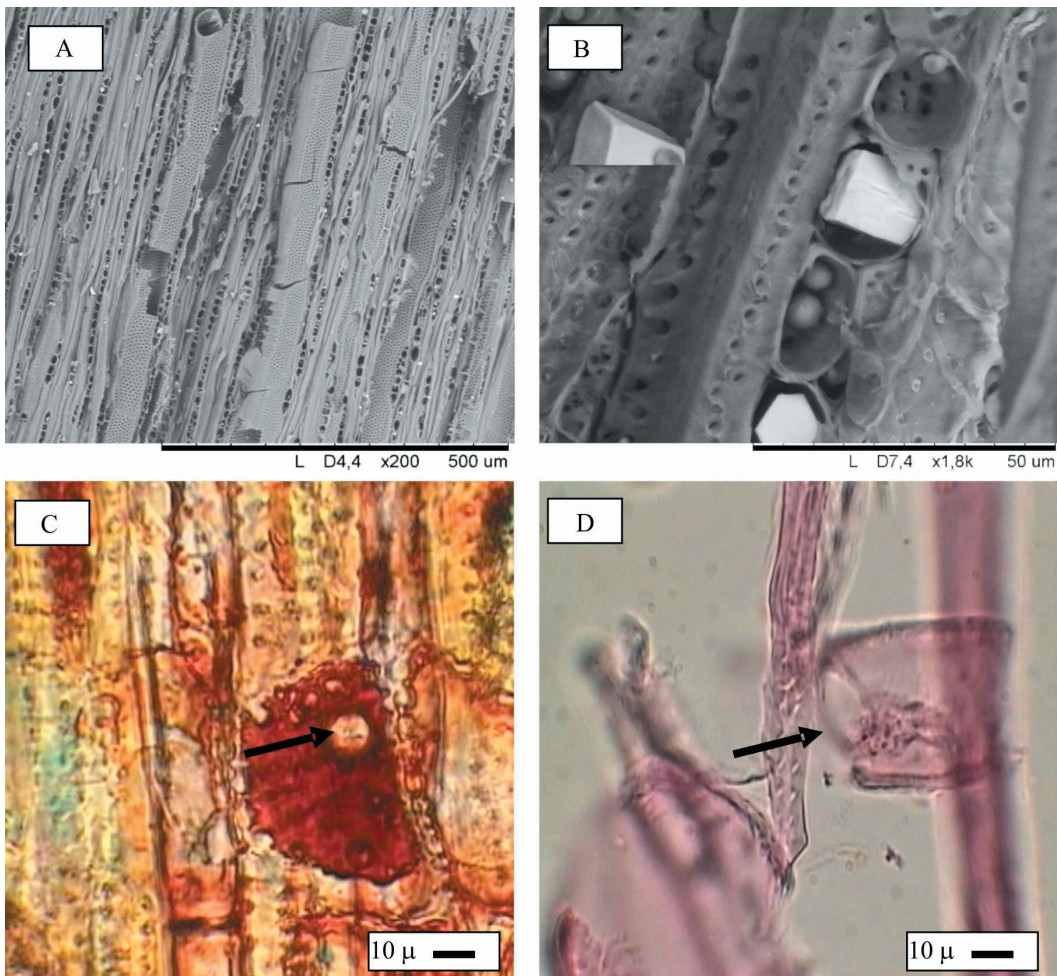


Fig. 5. *Maytenus viscifolia*. **A:** Radios uni a triseriados. **B:** Cristales prismáticos de oxalato de calcio presentes en el parénquima radial. **C:** Fibrotraqueida en macerado, con puntuaciones semiareoladas, dispuestas dos hileras. **D:** Células perforadas de radio. **D:** Células perforadas de radio con placa similar a los miembros de vasos y puntuaciones areoladas.

en general en las paredes que conectan con dos vasos en ambos lados del radio. El tipo de placa es igual que la presente en los miembros de vasos, con puntuaciones areoladas en sus paredes laterales similares a las intervasculares (Figs. 5 C-D).

Un rasgo anatómico destacado es la extremada cantidad de puntuaciones en vasos y fibrotraqueidas, por lo que la interconexión está asegurada. Las muestras presentan hifas de hongos en los árboles de DAP superior a 10 cm.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Metcalf & Chalk (1983), caracterizan el leño de la familia Celastraceae por los siguientes rasgos: vasos pequeños y numerosos, solitarios, también múltiples 2-3, a veces de porosidad circular o semicircular, ocasionalmente con espesamientos espiralados. La placa de perforación es simple, las puntuaciones intervasculares alternas, muy pequeñas. Los miembros de vasos de longitud media a moderadamente largos, muy cortos en algunos géneros.

En *Maytenus*, los rasgos del leño destacables son: vasos pequeños, múltiples radiales en algunas especies; muy numerosos (20-40). Se cita la presencia de espesamientos espiralados a veces en *Maytenus* y *Celastrus*. El parénquima axial típicamente apotraqueal o ausente, difuso, en bandas de más de 1-2 células. Los radios son típicamente 1-3 seriados, de menos 12/mm, con espacios intercelulares, las fibras con puntuaciones rebordeadas, y fibrotraqueidas (Metcalf & Chalk, 1983).

Las especies estudiadas presentan los rasgos generales del género.

Maytenus vitis-idaea tiene amplio predominio de vasos solitarios (75%), siendo este el rasgo distintivo para su determinación. *M. viscifolia* presenta vasos de todos los tipos incluyendo múltiples largos (es uno de los elementos de diferenciación). En *M. boaria* los vasos son solitarios, múltiples cortos y largos (Tortorelli, 2010).

La presencia de vasos pequeños en ambas especies se interpretan como un elemento que contribuye en gran parte a reducir el embolismo (Carlquist, 1988). La longitud de los miembros de vasos es un rasgo de adaptación evolutiva,

cuando más cortos, mayor seguridad en el proceso conductivo (Zimmermann, 1978). Carlquist & Hoekman (1985) indican que la longitud de los miembros de vasos disminuye con la aridez. En ambas especies son cortos ($< 350 \mu\text{m}$), concordando con las características del género.

El número elevado de vasos se reporta tanto en especies xerófilas (Carlquist & Hoekman, 1985), como de ambientes fríos (Miller, 1975). La densidad de vasos es muy sensible al xeromorfismo y mesomorfismo, y se puede esperar que sea inversa al diámetro de vasos. Es por ello que, esta variable es incluida en el índice de mesomorfismo (Carlquist, 1977). En referencia a la frecuencia de vasos/ mm^2 son muy numerosos tanto en *M. vitis-idaea* (67.70) como en *M. viscifolia* (83.6).

Carlquist (1977), determina la susceptibilidad del xilema secundario al embolismo, a través del índice de vulnerabilidad (V). Consecuentemente, vasos de diámetros muy pequeños le corresponden V con valores (< 1), que representa alta seguridad en la conducción. V es muy bajo en ambas sp. por lo que se puede inferir alta especialización para la conducción.

El parénquima axial es muy variable en tipo y cantidad en la familia, comúnmente esparcido o ausente, difuso o en banda multiseriada, vasicéntrico o en bandas delgadas. Las especies estudiadas presentan escaso parénquima del tipo apotraqueal en agregados y apotraqueal unilateral.

En la familia los radios se reportan en algunos géneros como exclusivamente uniseriados, homogéneos, en otros heterogéneos y multiseriados (3-4).

En *Maytenus* los radios uniseriados son raros, heterogéneos II y I Kribbs (puede haber espacios intercelulares), con 2-4 hileras de células verticales, menos de 12 radios/mm en *Maytenus*, *Kurrimia* (Metcalf & Chalk, 1983). En *M. boaria* (-9 radios/mm) predominan los tetra y triseriados (Tortorelli, 2009), en *M. vitis-idaea* y *M. viscifolia* hay predominio de radios biseriados.

El tejido mecánico en *Maytenus* está compuesto por fibrotraqueidas con puntuaciones numerosas, semiareoladas, ocasionalmente fibras septadas de puntuaciones simples, de longitud media, a veces con espesamientos en espiral (Metcalf & Chalk, 1983).

Las fibrotraqueidas son elementos de transición entre las traqueidas y las fibrolibriformes. Es

característica la presencia de puntuaciones rebordeadas en diferentes grados, y de menor densidad de puntuaciones, generalmente ubicadas en las paredes radiales. La ocurrencia de fibrotraqueidas es característica de familias como: Apocinaceae, Celastraceae (en algunos géneros), Mirtaceae, Sapoteaceae, Zygophyllaceae entre otras (Carlquist, 1988). La presencia de este elemento es citado por Carlquist & Hoekman (1985), como elemento típico de la flora árida de California con fibrotraqueidas o traqueidas imperforadas como tejido de base del xilema.

Las células perforadas de radios han sido citadas en *Maytenus* (Joffily et al., 2007). Se describe la presencia de este elemento en *M. alaternoides* Reissek, *M. boaria*, *M. brasiliensis* Mart., *M. communis* Reissek, *M. evonymoides* Reissek, *M. floribunda* Pittier, *M. ilicifolia* Mart. ex Reissek, *M. myrsinoides* Reissek, y *M. obtusifolia* Mart. Se ha diagnosticado este elemento en *M. viscifolia*.

En la estructura anatómica del leño de especies de regiones áridas y semiáridas, que deben soportar grandes presiones negativas, los caracteres con valor adaptativo en general están relacionados a la morfología de los vasos. Generalmente se observa una disminución en diámetro y largo, aumento en su densidad y agrupamiento, y otras características anatómicas cualitativas, como placa de perforación simple, aumentan la seguridad en la conducción de agua. Baas & Carlquist (1985), destacan la presencia de los siguientes caracteres para xerófitas halófitas: vasos pequeños (29-53 µm), con alta frecuencia de vasos/mm² (92-150); porosidad semicircular, presencia de fibrotraqueidas, todas características de las especies estudiadas.

Figuerola et al. (2010), estudiaron rasgos de adaptación a salinidad en *Allenrolfea vaginata* (Griseb.) Kuntze, encontrando como rasgos distintivos del leño: vasos pequeños, cortos, agregados, y múltiples de 2-4 vasos, con placa de perforación simple, extremadamente numerosos. El tejido mecánico presentó fibrotraqueidas finas y cortas. Estas características manifiestan que el sistema de conducción de agua es altamente especializado, orientado a la seguridad en la conducción y con marcados rasgos xeromórficos.

Metcalf & Chalk (1983) y Carlquist & Hoekman (1985), consideran que la estructura de la madera es un indicador de adaptaciones ecológicas especialmente en zonas áridas y semiáridas.

Se concluye que *M. viscifolia* y *M. vitis-idaea* presentan rasgos adaptativos a condiciones de xerofitismo muy marcados: anillos de crecimiento muy delgados, vasos pequeños, cortos, con alta frecuencia; porosidad semicircular, presencia de fibrotraqueidas como tejido de base.

BIBLIOGRAFÍA

- ALONSO J. & C. DESMARCHELIER. 2007. *Maytenus ilicifolia* Martius (Congorosa). *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas* 611-22
- BAAS, P. & S. CARLQUIST. 1985. A comparison of ecological wood anatomy of the floras of southern California and Israel. *IAWA J.* 8: 245- 274.
- BAAS, P.; E. WHEELER & P. GASSON. 1989. IAWA List of Microscopy features for Hardwood Identification. IAWA Committee. 322 p.
- BERLYN, G. & J. MISKSCHE. 1976. *Botanical microtechnique and cytochemistry*. Iowa State University, Ames, IOWA.
- BOELCKE, O. 1992. *Plantas vasculares de la Argentina nativas y exóticas*. 1-10: 1-334 p. Ed. Hemisferio Sur S. A. Buenos Aires.
- CARLQUIST, S. & D. HOEKMAN. 1985. Ecological wood anatomy of the woody southern Californian flora. *International Association of Wood Anatomists Bulletin* 6: 319-347
- CARLQUIST, S. 1977. Wood anatomy of Onagraceae: additional species and concepts. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 64: 627-637
- CARLQUIST, S. 1988. *Comparative wood anatomy. Systematic, Ecological and evolutionary aspect of Dicotyledons wood*. Springer, Berlin, Heidelberg, New York. 460p.
- DIMITRI, M. 1972. *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería*. 2 Ed.
- GIMÉNEZ, A.M., P. HERNÁNDEZ, R. GEREZ, M.E. FIGUEROA, I. BARRIONUEVO, & F. CALATAYU. 2010. *Los arbustos útiles de los bosques del Chaco Semiárido*. Eco Productos Forestales No Madereros- Libro de Actas. Trabajo completo pag: 66- 77
- GIMÉNEZ, A.M.; R. GEREZ & P. HERNÁNDEZ. 2008. Principales leñosas del chaco semiárido argentino con potencialidad de uso tintóreo. En *Flora nativa. III Jornadas Nacionales de Flora Nativa; IV Encuentro de Cactáceas*. Córdoba 2007 309 pp: 235-246 p
- GIMÉNEZ, A. M & J. G.; MOGLIA. 2003. *Arboles del Chaco Argentino. Guía para el reconocimiento dendrológico*. 310 p. Facultad de Ciencias Forestales,

- UNSE y Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable del Ministerio de Desarrollo Social. Editorial El Liberal.
- HURREL, J. & D. BAZZANO. 2003. *Arbustos I*. Biota Rioplatense. Ed. LOLA. Bs. As. Argentina. Pag: 68-69.
- JOFFILY, A., FREIRE DOMÍNGUEZ, D., & CARDOSO VIEIRA, R. 2007. Perforated ray cells in the root and item of *Maytenus* (Celastraceae). IAWA J. 28: 311-314
- DIGIGLIO, A. & P. LEGNAME. 1966. *Los árboles indígenas de la Provincia de Tucumán*. Opera Lilloana XV. Tucumán.
- MENNEGA, A. M. W. 1997. Wood anatomy of the Hippocrateoideae (Celastraceae). IAWA J. 18:331-368.
- METCALFE, C. & L. CHALK. 1983. *Anatomy of the dicotyledons*. 2nd Ed. Vol. II. Wood structure and conclusion of the general introduction. Clarendon Press, Oxford. 279 p.
- MILLER, H. 1975. Anatomical characteristics of some woody plants of the Angmassalik district of southeast Greenland. *Medd Groenl* 198: 1-30.
- FIGUEROA, M.E., I. BARRIONUEVO, P. HERNÁNDEZ & A. GIMÉNEZ. 2010. Ecoanatomía del leño de *Allenrolfea vaginata* (Griseb.) Kuntze (Chenopodiaceae) en las salinas de Ambargasta, Santiago del Estero, en prensa.
- MOGLIA, J.G. & A. GIMÉNEZ. 1998 Rasgos característicos del hidrosistema de las leñosas de la Región Chaqueña *Revista de Investigaciones Agrarias - Sistemas y Recursos Forestales*. España 7: 41-53.
- MUÑIZ, G. & V. CORADIN. 1991. Norma de procedimientos en estudios de anatomía da madeira. II Gimnospermae Comissae de estudos. CE: 11.01.07.002. ABNT. Brasília: Laboratorio de Produtos Florestais, Serie Técnica. 117p.
- RECORD, S.J. & R. HESS. 1943. *Timbers of the New World*. Yale Univ. Press, New Haven.
- TORTORELLI, L. 2009. *Maderas y Bosques Argentinos*. 2 Edición. Orientación Grafica Editora. Bs. As.
- VAN WYK & A.E ARCHER HER. 1993. Wood structure and generic status of some southern African. Cassinoideae (Celastraceae). IAWA J. 14: 373-389.
- VONKA, C. & C. CHIFA. 2008. Taninos Condensados en *Maytenus vitis-idaea* Griseb. "tala salado" (Celastraceae). *Lat. Am. J. Pharm.* 27: 240-243.
- ZIMMERMANN, M. 1978. Vessel ends and the disruption of water flow in plants. *Phytopathology* 68: 253-255.

Recibido el 3 de octubre de 2011, aceptado el 28 de marzo de 2012.