

Anatomía sistemática de la familia Anacardiaceae en México. I. La corteza de *Tapirira* Aublet.

TERESA TERRAZAS

Programa de Botánica, IRN, Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de México, 56230, México

Resumen. La corteza de *Tapirira* se describe para las especies presentes en México. Los resultados muestran que hay caracteres anatómicos con valor diagnóstico que ayudan a diferenciar a las especies. El tamaño de los radios (altura y anchura) y el diámetro de los canales radiales de la corteza al igual que los de la madera ayudan a distinguir *T. chimalapana* de *T. mexicana*. La peridermis ondulada, la felodermis esclerificada y el exudado de color amarilloroscuro en *T. chimalapana* la distinguen de *T. mexicana*, con peridermis lisa, súber esclerificado y exudado de color rojo. Ambas especies presentan un ritidoma laminar, siendo más conspicuo en *T. mexicana*. Estudios adicionales de las especies del grupo de *T. guianensis* son esenciales para apoyar el valor diagnóstico de los caracteres antes mencionados.

Palabras clave: Anacardiaceae, anatomía de la corteza, *Tapirira chimalapana*, *Tapirira mexicana*.

Abstract. *Tapirira* bark anatomy is described for the species distributed in Mexico. Results show that there are anatomical characters with diagnostic value that contribute to distinguish between species. Bark ray dimensions (height and width) and diameter of the bark radial canals distinguish *T. chimalapana* from *T. mexicana* as do wood ray dimensions and wood radial canals. Ondulate periderm, esclerified phelloderm and yellow-brownish exudate characterize *T. chimalapana*, while *T. mexicana* possesses straight periderm, esclerified phellem and reddish exudate. Both species show a laminated rhytidome, more conspicuous in *T. mexicana*. Further studies in the species of *T. guianensis* group are essential to support the diagnostic value of the aforementioned characters.

Key words: Anacardiaceae, bark anatomy, *Tapirira chimalapana*, *Tapirira mexicana*.

INTRODUCCIÓN

El estudio anatómico de la corteza de especies leñosas no ha tenido un desarrollo tan amplio como la caracterización del xilema secundario (Roth, 1981). No obstante los trabajos realizados hasta la fecha con anatomía de la corteza han probado que ésta puede ser una herramienta valiosa en los estudios sistemáticos (Alfonso y Richter, 1991; Archer y Van Wyk, 1993; Richter y Van Wyk, 1990; Roth, 1981; Trockenbrodt y Paramenwaran, 1986; Van Wyk, 1985). La anatomía de la corteza al igual que la anatomía del xilema secundario es más clara para definir grupos a nivel genérico o supragenérico (Archer y Van Wyk, 1993; Richter, 1981). Sin embargo, las pocas investigaciones que han empleado los datos anatómicos de la corteza a nivel específico (Trockenbrodt y Paramenwaran, 1986 y más referencias ahí), muestran que este tejido también ayuda a distinguir especies o grupos de especies.

Esau (1964, 1979) y Roth (1981) señalan los elementos de la corteza que generalmente poseen valor diagnóstico. Entre los más comunes se encuentran longitud del elemento de tubo criboso, número de células acompañantes, tipo de áreas cribosas en la placa cribosa, tipo de radios, distribución del esclerénquima, arreglo de células y cavidades secretoras y, disposición y tipo de cristales; así como características de las células de la peridermis.

Los estudios de anatomía comparada de la corteza en la familia Anacardiaceae son escasos. Roth (1968, 1981) describió la anatomía de la corteza de cinco especies de Anacardiaceae distribuidas en Venezuela. Zahur (1959) estudió algunas características de los elementos de tubo criboso del floema secundario para otras cuatro especies de Anacardiaceae y Gibson (1981) describió la corteza de *Pachycormus*. Mientras que el estudio del desarrollo de los canales secretores en el floema secundario ha ocupado la atención de varios autores (Bhatt y Moham Ram, 1992; Fahn y Evert, 1974; den Outer y van Veenendal, 1986; Venkaiah y Shah, 1984).

Esta investigación forma parte de un trabajo encaminado hacia el entendimiento del género *Tapirira* Aublet - Anacardiaceae- (Terrazas y Wendt, 1995; Wendt y Mitchell, 1995) y es una contribución al conocimiento de la anatomía comparada de la corteza de las especies de *Tapirira* presentes en México. Además intenta encontrar caracteres que apoyen su identidad y comparar las características de la corteza de *Tapirira* con las de otros miembros de la familia estudiados hasta la fecha.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras de la corteza de *Tapirira*, incluyendo cámbium y xilema secundario fueron colectadas de doce individuos,

CUADRO 1. Localidad y número de individuos colectados para el estudio de la anatomía de la corteza de *Tapirira*.

Taxa	Localidad	Muestra	Ejemplar de respaldo *
<i>T. chimalapana</i>	Sta. María Chimalapa, Oaxaca	1, 2	5296
	Uxpanapa, Veracruz	3	5302
	Cerro Azul-Escolapa, Oaxaca	4	5340
<i>T. mexicana</i>	Sta. María Chimalapa, Oaxaca	5, 6	5294
	Laguna Escondida, Veracruz	7	5315
	Monte Líbano, Chiapas	8	5317
	Chilón, Chiapas	9	5325
	El Pericón, Chiapas	10	5326
	Santa Rita, Chiapas	11	5328
	Champerico, Chiapas	12	5338

* Los números de colecta corresponden a la colección de T. Wendt *et al.*

en localidades de los estados de Chiapas, Oaxaca y Veracruz (Cuadro 1). En la localidad de Santa María Chimalapa, Oaxaca las especies ocurren simpátricamente. Todas las muestras se colectaron de árboles con un diámetro a la altura del pecho > 30 cm y a 130 cm del suelo (Terrazas, 1988; Terrazas y Wendt, 1995) y se fijaron en Craf III (Johansen, 1940).

En el laboratorio se prepararon tres cubos de aproximadamente un cm de lado, por individuo colectado. Estos fueron incluidos en parafina, seccionados con un microtomo giratorio a 10 µm de grosor, teñidos con safranina-verde fijo y montados con resina de *Abies religiosa*. La disociación de la corteza fue realizada de acuerdo al método de Jeffrey (Berlyn y Miksche, 1976). La medición de los elementos se realizó con un micrómetro del ocular. Se midieron o cuantificaron 25 unidades por muestra para cada carácter anatómico. Se obtuvieron algunos parámetros de la estadística descriptiva (SAS, 1989: valores de la media, una desviación estándar, mínimo y máximo). La terminología empleada se basa principalmente en Roth (1981), sin embargo se siguen las modificaciones propuestas por Trockenbrodt (1990). Los dibujos se hicieron usando una cámara lucida en un microscopio óptico Zeiss.

RESULTADOS

El Cuadro 2 resume las diferencias cuantitativas y cualitativas encontradas entre *T. chimalapana* y *T. mexicana* y en las Figuras 1 a 14 se ilustran caracteres distintivos de la corteza de *Tapirira*. En el Cuadro 3 se anotan algunas características anatómicas de las especies de *Tapirira* estudiadas así como las reportadas por otros autores con objeto de comparar la información disponible con relación a la corteza de Anacardiaceae. A continuación se presenta la descripción de la corteza externa e interna para el género en México.

Características externas

En *T. chimalapana* la corteza externa es fisurada a escamosa con escamas pequeñas que tienden a ser rectangulares y organizadas en líneas verticales o ligeramente diagonales situadas entre las fisuras (Fig. 1). En la parte interna de las fisuras el color varía del café rojizo pálido al rojo amarillento (HUE 5YR 4/6 y HUE 5Y/8; Munsell, 1975), mientras que la parte externa es color olivo (HUE 5Y4/3). La corteza interna es laminosa de color rojo (HUE 10R5/6) con exudado de color blanco o crema que al oxidarse cambia al amarillo-café.

En *T. mexicana* la corteza joven se exfolia con escamas de tamaño variable y líneas marcadas donde se inician las fisuras cuando joven. La adulta está fisurada con escamas gruesas, éstas son de forma rectangular y de tamaño más regular (Fig. 2). En ambos estados el color es rojizo oscuro (HUE 5YR2.5/2). La corteza interna laminosa es de color rojo (HUE 7.5/8). El exudado naranja o rojizo pálido forma gotas, las cuales se oxidan y oscurecen en pocos minutos. El grosor total de la corteza varía en ambas especies de 4 a 23 mm.

Características anatómicas

La corteza presenta una zonación de tejidos bien definidos: con floema secundario no colapsado y colapsado, peridermis y ritidoma (Figs. 3, 4).

Floema secundario

El floema no colapsado varía de 1.0 a 1.3 mm de grosor, mientras el floema colapsado tiende a ser más ancho (Cuadro 2). Ambos se componen de elementos de tubo criboso, células acompañantes, parénquima axial, radios, esclerénquima y canales secretores (Figs. 5, 6).

CUADRO 2. Características cuantitativas y cualitativas de la corteza de las especies de *Tapirira* distribuidas en México. Clave: M = media, sd = una desviación estándar, mín. = valor mínimo, máx. = valor máximo, * = μm , +++ = presencia, — = ausencia.

Carácter	<i>T. chimalapana</i>				<i>T. mexicana</i>			
	M	sd	mín.	máx.	M	sd	mín.	máx.
Grosor floema no colapsado*	1175	132	945	1328	1180	153	980	1340
Grosor floema colapsado*	6844	312	6502	7239	4504	679	3133	5287
Longitud elemento de tubo criboso*	689	100	522	885	438	119	282	658
Diámetro tangencial tubo criboso*	29	5	22	36	30	5	22	36
No. de áreas cribosas en placa cribosa	7	2	5	11	4	1	2	6
Longitud fibra*	1543	302	932	2875	988	225	611	1426
Diámetro tangencial fibra*	19	3	16	24	22	3	16	26
Grosor pared de fibra*	8	1	6	11	9	2	6	12
Altura radio*	391	167	180	713	163	54	91	282
Anchura radio*	41	24	16	102	24	4	20	28
Serie radios	2	0.4	1	3	3	0.3	2	3
Diámetro tangencial células procumbentes de radio*	12	2	10	14	11	2	8	15
No. de células entre radios	6	2	3	9	7	3	2	14
Diámetro tangencial del canal radial*	63	32	34	121	46	9	30	60
Diámetro canal longitudinal*	33	11	24	94	79	14	60	103
No. de células epiteliales del canal longitudinal	22	1	21	24	9	2	8	11
Grosor peridermis*	527	17	321	799	321	38	227	360
No. de células súber no obliteradas	6	3	3	9	12	3	8	16
Grosor súber*	323	70	242	504	170	10	157	186
No. de células felodermis	6	1	4	8	8	1	6	10
Grosor felodermis*	135	28	91	161	140	52	113	192
Cristales			+++				+++	
Taninos			+++				+++	
Súber con paredes gruesas			—				+++	
Felodermis con paredes gruesas			+++				—	
Peridermis ondulada			+++				—	
Ritidoma fuertemente estratificado			—				+++	

CUADRO 3. Características anatómicas de la corteza de las especies de *Tapirira* estudiadas y de otras especies de Anacardiaceae (tomadas de Gibson (1981), Roth (1981) y Zahur (1959)). Especies: Tagu = *Tapirira guianensis*, Tame = *T. mexicana*, Tach = *T. chimalapana*, Angi = *Anacardium giganteum*, Asle = *Astronium lecointei*, Losa = *Loxopterygium sagotii*, Padi = *Pachycormus discolor*, Spmo = *Spondias mombin*.

Carácter	Especies							
	Tagu	Tame	Tach	Angi	Asle	Losa	Padi	Spmo
Esclerénquima (fibras +, fibras y esclereidas ±)	P+	P±	P±	P±	P±	A	A	P±
No. de series en radio	1-3	1-3	1-3	1-2	1-3	1-4	?	1-6
Distancia entre radios (no. de células)	2-10	2-14	3-9	2-5	5-15	2-10	?	4-20
Cristales	A	P	P	A	A	A	A	A
No. de peridermis	2-3	2-3	2-3	1	1	10-15	3	6-8
Ritidoma escamoso	P	P	P	A	A	P	A	P
Súber con engrosamientos	A	P	A	P	A	A	A	A
Felodermis con engrosamientos	P	A	P	P	P	P	A	P
Color del exudado	a	b	d/a	c	c	a	d	c

P = presencia, A = ausencia, ? = datos no presentados, a = amarillo, b = rojo, c = incoloro, d = blanco

Elementos de tubo criboso. Los elementos de tubo criboso y células acompañantes se disponen en grupos de 4 a 20 células en *T. chimalapana* y de 3 a 14 en *T. mexicana*. Generalmente se arreglan en bandas tangenciales entre bandas de parénquima axial, ambas atravesadas por los radios de curso más o menos recto (Fig. 5). Los elementos de tubo criboso son células de pared delgada, de forma redonda o angulosa con un diámetro tangencial de $30 \pm 5 \mu\text{m}$ para ambas especies y, una longitud de $689 \pm 100 \mu\text{m}$ en *T. chimalapana* y de $438 \pm 119 \mu\text{m}$ en *T. mexicana*. La placa cribosa compuesta se dispone oblicuamente con 5 a 11 áreas cribosas. En el floema no colapsado de *T. chimalapana* se localizan de 5 a 7 bandas de tubos cribosos y células acompañantes, mientras que en *T. mexicana* 3 a 5 bandas.

Parénquima axial. El parénquima axial se arregla en forma distintiva en ambas especies. En *T. chimalapana* forma bandas tangenciales de 1 a 4 células de grosor entre las bandas de tubos cribosos y células acompañantes (Fig. 6). A medida que el floema no colapsado es más cercano a la peridermis, se aprecia un aumento en taninos y cristales. En *T. mexicana* el parénquima axial no forma bandas regulares y toma una disposición alada con respecto a los canales secretores. Esta disposición lo hace muy conspicuo como consecuencia del aumento de taninos en el floema colapsado (Fig. 7).

Esclerénquima. El esclerénquima se arregla en bandas con 4 a 5 células de grosor, desde el cámbium hasta la peridermis y se aprecia, además, en algunas regiones del ritidoma (Figs. 3, 4, 6). Las bandas de esclerénquima son atravesadas por los radios que se esclerifican progresivamente (Fig. 8), contribuyendo a formar bandas casi continuas cerca de la peridermis (Fig. 12). El esclerénquima está constituido por fibras y esclereidas, éstas ubicadas a ambas caras de la banda (Fig. 9). Las fibras dispuestas en la parte central de la banda son de lumen pequeño (Fig. 12), con un grosor de pared de $8 \pm 2 \mu\text{m}$ y un diámetro tangencial de $20 \pm 3 \mu\text{m}$. Su longitud varía de $988 \pm 225 \mu\text{m}$ en *T. mexicana* a $1543 \pm 302 \mu\text{m}$ en *T. chimalapana*. Las fibras presentan puntaduras conspicuas que pueden ser escasas o moderadamente abundantes. La abundancia de cristales romboédricos en las esclereidas aumenta notablemente hacia la parte externa del floema colapsado (Fig. 9). En esta región se distinguen esclereidas del sistema vertical fuertemente engrosadas en *T. chimalapana* (Fig. 12). Estas deforman la banda y comúnmente contribuyen a darle continuidad. Mientras que en *T. mexicana* algunas esclereidas presentan muy ligeros engrosamientos tangenciales o radiales. En esta especie la dilatación, la abundancia de canales secretores y la disposición de las bandas del esclerénquima en forma escalonada ocasionan que casi nunca se formen bandas continuas (Fig. 4).

Radios. Los radios son heterocelulares uni y multiseriados. Los uniseriados son escasos, predominantemente hay biseriados en *T. chimalapana* y triseriados en *T. mexicana* (Figs. 10, 11). Las células procumbentes son de 8 a $15 \mu\text{m}$ de diámetro tangencial y constituyen el cuerpo del radio. Las células erectas de los radios pueden variar en

número de 1 a 3 células en cada extremo. Algunos radios son fusionados, especialmente en *T. mexicana*. Los radios se disponen en el floema no colapsado a una distancia entre sí de 6 ± 2 células en *T. chimalapana* y de 7 ± 3 en *T. mexicana*. Su curso es recto en esta región antes de cruzar la primera banda de esclerénquima o ubicarse cerca de un canal secretor longitudinal. Las dimensiones de los radios difieren entre las especies. En *T. chimalapana* la anchura es de $41 \pm 24 \mu\text{m}$ y la altura de $391 \pm 167 \mu\text{m}$, y en *T. mexicana* la anchura es de $24 \pm 4 \mu\text{m}$ y la altura de $163 \pm 54 \mu\text{m}$. Algunos radios presentan canales secretores, siendo más abundantes en *T. chimalapana* (Fig. 8). Ocasionalmente las células contienen taninos y cristales romboédricos. En el floema colapsado se aprecia una ligera dilatación en algunos radios: de 2 a 3 series pasan a ser de 4-6 y aumenta el contenido de los cristales.

Canales secretores. Se presentan canales secretores longitudinales y radiales (Figs. 7, 8). Ambos se distribuyen irregularmente, sin embargo en la parte interna del floema colapsado de *T. chimalapana* la disposición de los canales longitudinales parece ser en hileras tangenciales y en *T. mexicana* son más abundantes y conspicuos debido a que el parénquima axial tiene una disposición alada. Los canales longitudinales son más abundantes en ambas especies que los radiales. En *T. mexicana* los canales radiales son raros. El diámetro tangencial de los canales secretores longitudinales en *T. chimalapana* es de $33 \pm 11 \mu\text{m}$, mientras que en *T. mexicana* varía de $79 \pm 14 \mu\text{m}$ en el floema no colapsado hasta $144 \pm 51 \mu\text{m}$ en el ritidoma. El diámetro tangencial de los canales radiales en *T. chimalapana* es de $63 \pm 32 \mu\text{m}$ y en *T. mexicana* de $46 \pm 9 \mu\text{m}$. Ambos tipos están bordeados internamente por una capa de células epiteliales, generalmente con protoplasma. Una segunda o, a veces, una tercera capa de células parenquimatosas rodean el canal y ocasionalmente acumulan taninos (Figs. 7, 8). Estas células corresponderían a las células de la vaina del canal. El número de células epiteliales varía de 9 a 22 en los canales longitudinales.

Dilatación. El inicio de la dilatación se aprecia en algunos radios y en algunas células del parénquima axial a partir del floema no colapsado. La dilatación es ligera y esparcida.

Peridermis

La peridermis es ondulada irregularmente con respecto al cámbium en *T. chimalapana* (Fig. 3) y es casi paralela al cámbium u ocasionalmente presenta ligeras ondulaciones en *T. mexicana* (Fig. 4). La peridermis tiene un grosor de $527 \pm 17 \mu\text{m}$ en *T. chimalapana* y de $321 \pm 38 \mu\text{m}$ en *T. mexicana*.

En *T. chimalapana* la peridermis se desgaja para formar escamas que envuelven parte de esclerénquima y células obliteradas, así como canales secretores. Las células del súber de pared delgada (Fig. 13), obliteradas o no, presentan un arreglo en hileras radiales y dan al súber un tamaño medio (Roth, 1981) con un grosor de $323 \pm 70 \mu\text{m}$. Las no obliteradas forman hileras de 3 a 13 células ensanchadas tangencialmente, con contenidos rojos en forma de gotas. Las obliteradas forman hileras de aproximadamente

de 31 a 45 células. La felodermis se compone de 4 a 8 células isodiamétricas que le dan un grosor de 135 ± 28 μm . La mayoría de las células contiene taninos de color café rojizo; algunas células portan cristales prismáticos. Las células más internas se esclerifican y pierden su disposición radial, confundiendo con las células del floema (Fig. 13).

En *T. mexicana* las células del súber son ensanchadas tangencialmente y de pared gruesa, obliteradas o no, presentan una disposición radial (Fig. 14). Las no obliteradas forman hileras radiales de 8 a 16 células que contienen gotas de color rojizo. Las obliteradas en hileras inclinadas no se pueden contar. En conjunto, dan al súber un tamaño de 170 ± 10 μm . La felodermis, de 6 a 10 células isodiamétricas de pared delgada con taninos y cristales, se encuentra en hileras radiales (Fig. 14). Esta tiene un grosor de 140 ± 52 μm .

Ritidoma

El ritidoma contiene de 2 a 3 peridermis (Figs. 3, 4), y forma una corteza de escamas exfoliantes pequeñas en *T. chimalapana* y de tamaño variable en *T. mexicana*. En general, en los desgajamientos de la peridermis en *T. chimalapana* se aprecian parte del esclerénquima y algunos canales secretores longitudinales, rodeados completamente de esclereidas y células obliteradas del floema. Estas no tienen un arreglo regular entre las peridermis. Por otro lado, en *T. mexicana* se pueden apreciar aproximadamente cuatro bandas de esclerénquima entre las peridermis (Fig. 4), así como los canales secretores longitudinales reducidos radialmente y rodeados de esclereidas y células obliteradas del floema. La disposición alterna de los elementos antes mencionados dan la apariencia de un ritidoma claramente estratificado.

DISCUSIÓN

Tapirira mexicana y *T. chimalapana* tienen una estructura muy similar, sin embargo presentan diferencias cualitativas y cuantitativas que a continuación se discuten (Cuadro 2). Los elementos de tubo criboso se consideran para ambas especies del tipo II de Zahur (1959), pero difieren en longitud. Los elementos de tubo criboso de *Tapirira* son más largos que en los otros géneros estudiados por Zahur (1959) para la familia. *Tapirira chimalapana* forma grupos de tubos cribosos y células acompañantes funcionales de tamaño más regular y más conspicuos que *T. mexicana*. Esto posiblemente se deba a la disposición del parénquima axial en bandas tangenciales que separan los grupos regularmente. Mientras que el grosor del floema no colapsado fue muy similar para ambas especies, el grosor del floema colapsado difiere ampliamente. Estos valores sugieren una tasa diferencial de crecimiento, por lo que estudios de desarrollo serían muy importantes.

La continuidad y el grosor de las bandas de esclerénquima difiere entre las especies. *Tapirira chimalapana* presenta bandas continuas cerca de la peridermis. La continuidad es dada principalmente por el engrosamiento marcado de algunas esclereidas radiales y verticales. Estas esclereidas corresponderían a las células pétreas que Roth (1968) describe

para *T. guianensis*. En *T. mexicana* las bandas de esclerénquima son delgadas y generalmente superpuestas, y en pocos casos llegan a ser continuas. Roth (1981) y Zahur (1959) encontraron fibras y esclereidas en *Astronium lecointei* y *Mangifera indica* (Cuadro 3). No se encontró esclerénquima en especies de *Loxopterygium*, *Rhus* y *Pachycormus* (Gibson, 1981; Roth, 1968; Solereder, 1908). La longitud promedio de las fibras difiere en las especies de *Tapirira* estudiadas. Esta característica junto con otras, podría ser de valor diagnóstico (Chattaway, 1959). Sin embargo, la longitud de las células floemáticas tiende a ser más corta en *T. mexicana*, lo que podría explicarse como una maduración más lenta en esta especie.

Los radios son del tipo I de Roth (1981). Estos presentaron diferencias cuantitativas entre ambas especies tanto en altura, anchura y distancia entre radios, por lo que podrían considerarse con valor diagnóstico. A las células de los radios que se esclerifican en el floema colapsado, Bamber (1962) las denominó radio-esclereidas y es el término que debe emplearse para distinguirlas de las otras células de los radios. Las radio-esclereidas son relativamente abundantes, hecho que difiere de lo encontrado por Roth (1968) para *T. guianensis* y otros géneros de la familia.

Los canales secretores longitudinales que distinguen la corteza de Anacardiaceae (Cronquist, 1981; Roth, 1981) se observaron en ambas especies estudiadas. Roth (1968) sólo señala la presencia de canales secretores longitudinales y radiales en *Loxopterygium sagotii*, sin embargo ambos tipos se observaron en el material estudiado. Para *T. chimalapana* los canales radiales son de mayor diámetro y más abundantes que en *T. mexicana*. Con respecto a los canales longitudinales en *T. mexicana*, éstos aumentan su diámetro tangencial a medida que se acercan a la superficie de la corteza. El ensanchamiento puede deberse a la anastomosis de dos o más canales o a la dilatación (Gibson, 1981; Kucera y Butterfield, 1977). Es importante señalar que debido a la clara diferencia entre las células epiteliales, las células que rodean a las epiteliales y las procumbentes, se denominó a las segundas, células de la vaina del canal de acuerdo con Werker y Fahn (1969).

Los resultados sugieren que el exudado de la corteza en las especies de *Tapirira* proviene de los canales longitudinales y radiales, por lo que no debe denominarse 'látex' al exudado de *Tapirira*. La palabra látex indica que esta emulsión, con diferente composición química, se halla contenida en laticíferos (Font Quer 1977) y, éstos no se observaron en *Tapirira*, ni tampoco han sido observados en otras Anacardiaceae (Gibson, 1981; den Outer y van Veenendal, 1986; Roth, 1981; Venkaiah y Shah, 1984).

Con respecto a los cristales, Roth (1968, 1981) y Gibson (1981) no mencionan su presencia en los géneros estudiados, sin embargo se encontraron en ambas especies. Sería interesante verificar la ocurrencia de cristales en otros géneros de la familia.

La peridermis de *T. chimalapana* es ondulada (Roth, 1981). La ondulación tiene valor diagnóstico por su rara ocurrencia (Roth, 1981). Ambas especies presentan un súber

de tamaño regular al igual que *T. guianensis*, pero en *T. mexicana* éste está esclerificado. La felodermis es de grosor regular (Roth, 1981) para ambas especies. En *T. mexicana* la felodermis no es esclerificada, a diferencia de *T. chimalapana* y *T. guianensis*, caracter que podría ser diagnóstico para las especies del género dentro del grupo de *T. guianensis* (Terrazas y Wendt, 1995).

El ritidoma de *T. mexicana* y *T. chimalapana* es semejante a *T. guianensis* (Roth, 1981). En las tres especies el ritidoma tiende a ser laminar o estratificado. Esta característica también es compartida por *T. bethanniana* (Mori y Mitchell, 1990; Terrazas, obs. pers.). La diferencia en engrosamiento de las células del súber puede ser uno de los factores por los que hay diferencias en tamaño y forma de las escamas.

Las características externas de la corteza ayudan en la identificación de los individuos adultos, principalmente por el tamaño de las escamas y por el color del exudado (Wendt y Mitchell, 1995).

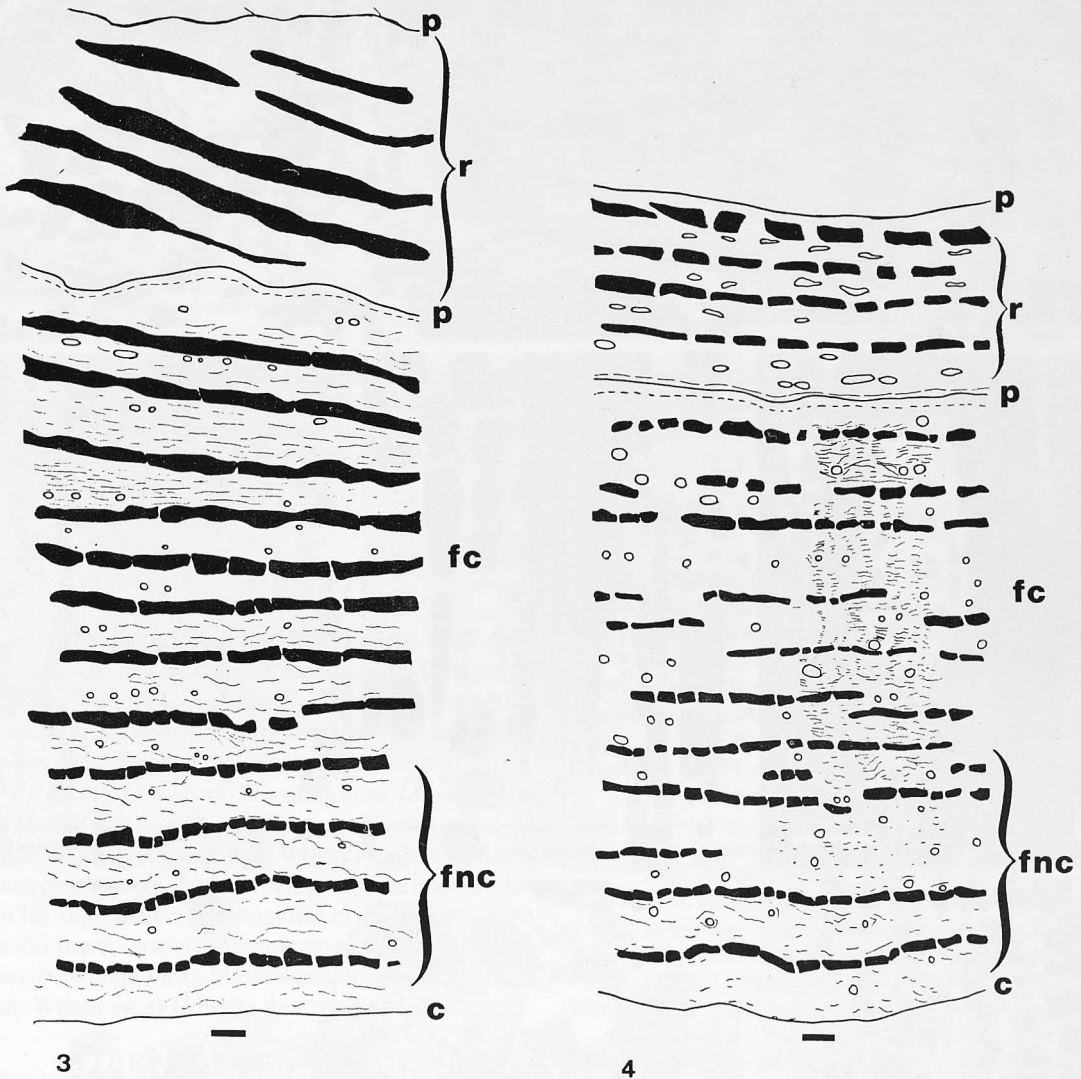
Las características anatómicas encontradas por Roth (1968, 1981) y Zahur (1959) para la corteza de las Anacar-

diaceae, en su mayoría fueron observadas en *T. mexicana* y *T. chimalapana*. El análisis de las dos especies estudiadas sugiere que los caracteres anatómico cuantitativos: longitud del elemento de tubo criboso, longitud de fibras, altura de radios, número de series en los radios, y algunos caracteres cualitativos de peridermis (felodermis y súber) y ritidoma, tienen valor diagnóstico. Es importante destacar que las diferencias encontradas entre las dos especies en relación con los caracteres cuantitativos de radios y canales radiales en la corteza también fueron encontrados para estas estructuras en el xilema secundario (Terrazas y Wendt, 1995). Por lo tanto, estudiar la anatomía de la corteza de *T. bethanniana*, *T. obtusa* y *T. retusa* es fundamental para apoyar el valor diagnóstico de los caracteres mencionados anteriormente.

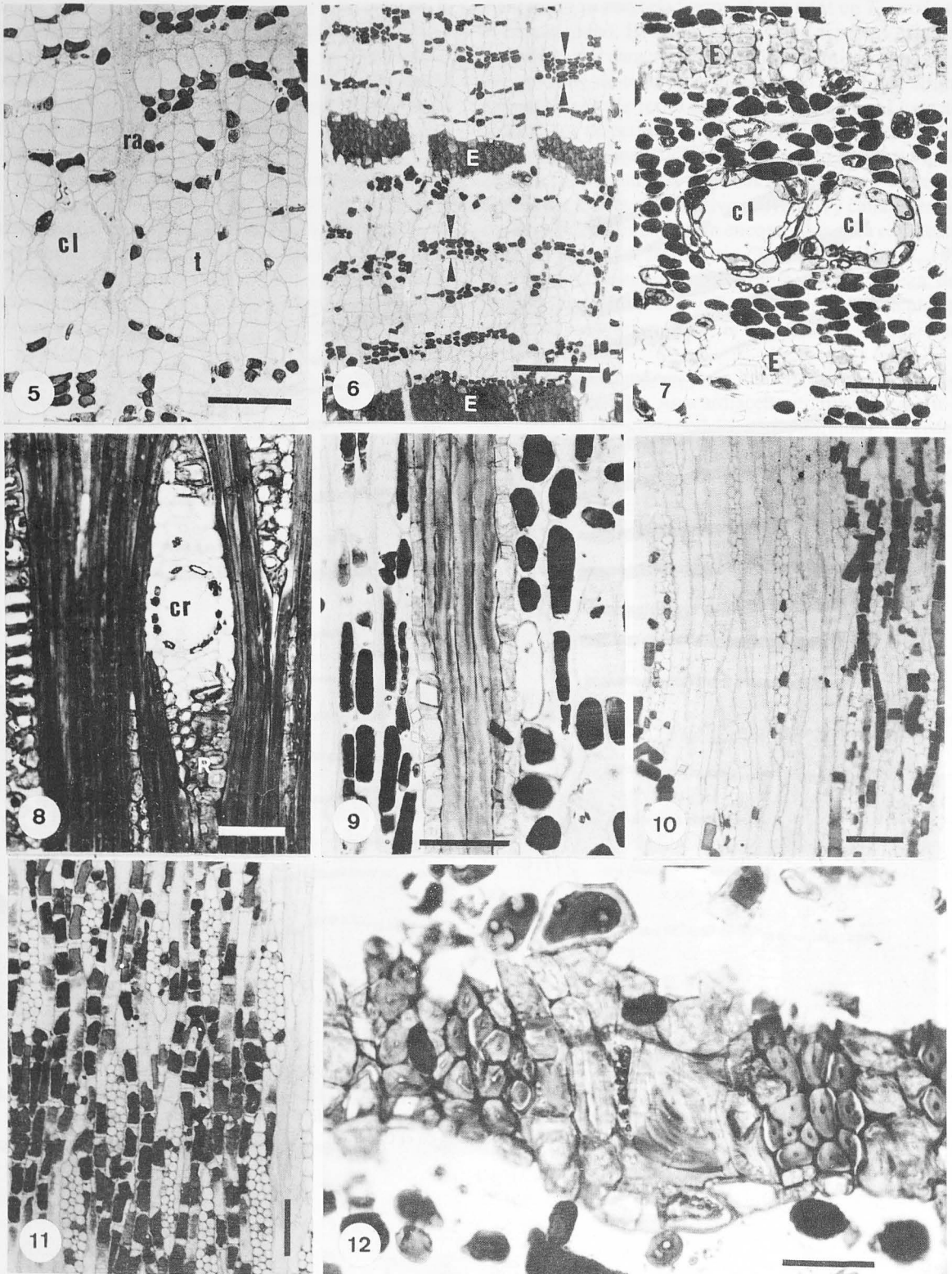
Considerando el poco número de especies estudiadas para la familia Anacardiaceae es difícil sugerir que caracteres de la corteza podrían ser de utilidad en la sistemática de la familia, por lo que se recomienda continuar los estudios de este tejido en otros géneros de Anacardiaceae.



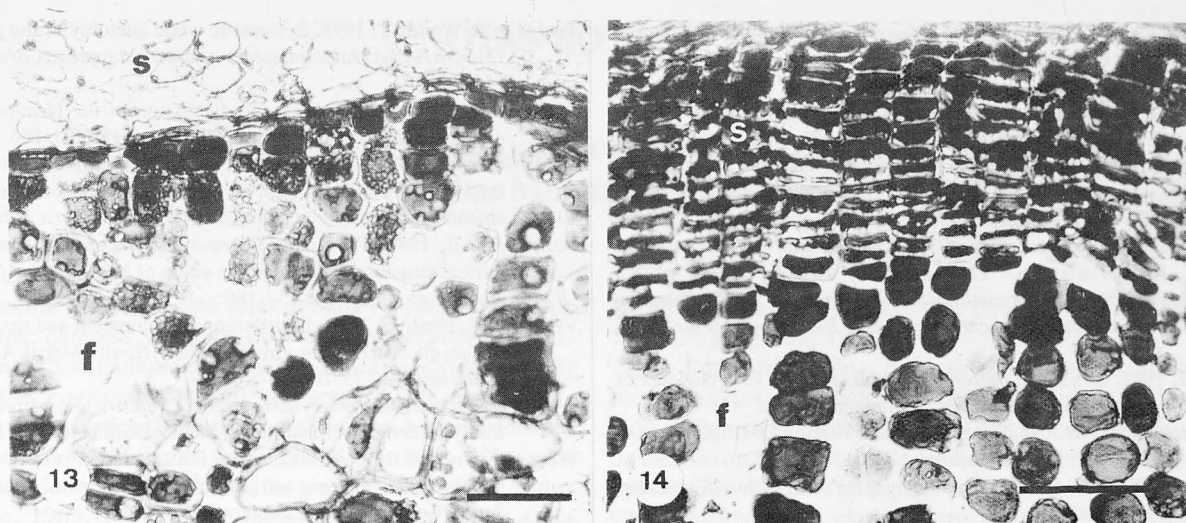
FIGURAS 1-2. Corteza de *Tapirira*. 1. *T. chimalapana* (4). 2. *T. mexicana* (10). El número en paréntesis corresponde al de la muestra en el Cuadro 1.



FIGURAS 3-4. Representación esquemática de la corteza en vista transversal. El esclerénquima se muestra en negro sólido, círculos vacíos representan canales longitudinales y líneas finas taninos en parénquima axial. 3. *T. chimalapana* (3). 4. *T. mexicana* (5). Escala = 300 μm . c = cambium vascular; fnc = floema no colapsado; fc = floema colapsado; p = peridermis; r = ritidoma. El número en paréntesis corresponde al de la muestra en el Cuadro 1.



FIGURAS 5-12. Características del floema no colapsado y colapsado. 5 *T. mexicana* (5) T. Tubos cribosos y células acompañantes en el floema no colapsado; nótese un canal longitudinal joven. 6 *T. chimalapana* (2) T. Bandas de esclerénquima y parénquima axial con pocos taninos en floema no colapsado (flechas). 7. *T. mexicana* (6) T. Canales longitudinales y parénquima axial con abundantes taninos en floema colapsado. 8. *T. chimalapana* (2) LT. Canal radial y abundantes radio-esclereidas, nótese la esclerificación progresiva de los radios.



FIGURAS 13-14. Características de la peridermis. 13. *T. chimalapana* (4) T. Nótese las células de la felodermis con paredes engrosadas y delgadas en el súber. 14. *T. mexicana* (5) T. Las células del súber con paredes engrosadas y delgadas en la felodermis. Nótese la disposición en hileras radiales de las células en esta especie. Escala = 50 μ m. T = corte transversal; f = felodermis; s = súber. El número en paréntesis corresponde al de la muestra en el Cuadro 1.

AGRADECIMIENTOS

Parte de este trabajo se inició durante el curso BOT-670, Problema Especial, en el Centro de Botánica del Colegio de Postgraduados. Agradezco al Dr. E. Mark Engleman las sugerencias hechas a una versión preliminar de este trabajo, así como las facilidades prestadas por el laboratorio de Botánica Estructural. A Tom Wendt, Lauro López Mata, Heriberto Hernández González y Santiago Sinaca su ayuda en la colecta de campo y a Miguel Vega el trabajo fotográfico de cuarto oscuro. A dos revisores anónimos se les agradecen las sugerencias para mejorar el documento. Esta investigación fue apoyada económicamente por el CONACYT al proyecto de la Flora Mesoamericana conducido por el Dr. Tom Wendt en el Colegio de Postgraduados.

LITERATURA CITADA

- Alfonso VA, Richter HG. 1991. Wood and bark anatomy of *Buchenavi* Eichl. (Combretaceae). *IAWA Bulletin n.s.* 12: 123-141.
- Archer RH, Van Wyk AE. 1993. Bark structure and intergeneric relationships of some African Cassinoideae (Celastraceae). *IAWA Journal* 14: 35-53.
- Bamber RK. 1962. The anatomy of the barks of Leptospermoideae. *Australian Journal of Botany* 10: 25-54.
- Berlyn GP, Miksche JP. 1976. *Botanical microtechnique and cytochemistry*. Iowa State University Press, Ames.
- Bhatt JR, Mohan Ram HY. 1992. Development and ultrastructure of primary secretory ducts in the stems of *Semecarpus anacardium* (Anacardiaceae). *IAWA Bulletin n.s.* 13: 173-185.
- Chattaway MM. 1959. The anatomy of bark. VII. Species of *Eugenia*. *Tropical Woods* 111: 1-14.
- Cronquist A. 1981. *An integrated system of classification of flowering plants*. Columbia University Press, New York.
- Esau K. 1964. Structure and development of the bark in dicotyledons. En: Zimmermann ML, edr. *The formation of wood in forest trees*. Academic Press, New York, 37-50.
- Esau K. 1979. The phloem. En: Metcalfe CR, Chalk L. eds. *Anatomy of the dicotyledons*. 2nd. ed. Vol. I. Clarendon Press, Oxford, 181-189.
- Fahn A, Evert RF. 1974. Ultrastructure of the secretory ducts of *Rhus glabra* L. *American Journal of Botany* 61: 1-14.
- Font Quer P. 1977. *Diccionario de botánica*. Sexta reimpression, Ed. Labor, S.A., Barcelona, España.
- Gibson AC. 1981. Vegetative anatomy of *Pachycormus* (Anacardiaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society* 83: 273-284.
- Johansen DE. 1940. *Plant microtechnique*. McGraw-Hill, New York.
- Kucera LJ, Butterfield BG. 1977. Resin canals in the bark of *Phyllocladus* species indigenous to New Zealand. *New Zealand Journal of Botany* 15: 657-663.
- Mori SA, Mitchell JD. 1990. *Tapirira bethanniana* (Anacardiaceae) and *Eschweilera piresii* subsp. *viridipetala* (Lecythidaceae). *Memoirs of the New York Botanical Garden* 64: 229-234.

9. *T. mexicana* (6) LR. Banda de esclerenquima con fibras, esclereidas y cristales romboédricos a ambos lados de las fibras. 10. *T. chimalapana* (2) LT. Radios biseriados. 11. *T. mexicana* (8) LT. Radios triseriados. 12. *T. chimalapana* (3) T. Esclereidas fuertemente engrosadas en floema colapsado. Escala: 5, 6 y 8 = 200 μ m; 7, 9-12 = 100 μ m. T = corte transversal; LT = corte tangencial; LR = corte radial. cl = canal longitudinal; cr = canal radial; ra = radio; t = elemento de tubo criboso; E = esclerenquima; R = radio-esclereida. El número en paréntesis corresponde al de la muestra en el Cuadro 1.

- Munsell Color Company, 1975.** *Munsell soil color chart*. Munsell Color Co., Maryland.
- Outer RW den, van Veenendaal WLH. 1986.** Distribution and development of secretory ducts in *Trichoscypha* (Anacardiaceae). *Acta Botanica Neerlandica* **35**: 425-435.
- Richter GH. 1981.** *Anatomie des sekundären xylems und der rinde der Lauraceae*. Verlag Paul Parey, Hamburg.
- Richter HG, Van Wyk AE. 1990.** Wood and bark anatomy of Lauraceae IV: *Dahlgrenodendron* J.H. Van der Merwe & Van Wyk. *IAWA Bulletin n.s.* **11**: 173-182.
- Roth I. 1968.** Estructuras anatómicas de la corteza de algunas especies venezolanas de Anacardiaceae. *Acta Biológica Venezuelica* **6**: 146-159.
- Roth I. 1981.** *Structural patterns of tropical barks*. Encyclopedia of plant anatomy. Gebruder Borntraeger, Berlin.
- SAS Institute. 1989.** *SAS Procedures Guide Version 6.04*. SAS Institute Inc., Cary, North Carolina.
- Solereider H. 1908.** *Systematic anatomy of the dicotyledons*. Clarendon Press, Oxford.
- Terrazas T. 1988.** Anatomía sistemática de la madera del género *Tapirira* (Anacardiaceae) con énfasis en México. Tesis Maestría, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- Terrazas T, Wendt T. 1995.** Systematic wood anatomy of the genus *Tapirira* Aublet (Anacardiaceae)-a numerical approach. *Brittonia* **71**: 109-119.
- Trockenbrodt M. 1990.** Survey and discussion of the terminology used in bark anatomy. *IAWA Bulletin n.s.* **11**: 141-166.
- Trockenbrodt M, Parameswaran N. 1986.** A contribution to the taxonomy of the genus *Inga* Scop. (Mimosaceae) based on the anatomy of the secondary phloem. *IAWA Bulletin n.s.* **7**: 62-71.
- Van Wyk AE. 1985.** The genus *Eugenia* (Myrtaceae) in Southern Africa: structure and taxonomic value of bark. *South African Journal of Botany* **51**: 157-180.
- Venkaiah K, Shah JJ. 1984.** Distribution, development and structure of gum ducts in *Lannea coromandelica* (Houtt.) Merril. *Annals of Botany* **54**: 175-186.
- Wendt T, Mitchell JD. 1995.** A new species of *Tapirira* (Anacardiaceae) from the Isthmus of Tehuantepec, Mexico. *Brittonia* **71**: 101-108.
- Werker E, Fahn A. 1969.** Resin ducts of *Pinus halepensis* Mill. -their structure, development and pattern of arrangement. *Botanical Journal of the Linnean Society* **62**: 379-411.
- Zahur MS. 1959.** Comparative study of secondary phloem of 423 species of woody dicotyledons belonging to 85 families. *Cornell Experiment Station Memoir* **358**: 4-259.