ANATOMÍA DE LA MADERA DE ANACARDIACEAE CON ÉNFASIS EN LOS GÉNEROS AMERICANOS

TERESA TERRAZAS

Programa de Botánica, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México 56230
e-mail: winchi@colpos.colpos.mx

Resumen. Se presenta un panorama de la anatomía sistemática de la madera y se hace una síntesis de los caracteres anatómicos de la madera de 29 de los 32 géneros de Anacardiaceae distribuidos en América. El análisis mostró que los géneros americanos presentan la diversidad anatómica de la madera a la fecha observada en Anacardiaceae. La incidencia de géneros con porosidad anular en América es mayor que en otros continentes. De igual forma hay un mayor número de géneros con elementos de vaso y fibras de talla corta presentes en el continente. Los trabajos comparativos con base en la anatomía de la madera para *Anacardium*, *Astronium*, *Myracrodruon*, *Pistacia* y *Tapirira* muestran que caracteres cualitativos y cuantitativos ayudan a separar especies o grupos de especies. Se enfatiza la necesidad de incrementar las colectas de madera de especies de *Rhus*, *Schinus* y *Toxicodendron*.

Palabras clave: Anacardiaceae, madera, anatomía sistemática, América.

Abstract. An overview of systematic wood anatomy is presented and a synthesis of wood characters for 29 of the 32 genera of Anacardiaceae distributed in America is given. The analysis showed that wood of American genera has the diversity observed for the Anacardiaceae as a whole. There is a high incidence of genera with ring-porous wood in America compared to other continents. Also shorter vessel element and fiber lengths occur in genera distributed in America. The comparative studies that used wood features for *Anacardiaceae* genera such as *Anacardium*, *Astronium*, *Myracrodruon*, *Pistacia*, and *Tapirira* showed that qualitative and quantitative characters help to distinguish species. The need for increasing wood collections of *Rhus*, *Schinus*, and *Toxicodendron* species is emphasized.

Key words: Anacardiaceae, wood, systematic wood anatomy America.

En esta contribución se presenta una síntesis sobre los estudios de anatomía sistemática. Se usa a la familia Anacardiaceae como ejemplo para mostrar la diversidad anatómica de la madera de los géneros de esta familia distribuidos en América y la contribución que los caracteres anatómicos pueden tener en algunos géneros para separar especies.

Anatomía sistemática de la madera

La relación de la anatomía de la madera con la sistemática se inició hace más de 180 años con los trabajos de Mirkel en 1810, quien señaló que la anatomía de la madera podría jugar un papel importante en el perfeccionamiento de los sistemas de clasificación

de plantas (Record, 1934). Sin embargo, fue Radlkofer en 1890 quien estableció las bases de la anatomía sistemática y, en 1899 Solereder aclara las limitaciones y perspectivas del binomio anatomía-sistemática en su obra *Systematische Anatomie der Dicotyledonen* (Baas, 1982). Bailey (1951, 1957) enfatiza que los caracteres anatómicos no son intrínsecamente más confiables que los morfológicos, pero son susceptibles de emplearse con igual validez.

El significado y valor taxonómico de los caracteres anatómicos de la madera está plenamente reconocido y forma parte de las principales clasificaciones de angiospermas (Cronquist, 1981; Tahkhtajan, 1987). Gran parte de la información producida en los estudios de anatomía realizados en la primera mitad del

siglo XX se sintetiza en la obra *Anatomy of the Dicotyledons* (Metcalf y Chalk, 1950) y una compilación bibliográfica de esta disciplina hasta 1993 se encuentra en Gregory (1994). Sin embargo, preguntas como: ¿cuál es el valor diagnóstico o taxonómico de un determinado carácter anatómico y a qué nivel jerárquico de la clasificación puede ser empleado?, permanecen vigentes y algunos autores señalan que estas preguntas deben contestarse individualmente para cada taxon, ya que no es posible aún realizar generalizaciones (Baas, 1982; Brazier, 1968; Stuessy, 1990).

Baas (1982) menciona que los caracteres anatómicos cualitativos de la madera son los que han probado con mayor claridad su valor taxonómico en diversos taxa y a diferentes niveles jerárquicos de la clasificación. Sin embargo, en los caracteres cuantitativos las evidencias son menos claras y éstas únicamente han proporcionado información cuando se presentan grandes discontinuidades numéricas (Chauhan y Dayal, 1985; Grundwag y Werker, 1976; Miller, 1976; Robbertse *et al.*, 1980; Terrazas y Wendt, 1995). Tal aseveración se debe a varias limitantes: 1] la influencia que ejerce el ambiente sobre el tamaño de algunos caracteres anatómicos de la madera (Baas, 1986; Carlquist, 1975, 1988; Dickison, 1989); 2] la variación

temporal del parénquima radial y las células fusiformes producidas durante la ontogenia del tejido (Bailey y Tupper, 1918; Barghoorn, 1940, 1941); 3] la carencia de material suficiente y 4] la variación estructural relacionada con la parte del árbol de donde se muestre. Dichas limitaciones eliminan, en la mayoría de los casos, los caracteres anatómicos cuantitativos de las discusiones taxonómicas. Sin embargo, Dickison (1999), asegura que el análisis más riguroso de la variación en los caracteres cuantitativos permitirá establecer con mayor precisión la utilidad de estos caracteres en la reconstrucción de filogenias.

Cuando los caracteres anatómicos de la madera son empleados en conjunto con otros caracteres en análisis cladísticos, su contribución es más baja de lo esperado debido a que resultan ser altamente homoplásticos (Baas y Wheeler, 1996). En pocos estudios a nivel familiar se han incluido exclusivamente caracteres anatómicos de la madera. Por ejemplo, para Oleaceae (Baas *et al.*, 1988) y para Rosaceae (Zhang, 1992), los caracteres de la madera se polarizaron de acuerdo a las tendencias evolutivas propuestas por Bailey (1957). Para ambas familias los resultados mostraron baja resolución debido a la alta incidencia de paralelismos, ganancias independientes y reversiones que se manifestaron en las topologías de máxima simplicidad o parsimonia. Una posible explicación de estos resultados puede ser el bajo número de caracteres incluidos y el elevado número de taxa analizados (Sanderson, 1991). Recientemente, Noshiro y Baas (1998) realizaron un análisis cladístico con base en caracteres anatómicos de la madera para la familia Cornaceae y familias emparentadas. Ellos encontraron resultados congruentes a los obtenidos con otros conjuntos de datos como los morfológicos y los moleculares. Es importante señalar que la delimitación de los estados de carácter, en especial para los caracteres cuantitativos se basó en un análisis de la correlación de los caracteres anatómicos con la latitud y con el hábito de las especies estudiadas; además la relación número de caracteres/número de taxa incluidos fue muy similar, lo cual pudo tener influencia en los resultados de su análisis cladístico. Este tipo de estudios tanto a nivel familiar como genérico, permitirá re-evaluar la forma de codificar los caracteres y de interpretar las tendencias de especialización dentro de cada grupo.

Anacardiaceae

La familia Anacardiaceae tiene una distribución pantropical con alrededor de 62 a 75 géneros y cerca de 600 especies (Cronquist, 1981; Mitchell, 1990). De estos 75 géneros, 32 (41%) son nativos de América

Cuadro 1. Géneros de Anacardiaceae distribuidos en América.

Género	Número de especies	Género	Número de especies
<i>Actinocheita</i>	1(1)	<i>Mauria</i>	10(8)
<i>Amphipterygium</i>	1(1)	<i>Metopium</i>	3(2)
<i>Anacardium</i>	11(8)	<i>Mosquitoxylum</i>	1(1)
<i>Antrocaryon</i>	4(3)	<i>Myracrodruon</i>	2(2)
<i>Astronium</i>	7(6)	<i>Ochoteranaea</i>	1(1)
<i>Bonetiella</i>	1	<i>Orthopterygium</i>	1(1)
<i>Campnosperma</i>	10(8)	<i>Pachycormus</i>	1(1)
<i>Cardenasiodendron</i>	1	<i>Pistacia</i>	11(11)
<i>Comocladia</i>	14(9)	<i>Pseudosmodium</i>	3(2)
<i>Cotinus</i>	4(3)	<i>Rhus</i>	200(25)
<i>Cyrtocarpa</i>	4(3)	<i>Schinopsis</i>	7(3)
<i>Euleria</i>	1	<i>Schinus</i>	24(8)
<i>Haplorhus</i>	1(1)	<i>Spondias</i>	18(9)
<i>Lithraea</i>	4(4)	<i>Tapirira</i>	8(5)
<i>Loxopterygium</i>	3(3)	<i>Thyrsodium</i>	6(3)
<i>Malosma</i>	1(1)	<i>Toxicodendron</i>	20(11)

Los géneros subrayados tienen especies distribuidas en otros continentes. El número de especies reconocidas se presenta en negritas y entre paréntesis el número de especies revisadas para esta síntesis.

(cuadro 1). El 77% de los géneros son endémicos al continente americano y los géneros *Antrocaryon*, *Campnosperma*, *Cotinus*, *Pistacia*, *Rhus*, *Spondias* y *Toxicodendron* además de tener especies distribuidas en América cuentan con representantes en uno o más continentes. Terrazas y Dickison (en prensa) estudiaron la madera de 62 géneros y señalan que los caracteres que distinguen el xilema secundario de la familia son los canales radiales, las fibras septadas y la forma de la punteadura radio-vaso. No obstante la combinación de otros caracteres como la abundancia de parénquima axial, presencia de fibras no septadas, tipo de porosidad, engrosamientos en espiral en elementos de vaso y placas de perforación múltiple permiten distinguir géneros o grupos de géneros en la familia. Los caracteres anatómicos que en algún momento se han considerado diagnósticos para la madera de Anacardiaceae presentan traslape en las tribus propuestas por Engler (1896) (cuadro 2). Con base en estos resultados, Terrazas y Dickison (en prensa) también señalan que las tribus no son apoyadas con los caracteres anatómicos de la madera como habían señalado otros autores (Heimsch, 1942; Kryn, 1952). Un análisis cladístico para Anacardiaceae (Terrazas, 1994) corroboró estas ideas, ya que los resultados tampoco apoyaron en su totalidad la monofilia de las tribus propuestas por Engler. Los resultados de este trabajo permitieron conocer que los canales resiníferos y las fibras septadas son caracteres plesiomórficos y que su pérdida es un carácter derivado en la familia. Con respecto al tipo de porosidad, la porosidad anular también es un carácter derivado en la familia que se adquirió independientemente en tres linajes, uno de ellos es *Choerospondias axillaris* (Roxb.) Burt. & A.W.Hill de la tribu Spondiadeae. Terrazas (1994) argumenta sobre el valor de los análisis cladísticos combinados donde los datos utilizados provienen de diferentes fuentes como los anatómicos, morfológicos y moleculares. Las hipótesis de relaciones para la familia presentadas en este trabajo actualmente son la base para estudios más detallados en algunos clados, como por ejemplo el clado formado por los géneros *Cotinus*, *Haplorhus*, *Pistacia* y *Schinus*. Estos géneros se caracterizan por presentar porosidad anular, traqueidas vasculares, engrosamientos en espiral en elementos de vaso y patrón de arreglo dendrítico de los vasos en la madera tardía. Las evidencias de maderas fósiles indican que esta combinación de caracteres no apareció antes del Eoceno (Wheeler y Baas, 1991), por lo que posiblemente la diversificación de este grupo ocurrió durante este periodo.

A pesar de que se han publicado muchas descripciones para los géneros de América (Gregory, 1994), pocos son los trabajos sintéticos para la madera de

esta familia en el continente (Hess, 1949; Record, 1939). A continuación se sintetizan éstos y se comparan con los caracteres para toda la familia.

Características anatómicas de la madera

La familia se distingue por tener porosidad difusa, excepto por ocho géneros con porosidad anular. Los seis géneros con porosidad anular en América son *Cotinus*, *Haplorhus*, *Lithraea*, *Pistacia*, *Schinus* y especies de *Rhus* y *Toxicodendron*. La distribución de los vasos en la madera tardía puede presentar un arreglo dendrítico como en algunas especies de *Cotinus*, *Pistacia*, *Schinus*, *Rhus* y *Toxicodendron*; radial en *Pistacia mexicana* y distintivamente tangencial en *Haplorhus peruviana* Engl. El porcentaje de vasos solitarios varía ampliamente en la familia, pero del 60 al 90% de los vasos son solitarios en *Amphipterygium*, *Anacardium*, *Astronium*, *Metopium* y algunas especies de *Spondias* y *Thyrsodium*. Menos del 40% de vasos son solitarios en *Cyrtocarpa*, *Lithraea*, *Loxopterygium*, *Malosma*, *Ochotere-*

Cuadro 2. Caracteres anatómicos diagnósticos de la madera de Anacardiaceae para las tribus reconocidas por Engler (Modificado de Terrazas, 1994). – = ausente; + = presente; () = presencia en muy pocos géneros de la tribu (<40%); / = ambas categorías presentes, pero la primera más abundante

Carácter	Anacardieae	Dobineae	Rhoeae	Seme-carpeae	Spondiadeae
Número de géneros revisados	7	1	38	4	14
Porosidad anular	-	-	(+)	-	(+)
Engrosamientos en espiral	-	-	(+)	-	-
Fibras septadas	-	-	+/-	-	+
Canales radiales	-/+	-	+/-	-(+)	+(-)
Cuerpos de sílice	+(-)	-	-(+)	-/+	-(+)
Parénquima apotraqueal	+	-	-(+)	-	-
Parénquima paratraqueal abundante	+/-	-	-(+)	+	-(+)

naea, *Pseudosmodingium* y *Schipnopsis*. Con respecto a la frecuencia de vasos predominan para los géneros americanos más de 10 vasos/mm², sin embargo se distinguen algunas especies de *Anacardium*, *Antrocaryon*, *Astronium*, *Ochoterena* y *Spondias* por tener menos de 10 vasos/mm². El diámetro de los vasos tiende a ser menor a 150 µm en la mayoría de los géneros, excepto por *Spondias* y *Toxicodendron* donde éste es más ancho. Aunque la mayoría de los representantes de Anacardiaceae tienen elementos de vasos que fluctúan en promedio de 350-600 µm en longitud, casi todos los géneros con longitudes menores a 350 µm se distribuyen en América (cuadro 3). Las placas de perforación son simples para los miembros de la familia, con excepción de nueve géneros que tienen placas de perforación simple y múltiple (escalariforme o reticulada). De ellos, cinco son americanos *Amphipterygium*, *Lithraea*, *Mauria*, *Orthopterygium* y *Thyrsodium*; así como dos especies de *Campnosperma*, *C. gummifera* (Benth.) Marchand y *C. panamensis* Standl. Las punteaduras intervasculares son alternas en la mayoría de los géneros y solamente se encuentran colaescentes en *Astronium*, *Loxopterygium*, *Mosquitoxylum* y algunas especies de *Lithraea*, *Mauria*, *Myracrodruon*, *Rhus*, *Schinopsis* y *Toxicodendron*. El tamaño de la punteadura varía

para la mayoría de los géneros americanos de 7 a 10 µm, pero predominan las mayores de 10 µm en *Actinocheita*, *Anacardium*, *Antrocaryon*, *Astronium*, *Loxopterygium*, *Myracrodruon*, *Ochoterena*, *Pachycormus*, *Spondias* y *Tapirira* y siempre son menores de 7 µm en *Haplorhus* *peruviana* y especies de *Lithraea* y *Rhus*. La punteadura radio-vaso es diferente a la punteadura intervascular en todos los géneros de la familia (Terrazas y Dickison, en prensa), variando de redondas y angulares a alargadas vertical u horizontalmente. Sólo se presentan engrosamientos en espiral en siete géneros de la familia y se encuentran tanto en elementos de vaso como en traqueidas vasculares de la madera tardía de *Cotinus*, *Haplorhus*, *Pistacia*, y algunas especies de *Rhus* y *Toxicodendron*; así como en la madera difusa o anular de las especies de *Lithraea* y *Schinus*. Las tílides se presentan en todos los géneros, pero son raras en *Campnosperma* y *Ochoterena*. Comúnmente las tílides están ligeramente lignificadas en *Metopium* y la mayoría de las especies de *Pistacia*, o completamente esclerosadas en el duramen de *Astronium*, *Myracrodruon* y *Schinopsis*. En estos tres géneros también se observan con frecuencia cristales prismáticos en las tílides.

La familia tiene exclusivamente fibras libriformes con punteaduras simples o semiareoladas en las paredes radiales. Las punteaduras son menores a 2 µm en diámetro, excepto por los géneros *Anacardium* y *Spondias* con punteaduras mayores de 3 µm. Las fibras pueden ser exclusivamente septadas en *Amphipterygium*, *Actinocheita*, *Antrocaryon*, *Cyrtocarpa*, *Lithraea*, *Orthopterygium*, *Spondias* y *Tapirira*; exclusivamente no septadas en *Anacardium* (5 spp.), *Cotinus*, *Haplorhus*, *Malosma*, *Metopium*, *Mosquitoxylum*, *Ochoterena*; *Pistacia*, y las especies con porosidad anular de *Rhus* y *Toxicodendron*; únicamente presentan fibras septadas alrededor de los vasos dos especies de *Anacardium* (*A. giganteum* Hancock ex Engl. y *A. spruceanum* Benth. ex Engl., y las dos especies americanas de *Campnosperma*, *C. gummifera* y *C. panamensis*. El resto de los géneros presentes en América tiene especies con ambos tipos de fibras en la misma proporción, incluyendo a *Anacardium excelsum* (Bertero & Balb. ex Kunth) Skeels. La longitud de la fibra varía desde menores a 900 µm hasta mayores a 1 200 µm para la familia. En los géneros americanos predominan las fibras cortas (cuadro 4), excepto por cinco géneros con distribución en Asia y Africa (*Bouea*, *Heeria*, *Loxostylis*, *Rhodospaera* y *Smodingium*); mientras que para la clase de longitudes mayores a 1 200 µm, los géneros no americanos pertenecen a la tribu Spondiadeae (Terrazas y Dickison, en prensa). Aunque hay una tendencia a tener diámetro de fibras menores a 20 µm y paredes mayores a 3.5 µm en grosor en los géne-

Cuadro 3. Clases de tamaños para longitud de los elementos de vaso y su distribución en los géneros americanos. Los porcentajes corresponden a los géneros americanos, en paréntesis se indica el número de géneros americanos y el número total para la familia

Longitud del elemento de vaso		
< 350 µm 91% (11/12)	350-600 µm 35% (15/43)	> 600 µm 50% (3/6)
<i>Amphipterygium</i>	<i>Actinocheita</i>	<i>Campnosperma</i>
<i>Cotinus</i>	<i>Anacardium</i>	<i>Tapirira</i>
<i>Haplorhus</i>	<i>Antrocaryon</i>	<i>Thyrsodium</i>
<i>Malosma</i>	<i>Astronium</i>	
<i>Orthopterygium</i>	<i>Comocladia</i>	
<i>Pachycormus</i>	<i>Cyrtocarpa</i>	
<i>Pistacia</i>	<i>Lithraea</i>	
<i>Pseudosmodingium</i>	<i>Loxopterygium</i>	
<i>Rhus</i>	<i>Mauria</i>	
<i>Schinopsis</i>	<i>Metopium</i>	
<i>Schinus</i>	<i>Mosquitoxylum</i>	
	<i>Myracrodruon</i>	
	<i>Ochoterena</i>	
	<i>Spondias</i>	
	<i>Toxicodendron</i>	

ros americanos; fibras anchas con diámetro mayor a 24 μm se encuentran en *Camposperma*, *Cyrtocarpa*, *Pachycormus* y *Spondias* y, paredes delgadas menores a 2 μm en *Actinocheita*, *Anacardium*, *Camposperma*, *Cyrtocarpa*, *Ochoterena*, *Pachycormus*, *Pseudosmodium*, *Spondias* y *Toxicodendron*. Las fibras pueden contener abundantes granos de almidón tanto en especies con fibras septadas como en aquellas con fibras no septadas como es el caso de *Malosma* y *Pachycormus*. Depósitos oscuros ocluyen el lumen de las fibras y éstas se arreglan en bandas en *Astronium*, *Loxopterygium* y *Mauria*, o se distribuyen en todo el tejido en algunas especies de *Comocladia*, *Metopium* y *Tapirira*.

La mayoría de los géneros presentan radios heterogéneos de los tipos IIA y IIB (Terrazas y Dickison, en prensa), pero se encuentran radios homogéneos I en *Haplorhus* y heterogéneos III en varias especies de *Anacardium*. Los radios se presentan predominantemente uniseriados en *Anacardium giganteum*, *A. occidentale* L., *A. parvifolium* Ducke y *A. spruceanum*. Algunos géneros o especies de un género se distinguen por tener radios de 4 a 6 series como son *Amphipterygium*, *Antrocaryon amazonica* (Ducke) Burttet & Hill, *Astronium* (*A. concinnum* (Engl.) Schott, *A. obliquum* Griseb. y *A. ulei* Mattick), *Cyrtocarpa* (*C. edule* (Brandegge) Standl. y *C. procera* H.B.K.), *Haplorhus*, *Pachycormus*, *Pseudosmodium*, *Schinus* (*S. molle* L. y *S. patagonicus* (Phil.) Johnst.), *Spondias* y *Toxicodendron radicans* (L.) Kuntze. En los géneros de Spondiaceae hay una tendencia a presentar radios más anchos, pero también algunos géneros de Rhoeae los tienen anchos como se mencionó anteriormente. Los radios más cortos y angostos corresponden a *Cotinus*, *Myracrodruon* y *Pistacia mexicana* H.B.K. Los canales radiales se presentan en cerca del 60% de los géneros de la familia (Terrazas y Dickison, en prensa). No se observaron canales radiales en los géneros americanos *Actinocheita*, *Anacardium*, *Comocladia*, *Cotinus*, *Lithraea*, *Mauria*, *Mosquitoxylum*, *Ochoterena*, *Pachycormus* y en algunas especies de *Rhus* y *Toxicodendron*. A pesar de que los canales radiales parecen ser muy homogéneos en la familia se pueden distinguir dos tipos con respecto a la presencia o ausencia de vaina del canal. La vaina del canal se caracteriza por tener células de menor tamaño que las procumbentes y éstas rodean a las células epiteliales. Los géneros con vaina del canal son *Amphipterygium*, *Astronium*, *Loxopterygium*, *Malosma*, *Myracrodruon*, *Orthopterygium*, *Pistacia*, *Pseudosmodium*, *Rhus microphylla* Engelm. ex Gray, *Schinopsis*, *Schinus*, *Spondias*, *Tapirira* y *Thyrsodium*. Los canales que no presentan vaina del canal pueden presentar las células epiteliales no lignificadas como en *Camposperma*, *Haplorhus* y *Metopium*, o bien las células epiteliales se lignifican y se caracterizan por presentar

punteaduras simples de apertura amplia como en *Antrocaryon* y *Cyrtocarpa*. Con respecto a los contenidos en las células de los radios, comúnmente se observan contenidos oscuros en todos los géneros. Las inclusiones minerales son cristales de oxalato de calcio y cuerpos de sílice. Los cristales de oxalato de calcio únicamente están ausentes en *Camposperma* y *Ochoterena* se presentan drusas en *Pseudosmodium* y prismáticos en los otros géneros. Los cuerpos de sílice distinguen a todas las especies de *Loxopterygium* y *Anacardium*, excepto por *A. excelsum*.

El parénquima axial es predominantemente paratraqueal en la familia (Terrazas y Dickison, en prensa). El paratraqueal escaso se encuentra en la mayoría de los géneros, vasicéntrico y escaso predomina en *Amphipterygium*, *Astronium*, *Myracrodruon*, *Orthopterygium*, *Schinopsis* y *Spondias*. En las especies de *Comocladia* varía del escaso al confluyente y en las de *Anacardium* y *Thyrsodium* del vasicéntrico al aliforme. La presencia de parénquima apotraqueal en los géneros americanos es baja. Se observó apotraqueal difuso con células cristalíferas septadas en todas las especies *Lithraea* y *Mauria*; en bandas únicamente en *Metopium* y del tipo marginal en *Toxicodendron* y *Rhus integrifolia*.

Cuadro 4. Clases de tamaños para longitud de las fibras y distribución en los géneros americanos. Los porcentajes corresponden a los géneros americanos, en paréntesis se indica el número de géneros americanos y el número total de géneros para la familia

Longitud de fibra		
< 900 μm 76% (16/21)	900-1200 μm 30% (11/36)	> 1200 μm 37% (3/8)
<i>Amphipterygium</i>	<i>Actinocheita</i>	<i>Antrocaryon</i>
<i>Comocladia</i>	<i>Anacardium</i>	<i>Camposperma</i>
<i>Cotinus</i>	<i>Astronium</i>	<i>Spondias</i>
<i>Cyrtocarpa</i>	<i>Loxopterygium</i>	
<i>Haplorhus</i>	<i>Metopium</i>	
<i>Lithraea</i>	<i>Mosquitoxylum</i>	
<i>Malosma</i>	<i>Myracrodruon</i>	
<i>Mauria</i>	<i>Schinopsis</i>	
<i>Ochoterena</i>	<i>Tapirira</i>	
<i>Orthopterygium</i>	<i>Thyrsodium</i>	
<i>Pachycormus</i>		
<i>Pistacia</i>		
<i>Pseudosmodium</i>		
<i>Rhus</i>		
<i>Schinus</i>		
<i>Toxicodendron</i>		

Cristales prismáticos se encontraron en las células del parénquima axial de *Actinocheita*, *Astronium*, *Myracrodruon*, dos especies de *Rhus* (*R. terebinthifolia* Schlect. & Cham., *R. virens* Lindh. ex Gray) y tres especies de *Schinus* (*S. latifolius* (Gillies) Engl., *S. molle* y *S. terebinthifolia* Raddi).

En los géneros americanos se encuentra toda la diversidad anatómica del xilema secundario a la fecha observada en Anacardiaceae. Hay géneros bien conocidos debido al elevado número de muestras depositadas en xilotecas; sin embargo otros géneros, en especial aquellos donde la mayoría de sus especies son arbustos requieren de un estudio más detallado entre estos géneros se encuentran *Comocladia*, *Rhus*, *Schinus* y *Toxicodendron*.

Como ya se mencionó un análisis comparativo de los caracteres anatómicos de la madera ayudó a distinguir las especies de *Pistacia* (Grundwag y Werker, 1976), las cuales principalmente se separan por el tamaño de los radios. En el género *Tapirira*, *T. mexicana* se separa de las otras especies por las dimensiones de las fibras y los canales radiales, así como por la presencia de taninos que ocluyen el lumen de las fibras (Terrazas y Wendt, 1995). En el trabajo de *Tapirira* también se resalta la contribución de los análisis multivariados en este tipo de estudios cuando se cuenta con muestras múltiples para las especies analizadas. Los caracteres anatómicos cuantitativos también apoyan el reconocimiento de los géneros *Astronium* y *Myracrodruon* propuestos por Santin y de Freitas (1991). La madera de *Myracrodruon* se distingue por tener fibras de menor diámetro (10-13 µm) con grosor de la pared mayor a 4 µm, fibras cortas (< 950 µm), más de 12 vasos/mm² y diámetro de los vasos menor a 100 µm; mientras que las especies de *Astronium* se caracterizan por tener madera con fibras de mayor diámetro (15-20 µm) con grosor de la pared menor a 4 µm, fibras más largas (>1,000 µm), menos de 12 vasos/mm² y diámetro de los vasos mayor a 100 µm (Terrazas, 1994). Para las especies del género *Anacardium* también hay caracteres que permiten su separación, por ejemplo, *A. excelsum* se distingue porque su madera presenta cristales prismáticos en las células de los radios, mientras la madera de las otras especies siempre contienen cuerpos de sílice en las células de los radios. El grupo de especies *A. occidentale*, *A. humile* A.St.-Hil., *A. nanum* A.St.-Hil. y *A. corymbosum* Barb.Rodr. se caracterizan por tener madera con más de 5 vasos/mm², diámetro del vaso menor a 100 µm y fibras menores a 800 µm. De este grupo *A. nanum* presenta los radios más cortos (293±100 µm) y más anchos (72±10 µm). Las especies de *A. giganteum*, *A. spruceanum* y *A. parvifolium* al igual que *A. excelsum* tienen madera con menos de 5

vasos/mm², diámetro de los vasos mayor a 100 µm y fibras con longitud mayor a 1 000 µm (Terrazas, 1994). Las características anatómicas cuantitativas y cualitativas que separan a las especies de otros géneros se pueden consultar en Terrazas y Dickson (en prensa).

Conclusiones

La diversidad anatómica ejemplificada aquí por los géneros americanos de Anacardiaceae resalta la importancia de los estudios sobre anatomía sistemática como una forma de conocer la diversidad presente en los diferentes grupos taxonómicos.

La colecta de un gran número de especies a la fecha no representadas en las xilotecas es prioritario. Atención especial se debe dar a la colecta de especies cuyo hábito de crecimiento es arbustivo o trepador, con objeto de entender la diversidad anatómica de los géneros.

Los géneros *Comocladia*, *Rhus*, *Mauria*, *Schinopsis*, *Schinus* y *Toxicodendron* deben ser mejor colectados en sus áreas de distribución en América con objeto de conocer mejor su variación y poder incorporar los caracteres anatómicos de la madera a la revisión taxonómica de dichos géneros. Estos trabajos requieren de la participación de anatomistas de la madera y taxónomos.

Finalmente, entender la diversidad anatómica dentro de un género con diferentes hábitos favorecerá la codificación apropiada de aquellos caracteres que se incorporen a análisis cladísticos.

Literatura citada

- Baas P. 1982. Systematic, phylogenetic, and ecological wood anatomy -history and perspectives. En: Baas P. (Edr). *New perspectives in wood anatomy*. (Martinus Nijhoff Publishers, The Hague. 29-53.
- Baas P. 1986. Ecological patterns in xylem anatomy. En: Givnish T.J. (Edr). *On the economy of plant form and function*. Cambridge University Press, Cambridge, New York. 327-352.
- Baas P. Esser P.M. y Van der Westen M.E.T. 1988. Wood anatomy of the Oleaceae. *International Association of Wood Anatomy Bulletin new series* 9:103-182.
- Baas P. y Wheeler E.A. 1996. Parallelism and reversibility in xylem evolution -a review. *International Association of Wood Anatomists Journal* 17:351-364.
- Bailey I.W. 1951. The use and abuse of anatomical data in the study of phylogeny and classification. *Phytomorphology* 1: 67-69.
- Bailey I.W. 1957. The potentialities and limitations of wood anatomy in study of phylogeny and classification of angiosperms. *Journal of the Arnold Arboretum* 38:243-254.

- Bailey I.W. y Tupper W.W. 1918. Size variation in tracheary cells, I. A comparison between the secondary xylem of cryptogams, gymnosperms, and angiosperms. *Proceedings American Academy of Arts and Sciences* **54**:149-204.
- Barghoorn E.S. 1940. The ontogenetic development and phylogenetic specialization of rays in the xylem of dicotyledons. I. The primitive ray structure. *American Journal of Botany* **27**: 918-928.
- Barghoorn E.S. 1941. The ontogenetic development and phylogenetic specialization of rays in the xylem of dicotyledons. II. Modifications of the multiseriate and uniseriate rays. *American Journal of Botany* **28**:273-282.
- Brazier J.D. 1968. The contribution of wood anatomy to taxonomy. *Proceedings of the Linnean Society of London* **179**: 271-274.
- Carlquist S. 1975. *Ecological Strategies of Xylem Evolution*. California University Press, Berkeley. 259 p.
- Carlquist S. 1988. *Comparative Wood Anatomy*. Springer-Verlag, Berlin, New York. 436 p.
- Chahuan L. y Dayal R. 1985. Wood anatomy of indian *Albizias*. *Intenational Association of Wood Anatomy Bulletin new series* **6**:213-218.
- Cronquist A. 1981. *An integrated system of classification of flowering plants*. Columbia University Press, New York. 1,262 p.
- Dickison W.C. 1989. Steps toward the natural system of the dicotyledons: vegetative anatomy. *Aliso* **12**:555-566.
- Dickison W.C. 1999. A view of the current status of comparative wood anatomy. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **64**:87-91.
- Engler A. 1896. Anacardiaceae. En: Engler A. y Prantl K.A.E. (Edrs.). *Die Natürlichen Pflanzfamilien*. Verlag von Wilhelm Engelmann, Leipzig. 138-178.
- Gregory M. 1994. Bibliography of systematic wood anatomy of dicotyledons. *Intenational Association of Wood Anatomists Journal, Supplement* **1**:266.
- Grundwag M. y Werker E. 1976. Comparative wood anatomy as an aid to identification of *Pistacia* L. species. *Israel Journal of Botany* **24**:152-167.
- Heimsch C.J. 1942. Comparative anatomy of the secondary xylem in the Gruinales and Terebinthales of Wettstein, with reference to taxonomic grouping. *Lilloa* **8**: 82-198.
- Hess W.R. 1949. Identification of New World timbers. Part II. Anacardiaceae. *Tropical Woods* **87**:11-34.
- Kryn J.M. 1952. The anatomy of the wood of the Anacardiaceae and its bearing on the phylogeny and relationship of the family. Ph.D. thesis, Dept. of Forestry, University of Michigan. 228 p.
- Metcalf C.R. y Chalk L. 1950. *Anatomy of the dicotyledons*. 2 vols. Clarendon Press, Oxford. 1,500 p.
- Miller R.B. 1976. Wood anatomy and identification of species of *Juglans*. *Botanical Gazette* **137**:368-377.
- Mitchell J.D. 1990. The poisonous Anacardiaceae genera of the world. *Advances in Economic Botany* **8**:103-129.
- Noshiro S. y Baas P. 1998. Systematic wood anatomy of Cornaceae and allies. *Intenational Association of Wood Anatomists Journal* **19**:43-97.
- Record S.J. 1934. Role of wood anatomy in taxonomy. *Tropical Woods* **37**: 1-9.
- Record S.J. 1939. American woods of the family Anacardiaceae. *Tropical Woods* **60**:16-45.
- Robbertse P.J. Venter G. y van Rensburg J.H. 1980. The wood anatomy of the South African Acacias. *Intenational Association of Wood Anatomists Bulletin new serie* **1**:93-103.
- Sanderson M.J. 1991. Phylogenetic relationships within North American *Astragalus* L. (Fabaceae). *Systematic Botany* **16**:414-430.
- Santin, D.A. y H. de Freitas L. 1991. Restabelecimento e revisao taxonomica do genero *Myracrodruon* Freire Allemão (Anacardiaceae). *Revista Brasileira do Botanica* **14**: 133-145.
- Stuessy T.F. 1990. *Plant taxonomy. The systematic evaluation of comparative data*. Columbia University Press, New York. 514 p.
- Takhtajan, A. 1987. *Systema Magnoliophytorum*. Nauka, Leningrad.
- Terrazas T. 1994. Wood anatomy of the Anacardiaceae: ecological and phylogenetic interpretation. Ph.D. thesis, University of North Carolina at Chapel Hill, Chapel Hill, N.C. 321 p.
- Terrazas T. y Wendt T. 1995. Systematic wood anatomy of the genus *Tapirira*. Aublet (Anacardiaceae) -a numerical approach. *Brittonia* **47**:109-119.
- Terrazas T. y Dickison W.C. 1999. Wood anatomy of the Anacardiaceae. *Intenational Association of Wood Anatomists Journal* (en prensa).
- Wheeler E.A. y Baas P. 1991. A survey of the fossil record for dicotyledonous wood and its significance for evolutionary and ecological wood anatomy. *Intenational Association of Wood Anatomists Bulletin new series* **12**:275-332.
- Zhang S.-Y. 1992. Wood anatomy of the Rosaceae. *Blumea* **73**:81-158.