

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Anatomía de la madera de las especies arbóreas de *Ipomoea* (Convolvulaceae)

Wood anatomy of the arboreal species of *Ipomoea* (Convolvulaceae)

Jacqueline Ceja-Romero¹ y Carmen de la Paz Pérez-Olvera¹

RESUMEN

Se describe la anatomía de la madera de ocho especies de la serie *Arborescentes* del género *Ipomoea*, grupo con porte arbóreo o de enredadera leñosa y flores de color blanco o amarillo. Las especies presentan cambia sucesivos que forman anillos concéntricos de xilema, floema y tejido conjuntivo. Todos los taxa tienen vasos solitarios a frecuentemente agrupados, redondeados a elípticos y con diámetro tangencial medio; los elementos de vaso son cortos, con la placa de perforación simple y las punteaduras alternas y poligonales. Presentan tilídes. Las fibrotraqueidas van de muy cortas a medianas en su mayoría con un diámetro medio y paredes muy delgadas. El parénquima axial es de tipo vasicéntrico y ocasionalmente en bandas angostas. El parénquima radial está formado por radios uniseriados y multiseriados, heterogéneos, con granos de almidón y drusas. Los resultados coinciden con lo publicado para el grupo, pero se presentan diferencias estadísticas en la longitud y el diámetro medio de las fibras, en la altura y el número de células de los radios uniseriados y en la altura y número de series de los radios multiseriados.

PALABRAS CLAVE:

Cámbium sucesivo, *Ipomoea*, serie *Arborescentes*, variante cambial, xilema secundario.

ABSTRACT

Wood anatomy of eight species of the series *Arborescentes* of *Ipomoea* is described. This group has arboreal or viny habit and white or yellow flowers. The species have a type of cambial variant which consists of concentric rings of xylem, phloem and conjunctive tissue. Taxa have solitary pores or sometimes they are grouped, rounded to elliptical and with medium tangential diameter; vessel elements are short with simple perforated plates, pits are alternate, polygonal. Tyloses are present. Fibre-tracheids have a medium length and diameter, and thin walls. Axial parenchyma is vasicentric although occasionally narrow bands are present. Radial parenchyma is formed by uniseriate to multiseriate rays, heterogeneous. Abundant starch grains and druses are present. Results are consistent with those found in the literature for the group, but there are statistical differences in length and diameter of fibres, height and cell number of uniseriate rays and height and series number of multiseriate rays.

KEY WORDS:

Successive cambium, *Ipomoea*, series *Arborescentes*, cambial variant, secondary xylem.

¹ Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, División de C.B.S., Departamento de Biología. Área de Botánica Estructural y Sistemática Vegetal. AP. 55-535, 09340, México, D.F. jcr@xanum.uam.mx.

INTRODUCCIÓN

La familia Convolvulaceae está integrada por 40 a 50 géneros con aproximadamente 1600 especies de distribución cosmopolita, pero se localizan preferentemente en las regiones tropicales y subtropicales del mundo. En México se tienen registrados hasta el momento 16 géneros y 217 a 260 especies (Austin y Pedraza, 1983; McDonald, 1991). Dentro de la familia, el taxón mejor representado es *Ipomoea*, con cerca de 600 especies, de las cuales 150 crecen en México (Austin y Pedraza, 1983; Miller *et al.*, 1999).

Ipomoea incluye plantas principalmente herbáceas, aunque también hay sufrútices y leñosas; postradas, trepadoras o erectas; con hojas enteras, dentadas o lobadas a digitado compuestas. Las flores son solitarias, dispuestas en inflorescencias racemosas o cimosas, con la corola generalmente infundibuliforme y los frutos capsulares (Matuda, 1964; Austin y Pedraza, 1983; Standley, 1982). Debido a la diversidad morfológica entre las especies Austin (1979, 1980) propuso, con base en las características del gineceo y de las semillas, tres subgéneros: *Ipomoea*, *Quamoclit* y *Eriospermum*, cada uno dividido en secciones y series, sin embargo, la clasificación del género sigue siendo objeto de discusión, señalándose en diversos trabajos (Austin y Huáman, 1996; Manos *et al.*, 2001) la necesidad de revisarla no solo a nivel infragenérico sino también de géneros relacionados.

Para las *Ipomoea* americanas, Austin (1979) y Austin y Huáman (1996) abordan un tratamiento infragenérico completo, incluyendo en el subgénero *Eriospermum* a taxa perennes de hábito variado, sépalos coriáceos, semillas pilosas y gineceos con dos lóculos. Dentro de este subgénero hay un grupo de especies, que se distingue del resto

por su hábito arbóreo o de enredadera leñosa y por sus flores blancas, a veces algo rosadas o amarillas (figuras 1 y 2). Taxonómicamente la variabilidad en las características morfológicas de este conjunto de taxa, hace que existan diferentes opiniones en cuanto a su delimitación y número. Matuda (1964) los ubica dentro del "grupo *Arboreas*", Austin (1979, 1980) y Austin y Huáman (1996) los reconocen bajo la serie *Arborescentes* de la sección *Eriospermum* del subgénero del mismo nombre, McPherson (1981) los denomina como "el grupo de *Ipomoea arborescens*" y reconoce 10 especies, de las cuales nueve se distribuyen en México y una es endémica de Perú. McDonald (1991), en su estudio de las Convolvulaceae de México, coincide en el número de especies propuesto por McPherson, aunque difiere en cuanto a la delimitación de las mismas. Carranza *et al.* (1998) añaden al grupo una nueva especie del centro del país, quedando, hasta el momento, constituido por 11 especies: *Ipomoea arborescens* (Humb. & Bonpl. ex Wild.) G. Don, *I. chilopsidis* Standley, *I. intrapilosa* Rose, *I. murucoides* Roem. & Schult., *I. pauciflora* M. Martens & Galeotti, *I. populina* House, *I. praecana* House, *I. pulcherrima* van Ooststroom, *I. teotitlanica* McPherson, *I. rzedowskii* S. Carranza, S. Zamudio & G. Murguía e *I. wolcottiana* Rose. En México a varias de ellas (*I. arborescens*, *I. intrapilosa*, *I. murucoides*, *I. pauciflora* e *I. wolcottiana*) se les da el nombre común de "cazahuate" y dado que son un elemento predominante de algunas selvas bajas, llegan a formar verdaderos "cazahuatales".

El estudio de las especies que integran a la serie *Arborescentes*, ha sido abordado por disciplinas como la palinología, la taxonomía y la histoquímica (Pedraza, 1983; Pérez-Amador *et al.*, 1983, 1992). Desde el punto de vista anatómico se han estudiado las flores y

las semillas de algunas especies (Murguía-Sánchez, 1986,1995; Murguía-Sánchez *et al.*, 1995) y en lo que se refiere a la anatomía del tallo se pueden citar los trabajos de Luján (1974), que describe el origen y desarrollo del crecimiento secundario en dos especies del centro de México (*I. arborescens* e *I. pauciflora*); el de Carlquist y Hanson (1991), que estudian la anatomía de este órgano dentro de la familia, incluyendo tres de las especies del grupo de las arborescentes (*I. pauciflora*, *I. murucoides* e *I. arborescens*) y el de McDonald (1992), que analiza las implicaciones evolutivas que la estructura interna de este grupo de especies tiene con respecto al resto de la familia, describiendo a detalle la anatomía *I. murucoides*, como representante de las especies con crecimiento secundario anómalo.

OBJETIVO

Realizar el estudio anatómico comparativo de la madera de: *Ipomoea arborescens*, *I. chilopsidis*, *I. intrapilosa*, *I. murucoides*, *I. pauciflora*, *I. populina*, *I. zedowskii* e *I. wolcottiana*, grupo de taxa que integran a la serie *Arborescentes* de la sección *Eriospermum* del subgénero del mismo nombre, según la clasificación propuesta por McDonald (1991) para las Convolvuláceas mexicanas.

MATERIALES Y METODOLOGÍA

Se hicieron diversos viajes de recolección a lugares previamente seleccionados (Tabla 1). En cada localidad se escogieron dos individuos representativos por especie, de los que se obtuvieron muestras de la zona cercana a la corteza, a una altura de 1,30 m del fuste en los árboles y de la rama más gruesa en los arbustos, las cuales se fijaron en una solución de formalina-ácido acético-

etanol (FAA, Sass, 1958). En el caso de los taxa con hábito arbóreo, también se recolectaron ramas con un diámetro de alrededor de 10 cm, con el fin de tener tablillas para la xiloteca. De todos los individuos se hicieron los respectivos ejemplares de respaldo, quedando estos depositados en el Herbario Metropolitano "Ramón Riba y Nava Esparza" (UAMIZ).

Con el material fijado de árboles y arbustos, se hicieron cubos de 2 cm x 2 cm; en el caso de las lianas, debido a su diámetro menor, los cubos fueron de 1 cm x 1 cm. De las muestras se obtuvieron cortes (transversales, radiales y tangenciales) de (20-30) μ m de grosor, utilizando para ello un micrótopo de deslizamiento American Optical. Las secciones fueron deshidratadas con alcohol etílico a concentraciones graduales, teñidas con safranina-verde rápido (Sass, 1958) y montadas con resina sintética. El material disociado se obtuvo a partir de un solo derivado cambial utilizando la solución de Jeffrey (Johansen, 1940), los elementos se tiñeron con Safranina O y se montaron en gelatina glicerizada.

La determinación de los caracteres macroscópicos se hizo de acuerdo con las tablas de Tortorelli (1956). El color se determinó con las tablas de Munsell Color Company (1990). Las características microscópicas se determinaron a partir de las preparaciones permanentes de los cortes y del material disociado, tomando para cada carácter un total de 25 mediciones. La denominación de cada uno de los caracteres se hizo con base en la media según la clasificación de Chattaway (1932) y del IAWA Committee (1937, 1939 y 1989). Para cada una de las características cuantitativas (Tabla 2) se realizó un análisis de varianza y una prueba de Tukey, utilizando el programa NCSS 2001 (Number Cruncher Statistical System for Windows, Kaysville Utah).

Tabla 1. Material recolectado y procesado de *Ipomoea* serie *Arborescentes*.

Especie	Núm. de Colecta	Registro de herbario	Estado del tallo (cm)	Hábito	Diámetro
<i>I. arborescens</i>	JCR 1232	UAMIZ 67052	Morelos	árbol	25
	JCR 1234	UAMIZ 67050	Morelos	árbol	24
	JCR 1242	UAMIZ 67048	Morelos	árbol	25
	JCR 1422	UAMIZ 67037	Colima	árbol	20
<i>I. chilopsidis</i>	JCR 1702	Sin registro	Chihuahua	arbusto	6
	JCR 1706	UAMIZ 65357	Chihuahua	arbusto	8
<i>I. intrapilosa</i>	JCR 1318	UAMIZ 67054	Jalisco	árbol	25
	JCR 1319	UAMIZ 67046	Jalisco	árbol	25
<i>I. murucoides</i>	JCR 1237	UAMIZ 67044	Morelos	árbol	20
	JCR 1257	UAMIZ 67053	Oaxaca	árbol	25
	JCR 1320	UAMIZ 67045	Michoacán	árbol	25
<i>I. pauciflora</i>	JCR 1240	UAMIZ 67056	Morelos	árbol	25
	JCR 1316	UAMIZ 67041	Puebla	árbol	20
	JCR 1259a	UAMIZ 67035	Oaxaca	árbol	22
	JCR 1059	UAMIZ 57056	Guerrero	enredadera	1.5
<i>I. populina</i>	JCR 400bis	UAMIZ 67038	Morelos	enredadera	1.5
<i>I. rzedowskii</i>	JCR 1246	UAMIZ 67047	Querétaro	arbusto	10
<i>I. wolcottiana</i>	JCR 1565	UAMIZ 67065	Oaxaca	árbol	20
	JCR 1266	UAMIZ 67033	Oaxaca	árbol	20

RESULTADOS

Características macroscópicas

En el tallo de todas las especies se presenta un crecimiento secundario con variante cambial (cambia sucesivos), que da lugar a cilindros concéntricos compuestos por bandas de xilema, de color blanco y de 1 mm a 2 mm de grosor, que se alternan con bandas de floema y tejido conjuntivo, de color castaño y de cerca de 1 mm de grosor (Figura 3). No hay diferencia entre la albura y el duramen, la madera no presenta olor ni sabor característicos, el brillo es bajo, el veteado va de suave a pronunciado, la textura va de mediana a gruesa y el hilo es recto (figuras 4 y 5).

Características microscópicas

Xilema secundario. Forma un cilindro concéntrico que en la mayoría de las

especies se interrumpe dando la apariencia de fascículos (Figura 6) o que en el caso de *I. chilopsidis* e *I. rzedowskii* es continuo (Figura 16). Los vasos generalmente se diferencian cercanos al anillo cambial, cuando el xilema ha alcanzado su máxima acumulación, son solitarios y la mayoría agrupados, redondos a elípticos transversalmente (Figura 6), son medianos con un diámetro tangencial promedio de 114 μm a 142 μm y paredes de 4 μm a 5 μm de grosor. Los elementos de vaso son cortos, con una longitud promedio de 130 μm a 163 μm ; las colas son frecuentes; la placa de perforación es simple; las punteaduras son areoladas, alternas, de forma poligonal, con la abertura tangencialmente alargada (Figura 7). Los análisis de varianza indicaron que no hay diferencias significativas en los caracteres cuantitativos de este tipo celular.

En todas las especies se observan fibrotraqueidas y son el elemento predo-

minante en el xilema secundario, son cortas en *I. populina*, *I. chilopsidis* e *I. rzedowskii* y medianas en el resto de las especies, con una longitud promedio de 688 μm en *I. populina* a 1116 μm en *I. arborescens*, su diámetro medio va de 12 μm a 25 μm , quedando en la categoría de finas, las paredes son delgadas con 4 μm a 5 μm de grosor (Figura 8). El análisis de varianza señaló diferencias significativas en la longitud de este elemento y la prueba de Tukey indicó que *I. chilopsidis* e *I. populina* son estadísticamente diferentes de todos los taxa con excepción de *I. rzedowskii*, la cual a su vez difiere de *I. murucoides*, *I. wolcottiana* e *I. arborescens* y esta última difiere de todas las demás. Lo anterior se puede relacionar con el hecho de que *I. chilopsidis*, *I. populina* e *I. rzedowskii* queden en la categoría de cortas, sin embargo, en el caso de *I. arborescens* queda junto con las demás en la categoría de medianas, no reflejándose la diferencia en la clasificación. También en el diámetro medio hay diferencias entre *I. populina* e *I. chilopsidis* con respecto a todas las demás especies y de *I. arborescens* e *I. murucoides* con *I. intrapilosa*, e *I. wolcottiana*.

El parénquima axial es de tipo vasi-céntrico, aunque ocasionalmente se presenta en bandas apotraqueales delgadas. Las células son elipsoides a oblongas, con paredes delgadas, poco o no lignificadas. Es frecuente que las células del parénquima adyacente puedan penetrar el lumen del vaso, dando lugar a tílides formadas por pequeñas células no lignificadas.

Los radios se presentan uniseriados y multiseriados (figuras 10 y 11). Los uniseriados están formados por 3 a 8 células erectas, con 6 a 8 radios por milímetro lineal y con una altura promedio 178 μm en *I. populina* a 302 μm en *I. chilopsidis*. Los análisis numéricos indican diferencias en el número de

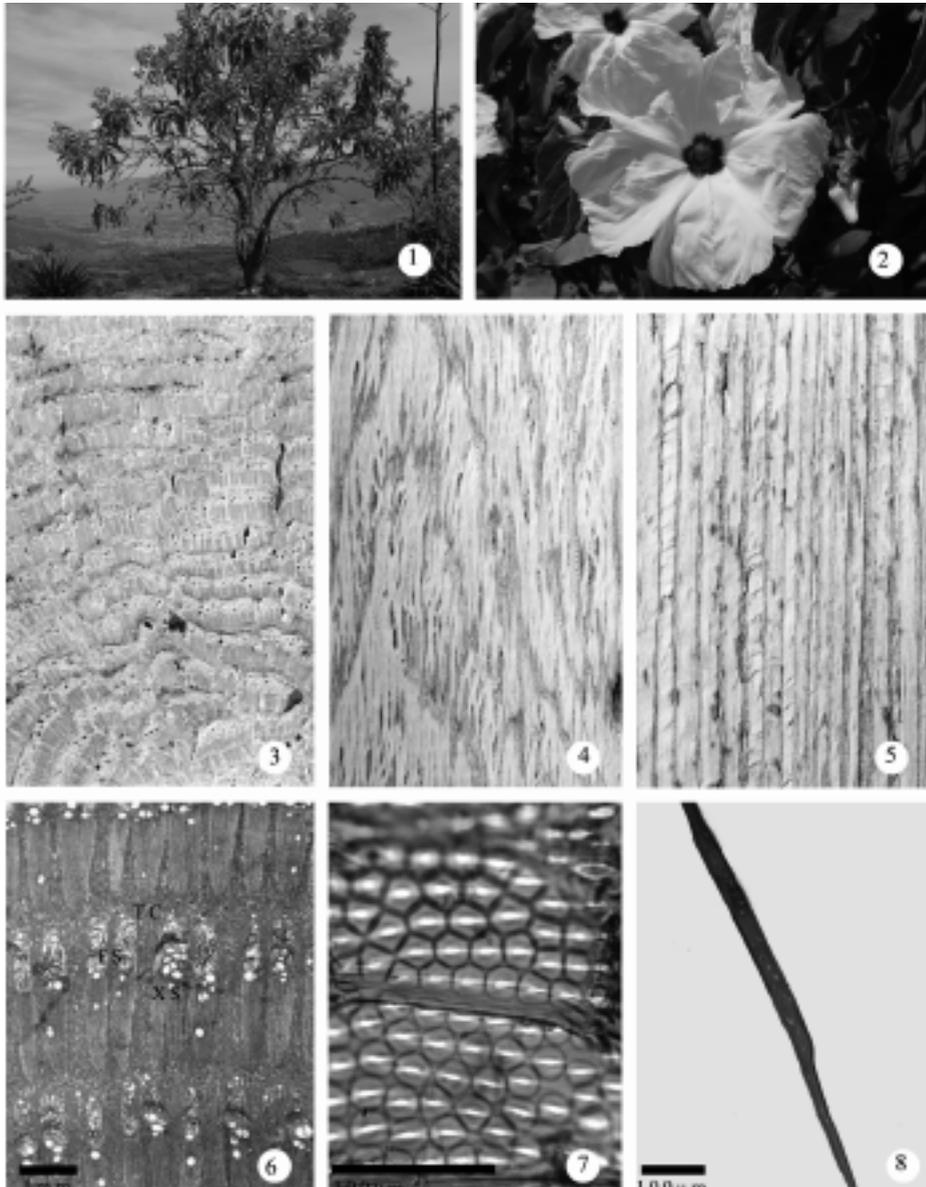
células por radio entre *I. chilopsidis* y las demás especies y en la altura de *I. populina* con respecto a *I. arborescens*, *I. intrapilosa*, *I. murucoides*, *I. wolcottiana* e *I. chilopsidis* y esta última con *I. rzedowskii*.

Los radios multiseriados (Figura 11) van de 6 a 10 series, con 156 μm de ancho en *I. chilopsidis* a 213 μm en *I. wolcottiana*, son muy bajos en *I. chilopsidis* e *I. populina* y bajos en el resto de las especies, con intervalos de altura que van de 746 μm en *I. chilopsidis* a 1226 μm en *I. wolcottiana*, son heterogéneos y están formados por células erectas, cuadradas y, en menor cantidad, procumbentes, mezcladas a lo largo y ancho de éstos (Figura 12), presentan abundantes granos de almidón y drusas (figuras 13 y 14). Los resultados indican diferencias estadísticas en el número de series de *I. chilopsidis* e *I. populina* con *I. arborescens* e *I. wolcottiana* mientras que en la altura *I. chilopsidis* es significativamente diferente de todas las demás especies con excepción de *I. populina*, mientras que esta última difiere solo de *I. wolcottiana*

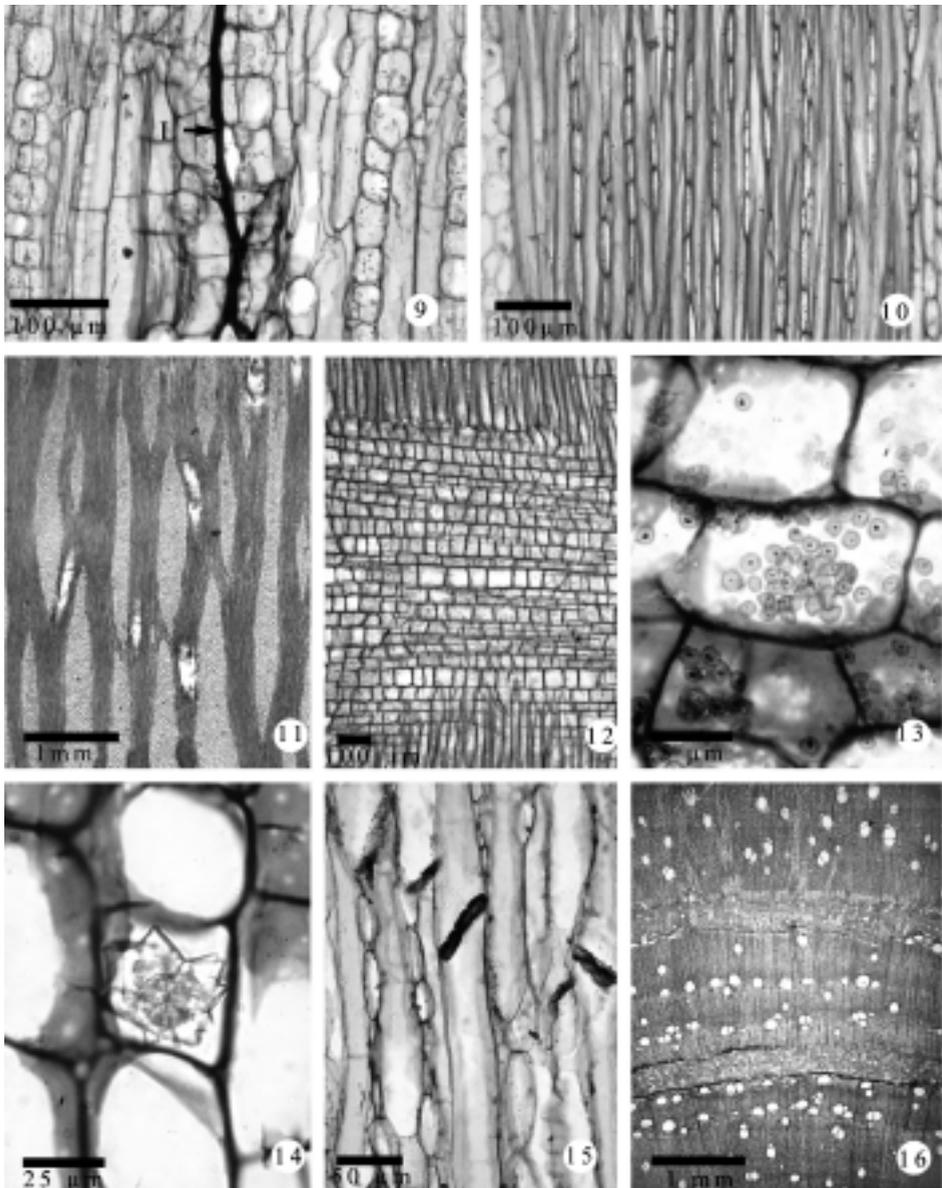
Floema secundario. En un tipo de variante cambial como la que se presenta en este caso, es difícil dejar a un lado los elementos que constituyen al anillo en conjunto, por lo que a continuación se describen brevemente el floema y el tejido conjuntivo.

El floema está compuesto por elementos de tubo criboso, células acompañantes y abundantes radios uniseriados. Los elementos de tubo criboso presentan áreas cribosas compuestas sobre las paredes laterales y placas cribosas simples o compuestas (Figura 15), con una o más células acompañantes que pueden alcanzar la misma longitud que estos.

Laticíferos. Se presentan en el floema (Figura 9) y son del tipo articulado no anastomosante.



Figuras 1-8. 1. Hábito de la planta (*Ipomoea murucoides*, J. Ceja s. n.); 2. Flor (*I. wolcottiana*, J. Ceja 1565); 3. Tablilla en plano transversal (*I. pauciflora*, J. Ceja 1244); 4. Tablilla en plano tangencial (*I. arborescens*, J. Ceja 1242); 5. Tablilla en plano radial (*I. pauciflora*, J. Ceja 1244); 6. Distribución de los tejidos que conforman los anillos de xilema/floema y posición y forma de los vasos (*I. pauciflora*, J. Ceja 1244); 7. Elementos de vaso con punteaduras poligonales (*I. rzedowskii*, J. Ceja 1242); 8. Fibras (*I. wolcottiana*, J. Ceja 1565). XS= Xilema secundario, FS= Floema secundario, TC= Tejido conjuntivo.



Figuras 9-16. 9. Laticífero en corte radial (*Ipomoea populina*, J. Ceja 1400); 10. Radios uniseriados en corte tangencial (*I. intrapilosa*, JCR 1319); 11. Radios multiseriados, corte tangencial (*I. pauciflora*, JCR 1244); 12. Radios heterocelulares en corte radial (*I. arborescens*, J. Ceja 1232); 13. Granos de almidón en parénquima, (*I. pauciflora*, J. Ceja 1244); 14. Drusas en parénquima (*I. muruoides*, JCR 1237); 15. Floema en corte tangencial (*I. populina*, JCR 1400); 16. Anillos de xilema y floema en corte transversal (*I. chilopsidis*, JCR 1706). L= Laticífero.

Tejido conjuntivo. Se le da el nombre de tejido conjuntivo a las bandas de parénquima o esclerénquima que separan las distintas capas de tejido vascular. En este caso está constituido por células parenquimáticas de forma isodiamétrica, no lignificadas, que presentan abundantes granos de almidón y drusas.

DISCUSIÓN

En la mayoría de las plantas con crecimiento secundario el cámbium vascular se origina entre el xilema y el floema primarios, manteniendo esta posición indefinidamente, produciendo xilema hacia el interior y floema hacia el exterior, sin embargo, hay patrones de crecimiento secundario que se desvían de este modelo, habiéndoseles considerado durante mucho tiempo formas de crecimiento anómalas o atípicas (Lujan, 1974). Actualmente se sabe que estas formas de crecimiento se presentan en alrededor de 20 familias de dicotiledóneas (Metcalfe y Chalk, 1950), llegando a ser frecuentes en grupos como las Amaranthaceae (Rajput, 2001, 2002), Chenopodiaceae (Fahn y Zimmermann, 1982), Convolvulaceae (Carlquist y Hanson, 1991), Nyctaginaceae (Carlquist, 2004), Phytolaccaceae (Horak, 1981), entre otras. A este tipo de crecimiento se le asigna el nombre de variante cambial (Carlquist y Hanson, 1991; Carlquist, 2001).

El crecimiento secundario en las especies arbóreas de *Ipomoea* es resultado de la actividad de un tipo de variante cambial, en la que distintos cambia sucesivos dan origen a xilema y floema secundarios, además de tejido conjuntivo (Metcalfe y Chalk, 1950; Carlquist y Hanson, 1991; Carlquist, 2001; 2007). En cada uno de los cambia supernumerarios el xilema y el floema presentan características y posición típicas, esto es, forman anillos concéntricos de bandas de xilema

y floema secundarios, alternando con bandas concéntricas de parénquima. Sin embargo, el origen de las regiones meristemáticas es distinto; de acuerdo con Luján (1974), para el caso de *I. arborescens* e *I. pauciflora*, cada una de éstas se forma a partir de las células parenquimáticas del floema del último anillo, produciendo inicialmente derivados parenquimáticos en ambos sentidos, diferenciándose al final grupos de traqueidas y elementos de vaso en el xilema y laticíferos en el floema, lo cual coincide con lo observado en los tejidos maduros de las especies estudiadas.

Carlquist (1975) y Carlquist y Hanson (1991) han mencionado que las lianas con crecimiento secundario típico producen de manera característica abundante parénquima en sus tallos, lo que les proporciona una flexibilidad similar a la de un cable, facilitando el crecimiento de la planta. En las especies estudiadas en este trabajo, la variante cambial produce abundante parénquima (tejido conjuntivo), entre las bandas de tejido vascular de cada anillo, funcionando de manera similar a las lianas, lo que apoyaría lo postulado por McDonald (1992) en el sentido de que en *Ipomoea* de hábito arbóreo, la presencia de cambia supernumerarios es un carácter derivado que surge a partir de un ancestro con hábito trepador y crecimiento secundario típico, aspecto que puede evidenciarse por la forma en que se desarrollan las ramas jóvenes de algunas de estas especies arborescentes. Por su parte Manos *et al.* (2001) también apoyan lo anterior al señalar que la forma común en *Ipomoea* es la de una planta con tallo voluble, herbáceo o leñoso y que a partir de ella han surgido una diversidad de formas especializadas.

Son diversas las implicaciones que puede tener el desarrollo de los cambia sucesivos en la biología de las plantas

que lo presentan, así por ejemplo, se ha relacionado la presencia de abundante parénquima conjuntivo y radial con la necesidad de almacenar agua suficiente para sobrevivir a una estación prolongada de sequía (Carlquist, 2001; Olson, 2003), en este caso, cabe recordar que las especies del grupo en estudio habitan principalmente en selvas bajas caducifolias, donde se da la condición de sequía estacional. También se ha señalado que ante la escasez de parénquima axial, la presencia de grandes radios permite almacenar, además de agua, los granos de almidón necesarios para el sostenimiento de la planta (Rajput y Rao, 2003). Lo anterior coincide con lo observado en los taxa que integran la serie *Arborescentes*, en los que los granos de almidón son abundantes no sólo en el parénquima radial, sino también en el parénquima conjuntivo, constituyendo un reservorio energético importante para las distintas etapas fenológicas de la planta, como son la foliación, floración y fructificación.

Si bien el estudio anatómico de la madera del grupo de *Ipomoea* arborescentes realizado por McDonald (1992), apoyó en la delimitación de las especies y en la decisión de McPherson (1981), de transferir a *Ipomoea carnea* ssp. *fistulosa* (con hábito arbustivo y crecimiento secundario típico) a la serie *Jalapae*, nuestros resultados y su comparación con los obtenidos por Carlquist (2001) y el mismo McDonald (1992), muestran que la anatomía de las especies dentro del complejo estudiado es uniforme en el tipo y disposición de los tejidos. Sin embargo, cabe señalar que en *I. chilopsidis* los anillos de xilema y floema se disponen en cilindros continuos (Figura 16) y el tejido conjuntivo no es evidente, a diferencia del resto de los taxa, en los que los cilindros vasculares se organizan en fascículos interrumpidos radialmente por parénquima y el tejido conjuntivo forma de

manera alterna bandas tangenciales continuas (Figura 6).

En lo que se refiere a los distintos elementos mensurables (Tabla 2), son diversos los trabajos en los que se ha evaluado la relación que hay entre las características anatómico-cuantitativas y el tamaño de los individuos, encontrándose para algunos de ellos una correlación positiva (Noshiro *et al.*, 1995; Terrazas y Loza-Cornejo, 2003; Carlquist, 2005; Terrazas *et al.*, 2008). En este estudio, se puede decir que los análisis estadísticos realizados permiten señalar que del conjunto de especies estudiadas *I. chilopsidis* e *I. populina* son las que presentan diferencias significativas en un mayor número de caracteres (longitud y diámetro de las fibras y número de series de los radios multiseriados en ambas especies; número de células de los radios uniseriados y altura de los radios multiseriados en *I. chilopsidis* y altura de los radios uniseriados en *I. populina*) con respecto a las demás especies, por lo que es interesante notar que *I. populina* es una liana e *I. chilopsidis* es un arbusto; sin embargo *I. rzedowskii*, que también tiene hábito arbustivo, si bien presenta similitudes en algunas características con los dos taxa señalados arriba (longitud de las fibras o altura de los radios uniseriados), en otras queda junto con las especies que exhiben un crecimiento arbóreo, por lo que consideramos que para establecer si existe alguna relación entre el hábito y las dimensiones de los caracteres, sería necesario ampliar el muestreo y ver si las características aquí señaladas permanecen constantes.

Por último, Carlquist (2001) señala en su trabajo que la diversidad anatómica de la madera registrada en los géneros que integran a la familia Convolvulaceae (distintos tipos de crecimiento y diferencias en algunos caracteres entre las especies arbóreas y lianoides), ofrece la posibilidad

Tabla 2. Elementos mensurables en las especies de *Ipomoea* serie *Arborescentes*.

Especie	Vasos			Fibras			Radios uniseriados				Radios multiseriados		
	Diámetro μm	Grosor de pared μm	Longitud μm	Longitud μm	Diámetro μm	Grosor de pared μm	No./mm lineal	Número de células	Altura μm	Número de series	Ancho μm	Altura μm	
<i>I. arborescens</i>	130±40 ^a	5±2 ^a	147±44 ^a	1116±172 ^a	25±6 ^a	5±0.5 ^a	8±2 ^a	4±2 ^a	265±79 ^{a,c}	10±3 ^a	172±73 ^a	1078±463 ^a	
<i>I. chilopsideis</i>	127±29 ^a	4±1 ^a	150±44 ^a	762±97 ^b	16±3 ^b	5±0.6 ^a	8±2 ^a	8±2 ^b	302±105 ^a	6±2 ^b	156±46 ^a	746±218 ^{b,c}	
<i>I. intrapilosa</i>	136±37 ^a	5±1 ^a	163±39 ^a	908±169 ^{c,d}	20±4 ^c	5±0.5 ^a	8±2 ^a	5±2 ^a	281±114 ^{a,c}	7±2 ^{a,b}	174±67 ^a	1150±287 ^a	
<i>I. murucoides</i>	130±47 ^a	4±1 ^a	130±31 ^a	957±158 ^c	25±4 ^a	5±0.6 ^a	7±1 ^a	5±2 ^a	284±72 ^{a,c}	8±3 ^{a,b}	156±63 ^a	1111±415 ^a	
<i>I. pauciflora</i>	127±42 ^a	4±1 ^a	137±42 ^a	900±156 ^{c,d}	23±5 ^{a,c}	4±0.6 ^a	7±2 ^a	5±1 ^a	235±63 ^{a,b,c}	8±3 ^{a,b}	179±78 ^a	1118±318 ^a	
<i>I. populina</i>	114±37 ^a	4±1 ^a	153±24 ^a	688±156 ^b	12±3 ^b	5±0.5 ^a	6±1 ^a	3±1 ^a	178±75 ^{b,c}	6±1 ^b	176±68 ^a	896±417 ^b	
<i>I. rzedowskii</i>	142±35 ^a	4±1 ^a	158±36 ^a	783±102 ^{b,d}	21±4 ^{a,c}	5±0.6 ^a	7±2 ^a	4±1 ^a	210±66 ^c	8±3 ^{a,b}	199±89 ^a	1160±421 ^a	
<i>I. wolcottiana</i>	127±29 ^a	4±1 ^a	150±35 ^a	980±151 ^c	20±5 ^c	5±0.5 ^a	8±2 ^a	4±2 ^a	285±104 ^{a,c}	10±3 ^a	213±70 ^a	1226±443 ^{a,c}	

Los valores corresponden a la media obtenida de un total de 25 mediciones por carácter ± la desviación estándar. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas.

de ser correlacionada con los sistemas taxonómicos existentes. Sin embargo, en este estudio, todas las especies presentan la misma variante cambial y a pesar de que algunas de las características cuantitativas consideradas tuvieron diferencias significativas, la variación que se presenta dentro de cada una de ellas limita su uso como carácter taxonómico.

CONCLUSIÓN

La serie *Arborescentes* de *Ipomoea*, presenta una serie de cambia supernumerarios que producen anillos concéntricos de xilema, floema y tejido conjuntivo. En general las características anatómicas cualitativas y cuantitativas presentes en cada uno de los taxa, coinciden con lo señalado en otros trabajos sobre el grupo, sin embargo, el análisis estadístico de los caracteres cuantitativos muestra que algunos de ellos (longitud y diámetro medio de las fibras, altura y número de células de los radios uniseriados, altura y número de series de los radios multiseriados) presentan diferencias significativas que pudieran estar relacionadas con el hábito. Estudios específicos permitirán contrastar esta hipótesis.

AGRADECIMIENTOS

Las autoras agradecemos la revisión y sugerencias realizadas al manuscrito por Ana Rosa López Ferrari y dos revisores anónimos, las cuales enriquecieron considerablemente el trabajo.

REFERENCIAS

Austin, D.F. 1979. An infrageneric classification for *Ipomoea* (Convolvulaceae). *Taxon* 28(4):359-361.

Austin, D.F. 1980. Additional comments on infrageneric taxa in *Ipomoea* (Convolvulaceae). *Taxon* 29(4):501-502.

Austin, D.F. y R.A. Pedraza. 1983. Los géneros de Convolvulaceae en México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 44:3-16.

Austin, D.F. y Z. Huáman. 1996. A synopsis of *Ipomoea* (Convolvulaceae) in the Americas. *Taxon* 45(1):3-38.

Carlquist, S. 1975. *Ecological strategies of xylem evolution*. University of California Press, Berkeley and Los Angeles. 259 pp.

Carlquist, S. 2001. Comparative wood anatomy. Systematic, ecological and evolutionary aspects of Dicotyledon wood. 2ª. Springer series in Wood Science. Berlin. 448 pp.

Carlquist, S. 2004. Lateral meristems, successive cambia and their products: a reinterpretation based on roots and stems of Nyctaginaceae. *Botanical Journal of the Linnean Society* 146(2):129-143.

Carlquist, S. 2005. Wood anatomy of Gentianaceae, tribe Helieae, in relation to ecology, habit, systematic, and sample diameter. *Brittonia* 57:276-291.

Carlquist, S. 2007. Successive cambia revisited: Ontogeny, Histology, Diversity, and functional significance. *The Journal of the Torrey Botanical Society* 34(2):301-332.

Carlquist, S. y M.A. Hanson. 1991. Wood and stem anatomy of Convolvulaceae. A survey. *Aliso* 13(1):51-94.

Carranza, E., S. Zamudio y G. Murguía-Sánchez. 1998. Una especie nueva de *Ipomoea* (Convolvulaceae), de los estados de Guanajuato, Hidalgo y Querétaro, México. *Acta Botánica Mexicana* 45:31-42.

- Chattaway, M. 1932. Proposed standars for numerical values used in describing woods. *Tropical Woods* 29:20-28.
- Fahn, A. y M.H. Zimmermann. 1982. Development of the successive cambia in *Atriplex halimus* (Chenopodiaceae). *Botanical Gazzette* 143(3):353-357.
- Horak, K. 1981. Anomalous secondary thickening in *Stegnosperma* (Phytolaccaceae). *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 108(2):189-197.
- IAWA Committee. 1937. Standard terms of length of vessel members and wood fibers. *Tropical Woods* 51:21-22.
- IAWA Committee. 1939. Standard terms of size for vessel diameter and ray width. *Tropical Woods* 59: 1-52.
- IAWA Committee. 1989. List of microscopic features for hardwood identification. *International Association of Wood Anatomists Bulletin new series* 10(3):219-332.
- Johansen, D.A. 1940. *Plant Microtechnique*. McGraw-Hil Book Company, Inc. Nueva York. 523 pp.
- Luján, O. 1974. Anomalous secondary growth in stems of the arborescent *Ipomoeas* (Convolvulaceae). Thesis of the degree of Master of Arts in Botany. California State University, California. 37 pp.
- Manos, P.S., R.E. Miller y P. Wilkin. 2001. Phylogenetic analysis of *Ipomoea*, *Argyreia*, *Stictocardia*, and *Turbina*. Suggest a Generalized Model of Morphological Evolution in Morning Glories. *Systematic Botany* 26(3):585-602.
- Matuda, E. 1964. El género *Ipomoea* en México. I. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Botánica* 24:85-145.
- McDonald, J.A. 1991. Origin and diversity of Mexican Convolvulaceae. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Botánica* 62(1):65-82.
- McDonald, J.A. 1992. Evolutionary implications of typical and anomalous secondary growth in arborescent *Ipomoea* (Convolvulaceae). *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 119(3):262-267.
- McPherson, G. 1981. *Studies in Ipomoea* (Convolvulaceae) I. The *arborescens* group. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 68:527-545.
- Metcalf, C.R. y L. Chalk. 1950. *Anatomy of the Dicotyledons*, vol. II. Oxford University Press, Oxford
- Miller, R.E., M.D. Rausher y P.S. Manos. 1999. Phylogenetic systematics of *Ipomoea* (Convolvulaceae) based on ITS and waxy sequences. *Systematic Botany* 24:209-227.
- Munsell Color Company. 1990. *Munsell soil color charts*. Baltimore.
- Murguía-Sánchez, G. 1986. Estudio comparativo de semillas maduras de dos especies arbóreas del género *Ipomoea* (Convolvulaceae). Tesis de licenciatura (Biología). Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 61 pp.
- Murguía-Sánchez, G. 1995. Morfología y anatomía reproductiva de nueve especies de la serie *Arborescentes* (*Ipomoea*, Convolvulaceae L.) Tesis de maestría. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 90 pp.

- Murguía-Sánchez, G., J. Márquez Guzmán, G. Laguna Hernández y M. Ponce Salazar. 1995. Estudio de frutos y semillas de *Ipomoea teotitlanica* McPherson (Convolvulaceae). *Acta Botánica Mexicana* 32:69-77.
- NCSS, 2001. Number Cruncher Statistical System for Windows, Kaysville Utah.
- Noshiro, S., M. Sussuki y H. Ohba. 1995. Ecological wood anatomy of Nepalese *Rhododendron* (Ericaceae). I. Interspecific variation. *J. Plant. Res.* 108:1-9.
- Olson, M.E. 2003. Stem and leaf anatomy of the arborescent Cucurbitaceae *Dendrosicyos socotrana* with comments on the evolution of pachycauls from lianas. *Plant Systematics and Evolution* 239: 199-214.
- Pedraza, R.A. 1983. Estudio palinológico de la familia Convolvulaceae en México. I. Géneros *Ipomoea* L. y *Turbina* Raf. *Biótica* 8:387-411.
- Pérez-Amador, M.C., A. García-Argaez, D. Amor-Prats, G. Murguía-Sánchez, F. García-Jiménez y L.C. Márquez-Alonso. 1983. Estudio comparativo de aceites de semillas de Convolvulaceae. II. Análisis de aceites de semillas de *Ipomoea murucoides* Roemer et Schultes e *Ipomoea arborescens* Humb. et Bonpl. *Phyton* 43:103-108.
- Pérez-Amador, M.C., D. Amor-Prats y G. Murguía-Sánchez. 1992. Análisis comparativo de marcadores taxonómicos en perfiles cromatográficos de hojas de algunas especies arborecentes del género *Ipomoea* (Convolvulaceae). *Phyton* 53:1-4.
- Rajput, K.S. 2001. Secondary growth of the stem of *Celosia argentea* L. and *Aerva sanguinolenta* (L.) Blume (Amaranthaceae). *Phyton* 41:169-177.
- Rajput, K.S. 2002. Stem anatomy of Amaranthaceae: rayless nature of xylem. *Flora* 197(3):224-232.
- Rajput, K.S. y K.S. Rao. 2003. Cambial variant and xylem structure in the stem of *Cocculus hirsutus* (Menispermaceae). *IAWA Journal* 24(4):411-420.
- Sass, J.E. 1958. Botanical microtechnique. 3d. Iowa State College Press, Iowa. 228 pp.
- Standley, P.C. 1982. Trees and shrubs of Mexico. Reprint of: Contributions from the United States National Herbarium 23:1-1721.
- Terrazas T. y S. Loza-Cornejo. 2003. Anatomía de la madera y alometría de veinte especies de *Stenocereus* (Cactaceae). *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México, Bot.* 14(2):195-208.
- Terrazas, T., S. Aguilar-Rodríguez y L. López-Mata. 2008. Wood anatomy and its relation to plant size and latitude in *Buddleja* L. (Buddlejaceae). *Interciencia* 33(1):46-50.
- Tortorelli, L. 1956. Maderas y Bosques Argentinos. ACME. Buenos Aires. 910 pp.

Manuscrito recibido el 7 de agosto de 2009
Aceptado el 12 de diciembre de 2009

Este documento se debe citar como:

Ceja-Romero, J. y C. de la Paz Pérez-Olvera. 2010. Anatomía de la madera de las especies arbóreas de *Ipomoea* (Convolvulaceae). *Madera y Bosques* 16(3):61-73.