

ANATOMÍA DE ALGUNAS ESPECIES DE TURNERÁCEAS

Anatomy of some species of Turneraceae

Ana María GONZÁLEZ y María Mercedes ARBO

Instituto de Botánica del Nordeste, Sargento Cabral 2131, Corrientes, Argentina.

RESUMEN

Se analizan anatómicamente algunas especies de los dos géneros de Turneraceae nativos de Venezuela: *Piriqueta* y *Turnera*. El trabajo incluye el análisis del indumento, los coléteres, los nectarios extraflorales, y la estructura de tallo primario, leño, hoja, flor y fruto. Se usó material conservado en FAA y en algunas especies se trabajó con material herborizado. El análisis se realizó con base a microscopía óptica y electrónica de barrido. Se encontraron tricomas glandulares microcapitados, capitados sésiles y setiformes. Los tricomas eglandulares son simples, unicelulares o pluricelulares uniseriados y porrecto-estrellados. Los coléteres presentes son del tipo estándar y sésil. Los nectarios extraflorales pueden ser elevados o planos. La excreción del néctar es transcuticular o por "poros". Se estudiaron los caracteres anatómicos de las hojas, incluyendo observaciones de la epidermis, posición y tipo de estomas, índice estomático, forma de las células epidérmicas, idioblastos epidérmicos, tipo de mesofilo, haces vasculares y vainas del haz. Con estas características se pueden identificar algunas especies de ambos géneros. El examen del tallo, tanto primario como secundario, no reveló diferencias sustanciales entre las especies analizadas. Se aporta información original de las características de este órgano. El análisis de los órganos reproductivos incluyó la anatomía de todas las piezas florales. El fruto puede tener superficie lisa, verrugosa o tuberculada, lo cual depende de la estructura del pericarpio. Se observaron cinco tipos de pericarpio, dos tipos corresponden a frutos lisos, y los restantes a frutos verrucosos o tuberculados. Los resultados obtenidos muestran que ciertos caracteres como indumento, anatomía foliar y del fruto son de mayor utilidad para diferenciar las especies de los géneros estudiados.

Palabras clave: Turneraceae, *Turnera*, *Piriqueta*, Anatomía, Indumento, Tallo primario, Leño, Hoja, Nectarios, Flor, Fruto

ABSTRACT

The anatomical study of some species of the Venezuelan genera of Turneraceae *Piriqueta* and *Turnera*, is presented. The paper includes the analysis of indumentum, colleters, extrafloral nectaries, and the structure of primary stem, wood, leaf, flower and fruit. Material conserved in FAA was used, some species were worked with herborized material. The analysis was made on the basis of optical and scanning electronic microscopy. Glandular trichomes types microcapitate, capitate sessile and setiform were found. The non-glandular trichomes are simple, either unicellular or pluricellular uniseriate and porrect-stellate. The colleters present are standard and sessile types. The extrafloral nectaries can be elevated or flattened. The excretion of the nectar is transcuticular or through "pores". The anatomical characters of the leaves were: epidermal cells, position and type of the stomata, stomatal index, epidermal idioblasts, type of mesophyll, veins and type of bundle sheaths. With these characteristics some species of both genera can be identified. The analysis of the primary and secondary

stem does not reveal substantial differences among the analysed species. Original information of the characteristics of this organ is provided. The analysis of the reproductive organs included the anatomy of all the floral pieces. The presence and combination of these characters, in addition to other features like fruit anatomy, allow the characterisation of different taxa in both genera. The fruit surface can be flat, warty or tuberculated, which depends on the structure of the pericarp. Seven pericarp types were observed, two types correspond to flat fruits, and the rest to warty or tuberculated fruits. The results show that certain characters like indument, foliar and fruit anatomy are of greater utility to differentiate the species from the studied genera.

Key words: Turneraceae, *Turnera*, *Piriqueta*, Anatomy, Indument, Primary stem, Wood, Leaf, Nectary, Flower, Fruit

INTRODUCCIÓN

Turneraceae es una familia principalmente tropical y subtropical que cuenta con diez géneros: *Erblichia* Seem., *Piriqueta* Aubl. y *Turnera* L., con representantes en América y África o Madagascar (Arbo 1993, 1995b); *Adenoa* Arbo, endémico de Cuba y seis géneros africanos (Arbo 1977, 1979, 2004). En Venezuela se encuentran representados los dos primeros géneros, con 29 especies, incluyendo 6 endémicas.

Turnera es el género más numeroso, con más de 100 especies americanas y dos africanas organizadas en nueve series (Urban 1883): Annulares, Anomalae, Capitatae, Leiocarpaceae, Microphyllae, Papilliferae, Salicifoliae, Stenodictyae y *Turnera*. *Piriqueta* presenta 44 especies americanas y una africana (Arbo 1995a).

El único estudio anatómico completo de la familia fue el realizado por Berger (1919), que describe con detalle la anatomía de la raíz, tallo, hoja, fruto y semilla de siete géneros, incluyendo siete especies de *Piriqueta* y 17 de *Turnera*. El leño de *T. odorata* y de otras especies fue analizado por Harms (en Solereder, 1986).

Los estudios anatómicos modernos se han realizado principalmente en *Turnera ulmifolia* y *T. subulata*. Elias *et al.* (1975) y Bahadur *et al.* (1985) estudiaron los nectarios y su composición química; Rao (1949) describió el origen del tubo calicino; Raju (1956) y Vijayaraghavan & Kaur (1966) analizaron el desarrollo del embrión y el tegumento seminal; el arilo fue estudiado detalladamente por Kloos & Bouman (1980) y Bahadur *et al.* (1981). En los trabajos taxonómicos se revisaron la morfología floral y la vegetativa (Arbo 1985, 1986, 1990, 1995a, 1997, 2000).

Un amplio estudio anatómico de *Piriqueta* y *Turnera* fue realizado por González (2000), del cual se han publicado algunos capítulos, por ejemplo coléteres (González 1998), nectarios extraflorales y anatomía floral (González 1993, 1996, 2001), e indumento (González & Arbo 2004).

El presente trabajo tiene por objetivo contribuir al conocimiento de las Turneraceae de Venezuela, a través del estudio anatómico de algunas especies de *Piriqueta* y *Turnera*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se trabajó, principalmente, con material extraído de ejemplares de herbario o coleccionado y mantenido bajo cultivo y posteriormente fijado en FAA (formaldehído, ácido acético, etanol 70%) o en glutaraldehído al 4% en amortiguador fosfato pH 7.2. Los ejemplares comprobantes de la identificación

están depositados en el Herbario del Instituto de Botánica del Nordeste (CTES) y fueron identificados por la segunda autora; el colector, número de colector y procedencia de la muestra se indican en la [Tabla 1](#).

Tabla 1. Lista de especies analizadas.

	Especie	Procedencia, colector y número de colector
<i>Piriqueta</i>	<i>Piriqueta cistoides</i> (L.) Griseb. subsp. <i>caroliniana</i> (Walter) Arbo *	Brasil: Bahía, Iaçu, ponte sobre o Río Paraguaçu, Hatschbach <i>et al.</i> 56981.
	<i>Piriqueta gutariensis</i> N.E.B.	Brasil: Bahía, Municipio Feira do Santana, Campus da UEFS, Crepaldi 2.
	<i>Piriqueta racemosa</i> (Jacq.) Sweet *	Brasil: Bahía, 1 km N de Baixa Grande, Krupovickas <i>et al.</i> 38807 bis.
<i>Turnera</i>		
Serie Annulares	<i>Turnera odorata</i> Richard.	Venezuela: Estado Bolívar, Municipio Autónomo Piar, El Frío, parcelas de regeneración, Rosales & Briceño 254.
Serie Leiocarpaceae	<i>Turnera guianensis</i> Aubl.	Guyana: Rupununi, Distrito Manari, 3°26' Lat. N, 59°26' Long. O, Jansen-Jacobs <i>et al.</i> 4389.
Serie Salicifoliae	<i>Turnera pumilea</i> L. *	Brasil: Piauí, 3 km W de Oeiras, Krupovickas <i>et al.</i> 38624 bis.
	<i>Turnera steyermarkii</i> Arbo *	Venezuela: Amazonas, Laja Suiza, Río Guasacavi, 3.5 km SSW de Santa Cruz, 3°14' Lat. N, 67°24' Long. O, Berry <i>et al.</i> 5856.
Serie Stenodictyae	<i>Turnera acuta</i> Willd. ex Schult.	Perú: Departamento Loreto, Mainas, Iquitos, Puerto Almendras. Vázquez & Jaramillo 10236. * Venezuela: Amazonas, Municipio Autana, Río Cuao, entre Raudal del Danto y Caño la Raya. 04°54' - 05°03' Lat. N, 67°34' - 67°46' Long. O, Castillo A. 5476.
	<i>Turnera castilloi</i> Arbo	Venezuela: Territorio Federal Amazonas, Departamento Atures, Puerto Ayacucho, bosque húmedo del río Cataniapo, comunidad de las Pavas, 06°25' Lat. S, 67°25' Long. O, Castillo A. 1525.
	<i>Turnera longipes</i> Triana ex Urb.	Venezuela: Yaracuy, Cumbre Gamelotal, 4.3-11 km N of Salom of road Salom to Candelaria. 10°15' Lat. N, 68°29'30" Long. O, Mori S., Holmgren N. & J. Steyermark 14586.
	<i>Turnera macrophylla</i> Urb.	Brasil: Amazonas, Municipio Humaitá, estrada Humaitá-Lábrea, km 77, Igarapé na beira da estrada, Teixeira L.O.A. <i>et al.</i> 1077.
Serie Turnera	<i>Turnera scabra</i> Millsp. *	México: Chiapas, Catzaja, Breedlove 47230.
	<i>Turnera subulata</i> Smith *	Brasil: Maranhão, São Luis, Arbo M.M. 2410.

* Material colectado en campo o mantenido bajo cultivo y preservado en fijadores histológicos.

Para la observación con microscopía óptica se utilizó un microscopio Leica DM LB2 equipado con tubo de dibujo y cámara digital Canon Power Shot S50. Se elaboraron preparados permanentes utilizando deshidratantes histológicos (Gonzalez & Cristóbal 1997); la infiltración en parafina se realizó según la técnica tradicional (Johansen 1940). El material fue seccionado con micrótopo rotativo de manera seriada de 8-10 mm de espesor, coloreando las secciones con safranina-astra blue (Luque *et al.* 1996) y se montaron con bálsamo de Canadá sintético.

Los recuentos estomáticos se llevaron a cabo en cortes paradermales de 6-8 μ m de espesor, el índice estomático se calculó de acuerdo a la fórmula $S/E + S$, donde S = número de estomas por unidad de área y E = número de células epidérmicas de dicha área (Salisbury 1927). Se realizaron pruebas histoquímicas para determinar carbonato y oxalato de calcio en hojas (Johansen 1940).

Adicionalmente, se analizó con microscopía electrónica de barrido la superficie foliar (indumento, estomas y nectarios foliares) y algunos órganos florales como óvulos y estigmas del material fijado ([Tabla 1](#)). Se procedió a la deshidratación acetónica y secado a punto crítico con CO₂. Se cubrió la muestra con oro u oro-paladio. Las observaciones se realizaron con el equipo JEOL 5800 LV del Servicio de Microscopía Electrónica de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE). Las ilustraciones fueron elaboradas por la primera autora (dibujos y fotos con microscopía óptica y electrónica).

RESULTADOS

Indumento

En las especies de *Piriqueta* y *Turnera* analizadas el indumento está formado por tricomas glandulares y eglandulares ([Tabla 2](#)).

Tabla 2. Tricomas. Hoja (h), cáliz (k), ovario (o), tallo (t), primordio foliar (pf).

	Glandulares			Eglandulares		
	Micro capitados	Setiformes	Capitadosésiles	Simples		
				Uni-celulares	Pluri-celulares	Porrecto-estrellados
<i>P. cistoides</i>	h, t			t, o		t, h, k
<i>P. guianensis</i>		t, h, k, o		t, o	t	t, h, k
<i>P. racemosa</i>	h, t			t, o	t	t, h, k
<i>T. acuta</i>	h			h, t, k, o	t	
<i>T. castilloi</i>	h, t			h, t, k, o	t	
<i>T. guianensis</i>				k, o		
<i>T. longipes</i>	h, t			h, t, k, o		
<i>T. macrophylla</i>				h, t, k, o		
<i>T. odorata</i>			h, t	h, t, k, o		
<i>T. pumilea</i>	h, k, t, o			h, t, k, o		
<i>T. scabra</i>	h, t			h, t, k, o		
<i>T. steyermarkii</i>	pf			h, t, o, k		
<i>T. subulata</i>	h, t			h, t, k, o		

Se encontraron tres variantes de tricomas glandulares de acuerdo a la forma del pie, forma de la cabezuela y longitud del pedículo: microcapitado, capitado sécil y setiforme.

Los tricomas microcapitados poseen un pie uni-bicelular y un pedículo bitriseriado formado por 5-10 células de altura; la cabezuela está constituida por 1-3 células, que frecuentemente colapsan en la madurez, quedando solamente la cutícula cubriendo los restos celulares. El pie es de igual o menor diámetro que el cuerpo del tricoma, la cabezuela puede ser de diámetro igual, menor o ligeramente mayor que el pedículo, por lo que la forma del tricoma varía entre las distintas especies, pudiendo ser cilíndrica, claviforme o en forma de botella ([Fig. 1a](#)).

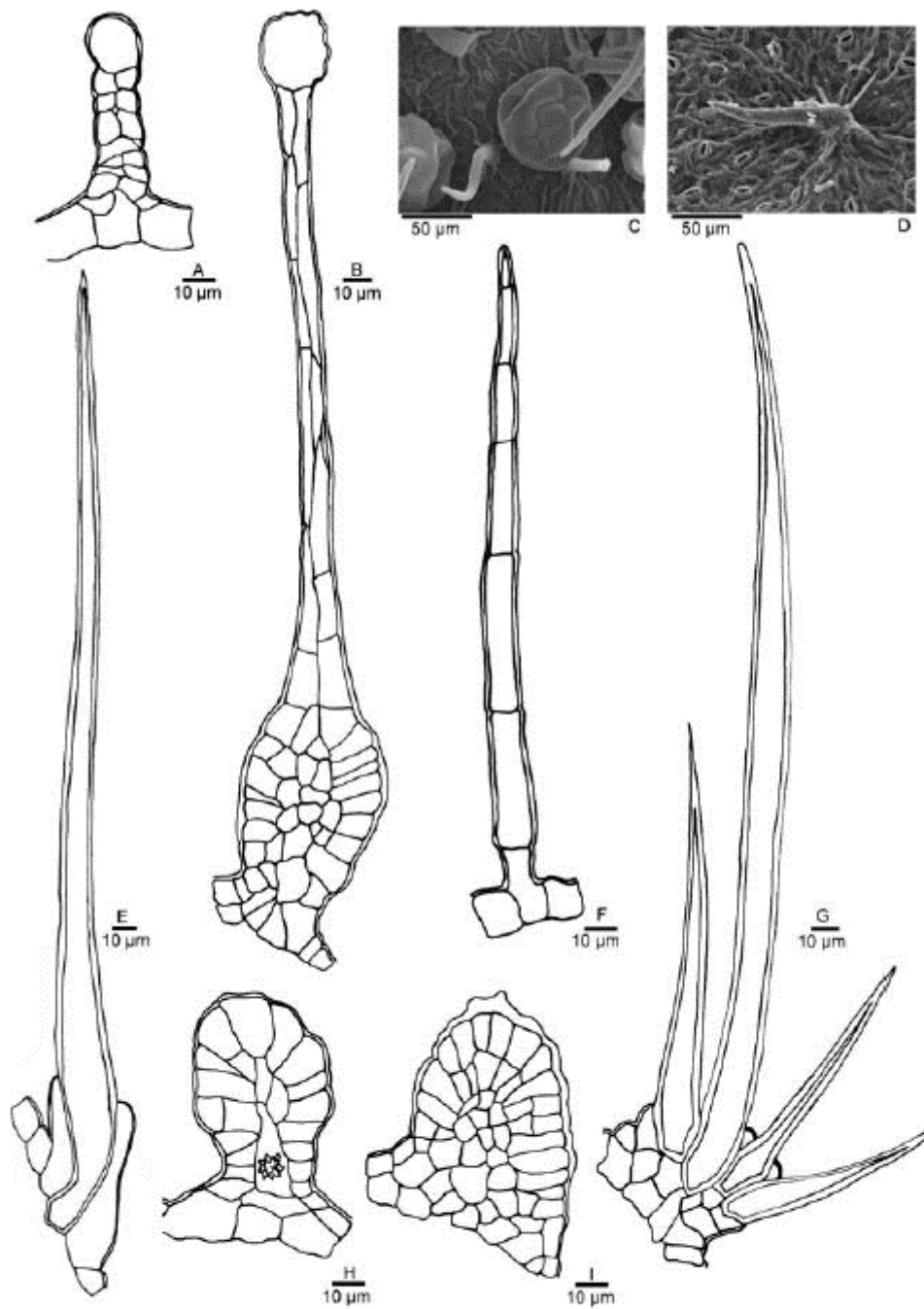


Fig. 1. Indumento y coléteres. a. *T. pumilea*, tricoma microcapitado. b. *P. guianensis*, tricoma setiforme. c. *T. odorata*, tricoma capitado-sésil. d. *T. acuta*, tricoma simple unicelular. e. *T. pumilea*, tricoma simple unicelular. f. *P. guianensis*, tricoma simple pluricelular. g. *P. cistoides*, tricoma porrecto-estrellado. h. *T. pumilea*, coléter estándar. i. *T. acuta*, coléter sésil.

Los tricomas setiformes presentan un pedestal bulboso multicelular, un pedículo uni- biseriado y una cabezuela generalmente unicelular y muy frágil (Fig. 1b).

Los tricomas capitados sésiles tienen pie estrecho biseriado, pedículo muy corto, de 1-2 células de altura, bi-triseriado, con una prominente cabezuela pluricelular, donde las células más o menos globosas se disponen sin orden aparente, la porción distal de la misma puede tener 15-18 células en transcorte. A la madurez, las células de la cabezuela se destruyen progresivamente desde el ápice hacia la base

y la cabezuela queda formada por una bolsa cuticular, la cual conserva el relieve original de las células ([Fig. 1c](#); 2m).

Los tricomas eglandulares son de los siguientes tipos: simples unicelulares, pluricelulares uniseriados y porrecto-estrellados.

Simples unicelulares, están formados por una sola célula de paredes gruesas, lignificadas, lisas o labradas ([Fig. 1d, e](#)). Estos tricomas pueden ser erectos o antrorsos.

Pluricelulares uniseriados, están formados por una fila de 2 a 5 células de altura, con paredes delgadas, frecuentemente labradas ([Fig. 1f](#)).

Porrecto-estrellados, son pelos estrellados con un brazo central de mayor longitud, rodeado de una corona de brazos laterales; cada brazo es unicelular o pluricelular uniseriado y de paredes lignificadas ([Fig. 1g](#)).

Piriqueta posee dos tipos de tricomas glandulares: microcapitados y setiformes. Los primeros se encuentran en órganos vegetativos como tallo, hoja y pueden llegar hasta el pedúnculo y pedicelo floral. En cambio los tricomas setiformes se encuentran incluso en la cara externa del cáliz y del ovario, acompañados por tricomas simples unicelulares. En *P. racemosa* los tricomas porrecto-estrellados pueden tener los brazos laterales unicelulares con paredes lisas y/o pluricelulares uniseriados con paredes labradas en el mismo tricoma.

La distribución de los tricomas en *Turnera* se muestra en la [Tabla 2](#). *T. Odorata* presenta tricomas glandulares capitado-sésiles, más frecuentes en la epidermis abaxial de las hojas ([Fig. 2m](#)). Los tricomas simples unicelulares se encuentran en ambas epidermis de las hojas. *T. guianensis* posee tallo y hojas glabras, presenta pelos simples sólo en la cara interna del tubo floral y a veces en la región apical del ovario. *T. pumilea* tiene tricomas microcapitados ([Fig. 1a](#)) y simples unicelulares distribuidos por toda la planta. En el tallo de *T. acutay T. Castilloi* se observan micropelos simples de 100 µm de largo o menos ([Fig. 1d](#)). *T. Steyermarkii* presenta tricomas simples unicelulares, pero carece de tricomas glandulares en los órganos adultos, sólo pueden observarse tricomas microcapitados en primordios foliares muy jóvenes.

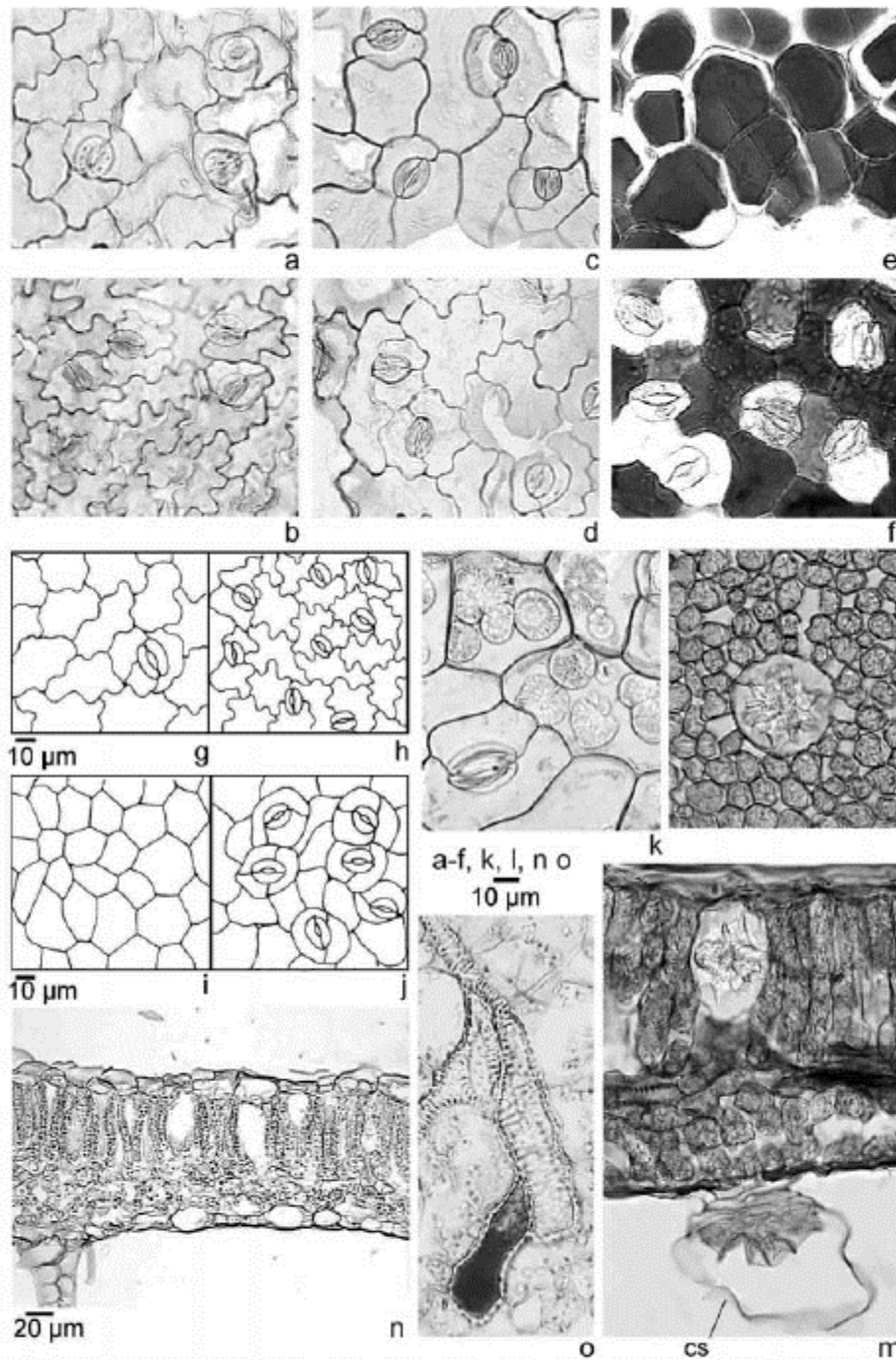


Fig. 2. Anatomía foliar. a-b. *P. cistoides*. c-d. *T. pumilea*. e-f. *T. steyermarkii*. g-h. *P. racemosa*. i-j. *T. odorata*. k. *T. guianensis*. a, c, e, g, i, k: epifilo; b, d, f, h, j: hipofilo. l, m. *T. odorata*; l. Corte paradermal del mesófilo mostrando idioblasto con drusa; m. Transcurso de hoja con tricoma glandular capitado-sésil (cs). n. *T. pumilea*, transcurso de hoja. o. *T. steyermarkii*, traqueoides en corte paradermal.

Los coléteres son abundantes en las partes jóvenes de la planta, principalmente en los bordes de primordios foliares y profilos, sobre los dientes o crenas de las hojas, también pueden reemplazar a profilos y estípulas. Pueden estar solitarios o en grupos de 2-4. En las especies estudiadas se observaron coléteres de los tipos estándar y sésiles. Los estándar son cilíndricos o claviformes con base estrecha, ápice redondeado, una epidermis en empalizada 1(-2)-estratificada se dispone radialmente sobre el eje central cilíndrico o cónico ([Fig. 1h](#)). Los coléteres sésiles se

diferencian por ser hemisféricos, pequeños, pero con eje central conoidal o hemisférico (Fig. 1i).

En las especies analizadas de *Piriqueta* sólo se observaron coléteres tipo estándar. *Turnera* presenta coléteres tipo estándar en casi todas las especies, la única excepción es *T. acuta* con coléteres tipo estándar en los bordes de los profilos y en los dientes apicales de las hojas y coléteres sésiles en los bordes de los profilos y también en la zona en que los profilos se separan del receptáculo floral (Fig. 1i).

Hojas

Las hojas de la mayoría de las especies estudiadas de ambos géneros poseen lámina entera, más o menos amplia, con venación pinnada bien desarrollada. *T. guianensis* tiene lámina linear, o con tendencia a acicular, de bordes serrulados o subenteros; el sistema vascular está limitado a una vena principal y unas pocas venas laterales de escaso desarrollo.

La distribución de los caracteres anatómicos estudiados en las especies se encuentra en la Tabla 3.

Tabla 3. Anatomía foliar. Epidermis superior (e), epidermis inferior (i), anfiestomática (a), hiposestomática (h), dorsiventral (dors), vaina tanífera (t), vaina parenquimática (p), vaina esclerenquimática (f), carácter presente (x), carácter ausente (-).

Especies	Paredes anticlinales de las células epidérmicas		Estomas					Índice estomático Epidermis superior/ Epidermis inferior	Meso filo	Vaina del haz	Sus tancias tánicas	Mucilago
	rectas	onduladas	sinuosas curvas en Ω	anomocíticos	paracíticos	anisocíticos	Anfiestomática/ hiposestomática					
<i>P. cistoides</i>		e	i	i	-	e	a	8/23,5	dors.	t	-	x
<i>P. guianensis</i>		e	i	i	e	-	a	18/20	dors.	t	-	x
<i>P. racemosa</i>		e	i	i	-	e	a	5/23	dors.	t	-	x
<i>T. odorata</i>	efi			i	-	-	h	-/16	dors.	t	-	-
<i>T. guianensis</i>	efi			i	e	-	a	16/16	dors.	t	-	-
<i>T. pumilea</i>	e		i	i/e	-	-	a	18/23	dors.	p	-	-
<i>T. steyermarkii</i>	efi			i	-	-	h	-/22	dors.	f/t	x	x
<i>T. acuta</i>	efi			i	-	-	h	-/17	dors.	f	x	-
<i>T. castilloi</i>	efi			i	-	-	h	-/15	dors.	f/t	x	-

La epidermis es uniseriada en todas las especies. Las células epidérmicas propiamente dichas muestran diferentes diseños en sus paredes anticlinales que pueden ser rectas o suavemente curvas (Fig. 2c, e-f, i-j), onduladas con ondas amplias en forma de "U" (Fig. 2g), o sinuosas, con curvas pronunciadas en forma de "Ω" (Fig. 2 a-b, d, h). Se observaron estomas anomocíticos, rodeados por 2-5 células epidérmicas (Fig. 2b, g, h, j), ocasionalmente paracíticos (Fig. 2c, k), o anisocíticos (Fig. 2a, c, q).

Idioblastos epidérmicos. Se observaron células de contenido aparentemente mucilaginoso con la cara tangencial interna hemisférica y encastrada entre las células del mesofilo. Se encontraron esferocristales, esféricos o hemisféricos radialmente ordenados, refringentes con luz polarizada, presentes en ambas epidermis; se forman contra alguna de las paredes, en número de 1 a 5 por célula ([Fig. 2k](#)); las pruebas histoquímicas para carbonato y oxalato de calcio no dieron resultados positivos.

Las células epidérmicas con contenido tanífero son muy abundantes en algunas especies ([Fig. 2e-f](#)), su disposición puede ser homogénea o irregular.

El mesofilo fue dorsiventral en todas las especies analizadas; el parénquima en empalizada posee una o dos capas con células de paredes anticlinales rectas o ligeramente onduladas. El parénquima lagunoso tiene células irregularmente poliédricas o con brazos muy cortos, los espacios intercelulares no están muy desarrollados ([Fig. 2m, n](#)).

Haces vasculares colaterales, cerrados, están rodeados por una vaina que varía en las distintas especies ([Tabla 3](#)), que puede ser parenquimática, tanífera o esclerenquimática formada por fibras perifloemáticas de paredes muy gruesas y lignificadas, con puntuaciones simples.

Traqueoides, son células imperforadas esferoidales, ovoides, elipsoidales o con ligeras protuberancias, las paredes son lignificadas, espiraladas o reticuladas ([Fig. 2o](#)). Su distribución es terminal: están asociados al xilema, como elementos finales de cada hacecillo. Generalmente se encuentran en las vénulas 1-4 elementos terminales y en los dientes o crenas están formando agregados muy numerosos.

Piriqueta, el índice estomático varía muy poco entre ambas caras de la lámina de *P. guianensis*, la diferencia se amplía notablemente en las otras dos especies estudiadas, en el mesofilo el clorénquima en empalizada posee una sola capa de células, el clorénquima lagunoso tiene espacios intercelulares inconspicuos. Las drusas pueden estar distribuidas por todo el mesofilo o encontrarse en mayor cantidad en el parénquima lagunoso.

T. odorata: mesofilo con drusas ubicadas en grandes idioblastos en el parénquima en empalizada ([Fig. 2l-m](#)).

T. guianensis: esta especie se distingue de todas las demás por la presencia de esferocristales en la epidermis ([Fig. 2k](#)).

T. acuta posee idioblastos taníferos y cristalíferos en el parénquima en empalizada. *T. castilloi* la única especie en la cual la cutícula de la epidermis adaxial alcanza 10 µm de espesor. En estas dos últimas especies hay abundantes células epidérmicas taníferas de disposición irregular, dibujando máculas que son visibles en las hojas secas, con microscopio estereoscópico. Estas máculas fueron mencionadas por Solereder (1986) para *T. acuta*.

Nectarios extraflorales

En las especies estudiadas los nectarios extraflorales (NEF) se ubican a ambos lados del pecíolo, en la unión con la lámina foliar, desplazados sobre el margen de la lámina o en el extremo de los dientes o crenas; pueden estar orientados lateralmente o hacia el envés de la hoja, menos frecuentemente hacia la haz. En contadas especies los NEF se ubican sobre la lámina foliar, en el envés. Lo habitual es la presencia de un par de NEF, pero su número varía de 2 a 6 por hoja, algunos

se ubican sobre pequeñas expansiones de la lámina, la mayoría son sésiles, algunos son brevemente pedicelados.

Son cupuliformes o discoideos, circulares o elípticos, pueden estar notablemente elevados de la superficie o ser planos y estar parcialmente embebidos en la lámina; su diámetro es variable: 0,3 mm para los más pequeños y hasta 1,8-2 mm para los mayores.

Los NEF discoideos presentan una superficie secretora plana a convexa, sin reborde notable ([Fig. 3a-b, e](#)), mientras que los cupuliformes poseen reborde elevado y tienen una zona central generalmente deprimida, menos frecuentemente elevada y convexa ([Fig. 3f, k](#)). El reborde en ambos casos puede ser glabro o pilosísculo.

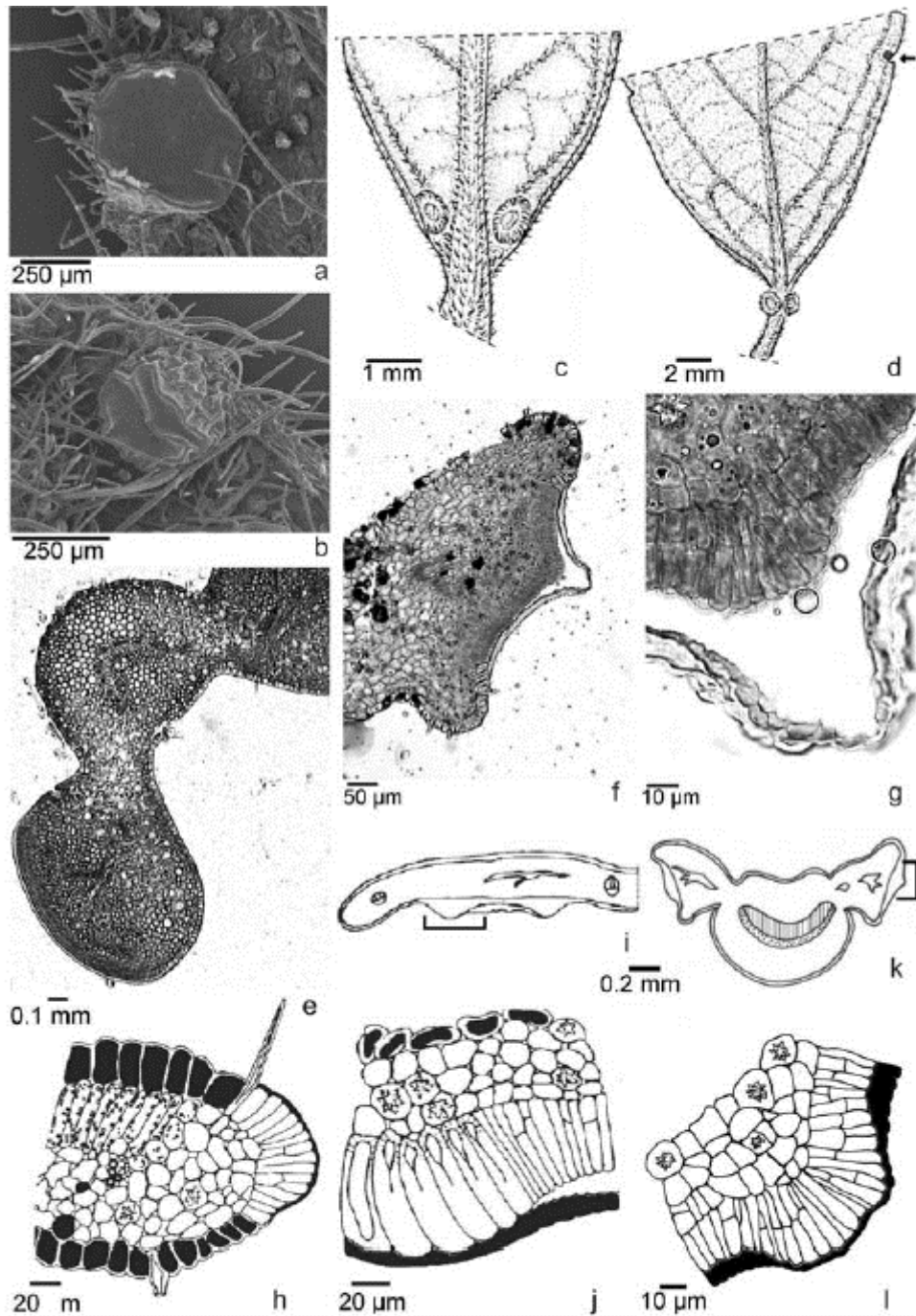


Fig. 3. Nectarios extraflorales. a-b. *T. odorata*. c. *T. longipes*. d. *T. macrophylla*. e. *T. acuta*, transcorte de pecíolo y NEF. f-g. *T. subulata*, transcorte de NEF y detalle del poro. h. *T. steyermarkii*, detalle del NEF marginal. i-j. *T. castilloi*, esquema del transcorte de la lámina foliar y detalle del NEF. k-l. *T. scabra*, esquema del transcorte de pecíolo y detalle del poro.

Piriqueta, las especies estudiadas carecen de nectarios extraflorales.

T. subulata (Fig. 3f) y *T. scabra* (Fig. 3k) presentan NEF cupuliformes. La salida del néctar se produce por un "poro" situado en la depresión central (Fig. 3g, l).

T. pumilea: los NEF son marginales, orientados hacia el envés de la hoja.

T. odorata ([Fig. 3a-b](#)) posee 1 o 2 pares de NEF marginales en la base de la lámina, sobre la cara abaxial. Presentan una epidermis glandular en empalizada, uniestratificada, sin poro ni interrupciones, la cutícula es muy gruesa pero se adelgaza y se separa en la zona central. El haz vascular tiene numerosos traqueoides.

T. longipes ([Fig. 3c](#)) es una de las pocas especies del género que presenta NEF sobre el envés foliar, en la base de la lámina, poseen reborde prominente y piloso y un poro central.

T. steyermarkii ([Fig. 3h](#)) el margen de la lámina posee NEF que no sobresalen y están orientados lateralmente. La epidermis glandular es unistrata en la periferia y bistrata en el centro; la cutícula puede presentar una cuña en el centro, no se observaron poro ni traqueoides.

T. macrophylla ([Fig. 3d](#)) y *T. acuta* ([Fig. 3e](#)) poseen de 2 a 4 NEF en la unión del pecíolo y lámina, orientados lateralmente; a veces presenta además pequeños NEF circulares en las escotaduras de las crenas, orientados hacia el envés. No poseen poros, tienen cutícula gruesa sobre la epidermis glandular en empalizada, uniestratificada. Los bordes están formados por células epidérmicas cuadrangulares. Los NEF ubicados en el pecíolo tienen un haz vascular; en los NEF de la lámina los haces vasculares del mesofilo corren inmediatamente por encima del nectario, un pequeño hacecillo puede ingresar al parénquima glandular del NEF, pero no presentan traqueoides.

T. castilloi presenta un par de NEF subesféricos en la porción apical del pecíolo; posee además pequeños NEF superficiales en el envés foliar ([Fig. 3i](#)), cerca de las escotaduras de la lámina, son redondeados, tienen una ligera depresión central, sin poros. Están formados por una epidermis secretora en empalizada, pluriestratificada, de 2 a 4 capas de espesor; los bordes del NEF están constituidos por macrosclereidas columnares, las paredes laterales y la tangencial externa están más engrosadas, solo tienen puntuaciones simples en la mitad inferior; el lumen está casi totalmente obliterado. Todo el NEF se halla cubierto por una cutícula muy gruesa. En el parénquima subepidérmico hay numerosas drusas ([Fig. 3j](#)).

Tallo

El tallo es de contorno circular o elíptico en la mayoría de las especies. La epidermis es uniseriada, puede tener algunas o todas las células taníferas o carecer por completo de sustancias tánicas ([Fig. 4b-c](#)). Los estomas son anomocíticos, pueden ubicarse al mismo nivel de las células epidérmicas, ligeramente elevados o hundidos, con cámaras subestomáticas muy pequeñas. Cutícula lisa, delgada o de hasta 10-12 μm de espesor.

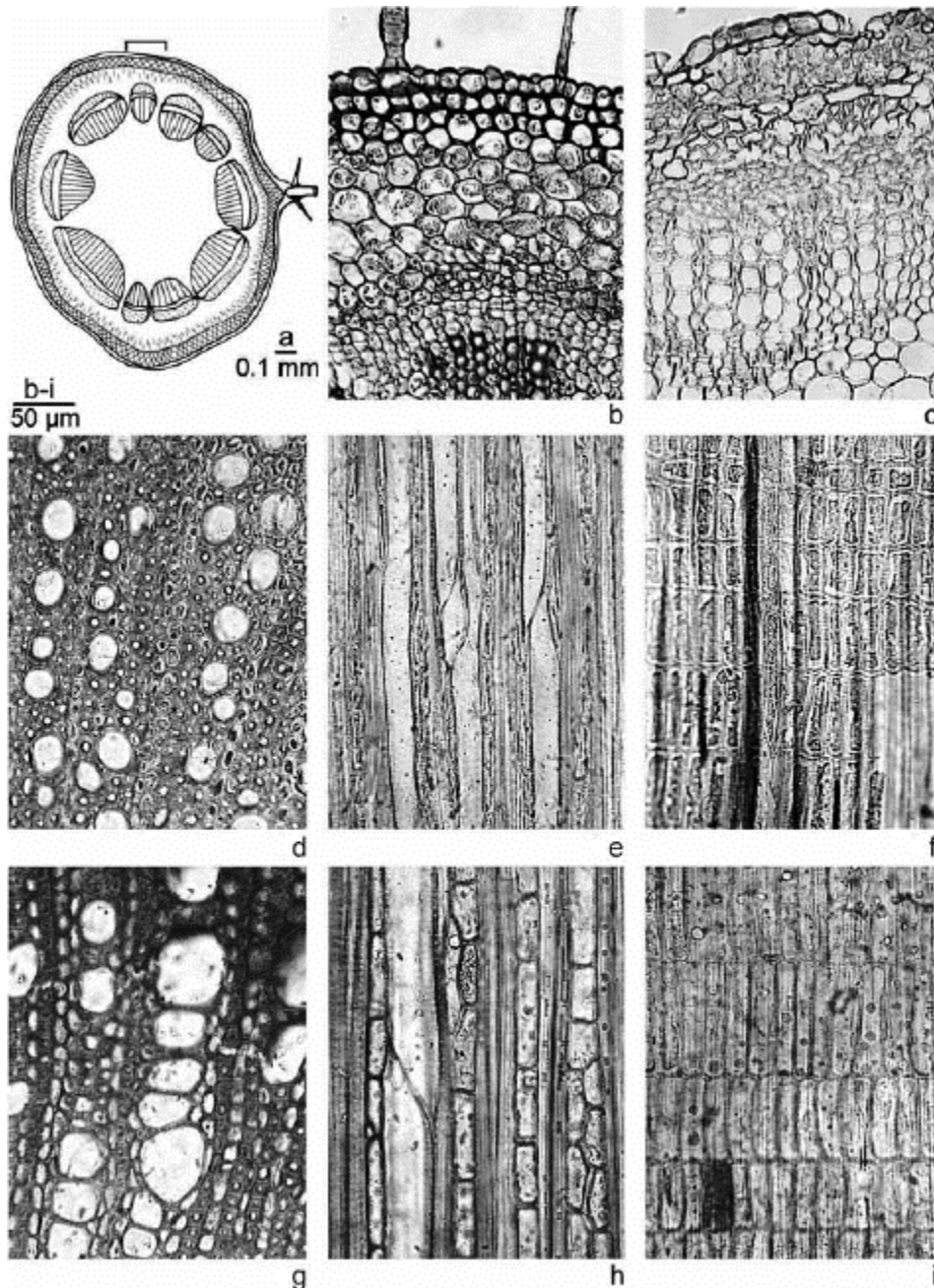


Fig. 4. Anatomía de tallo primario y secundario. a-b. *P. racemosa* y c. *P. guianensis*, corte transversal de tallo primario. d-f. *T. odorata* y g-i. *T. acuta*, leño. d, g. Corte transversal. e, h. Corte longitudinal tangencial. f, i. Corte longitudinal radial.

El córtex está formado de afuera hacia adentro por: 1-2 capas de colénquima tangencial, parénquima clorofiliano de células redondeadas a irregulares en corte transversal; hacia el interior se encuentra parénquima fundamental con granos de almidón y drusas ([Fig. 4b-c](#)).

El sistema vascular primario es una sifonostela ectofloica, abierta por la presencia de cámbium, o una eustela con haces colaterales abiertos ([Fig. 4a](#)). El floema posee miembros de tubos cribosos con placas cribosas simples y abundantes células parenquimáticas, puede presentar casquetes perifloemáticos taníferos o esclerenquimáticos formados por fibras ([Fig. 4c](#)). El xilema presenta miembros de vasos predominantemente anillados a escalariformes, ubicados en hileras radiales separados por hileras de células parenquimáticas. La médula es parenquimática,

está formada por células de paredes celulósicas engrosadas, pueden tener drusas e idioblastos taníferos.

Piriqueta guianensis presenta un estrato fibroso perifloemático ([Fig. 4a](#)). La médula tiene células parenquimáticas de paredes secundarias.

Turnera pumilea no presenta taninos ni casquetes perifloemáticos. En *T. steyermarkii* hay casquetes perifloemáticos taníferos por dentro y fibrosos por fuera, *T. acuta* posee epidermis tanífera y casquetes perifloemáticos fibrosos.

Leño

Se estudió el leño de *Turnera acuta* y *T. odorata* por ser las únicas que presentan estructura secundaria; sus características se enumeran en la [Tabla 4](#). El cambium vascular se ubica de manera normal entre xilema y floema; consta de dos a cuatro capas de células aplanadas tangencialmente, de citoplasma claro, vacuolizado. En corte longitudinal las células fusiformes presentan los extremos solapados.

Tabla 4. Anatomía del leño.

Especies	Diámetro tangencial interno vasos (µm)		Vasos/mm ²		Longitud de vasos (µm)		Longitud de fibras (µm)		Radios/mm	
	promedio	rango	promedio	rango	promedio	rango	promedio	rango	promedio	rango
<i>T. odorata</i>	29,0	23-34,5	65,6	48-88	345,6	273-494	766,9	601-1.068	22,5	19-25
<i>T. acuta</i>	45,3	33-67,0	26,0	12-36	500,9	340-696	1.119	757-1.456	20,3	16-23

Anillos de crecimiento ausentes, porosidad difusa, vasos solitarios y en hileras radiales ([Fig. 4d, g](#)), con placa de perforación simple ([Fig. 4e](#)), puntuaciones areoladas opuestas y alternas en diferentes miembros de vasos de la misma especie, diminutas a pequeñas, entre 2.5 y 9 mm.

Fibras libriformes de paredes gruesas a muy gruesas ([Fig. 4h](#)), con lumen prácticamente obliterado en las de mayor grosor, siendo más largas las de *T. acuta*.

Parénquima axial ausente o muy raro. Radios uniseriados ([Fig. 4e](#)) y 1-3 seriados ([Fig. 4h](#)), de más de 1 mm de altura y composición variable en corte longitudinal radial: filas de células erectas de diferente altura ([Fig. 4i](#)) o algunas filas de células cuadradas ([Fig. 4f](#)). En transcorte se encuentran ≥ 12 radios/mm en promedio.

Flor

Las flores de ambos géneros son hermafroditas, pentámeras, actinomorfas, frecuentemente heterostilas, solitarias o reunidas en pequeñas inflorescencias. Las características anatómicas de las especies analizadas se encuentran en la [Tabla 5](#).

Tabla 5. Anatomía floral. Carácter presente (x), carácter ausente (-), material no disponible para estudio (--).

Especies	Corona	Pedúnculo	Pedicelo	Profilos	NF	ovario
<i>P. cistoides</i>	x	libre	articulado	reducidos	tubo	súpero
<i>P. guianensis</i>	x	libre	articulado	reducidos	tubo	súpero
<i>P. racemosa</i>	x	libre	articulado	reducidos	tubo	súpero
<i>T. acuta</i>	-	libre	-	desarrollados	tubo	semi-ínfero
<i>T. castilloi</i>	-	libre	-	desarrollados	--	--
<i>T. guianensis</i>	-	adnato al pecíolo	-	desarrollados	--	--
<i>T. longipes</i>	-	libre	-	desarrollados	--	--
<i>T. macrophylla</i>	-	libre	-	desarrollados	--	--
<i>T. pumilea</i>	-	adnato al pecíolo	-	desarrollados	estaminal	súpero
<i>T. steyermarkii</i>	-	ausente	-	desarrollados	tubo	súpero
<i>T. scabra</i>	-	adnato al pecíolo	-	desarrollados	bn	semi-ínfero
<i>T. subulata</i>	-	adnato al pecíolo	-	desarrollados	bn	semi-ínfero

El pedúnculo floral puede estar libre, adnato al pecíolo (flores epifilas) o ausente, en ese caso las flores son sésiles. Los profilos se encuentran formados por una epidermis uniseriada, tanífera o no, y un parénquima homogéneo con drusas y cloroplastos, la vascularización varía acorde al tamaño que alcancen.

Pedúnculo, pedicelo y receptáculo: epidermis uniseriada, tanífera o no, cutícula delgada, lisa o estriada; estomas anomocíticos escasos; parénquima con cloroplastos y granos de almidón, con paredes ligeramente engrosadas en las capas subepidérmicas, las capas más profundas presentan paredes delgadas y mayor cantidad de espacios intercelulares, abundantes drusas, especialmente en la médula, cerca de la base del ovario. Sistema vascular formado por una sifonostela ectofloica o una eustela de hacillos colaterales; xilema constituido por escasos elementos traqueales, generalmente anillados y espiralados, floema con abundantes células parenquimáticas, algunas especies presentan casquete tanífero perifloemático. La articulación entre pedúnculo y pedicelo se distingue por presentar tejido de absición, el cual ya está formado en los pimpollos, está compuesto por células parenquimáticas más pequeñas, los haces son más estrechos y el casquete perifloemático se halla interrumpido ([Fig. 5a, b](#)).

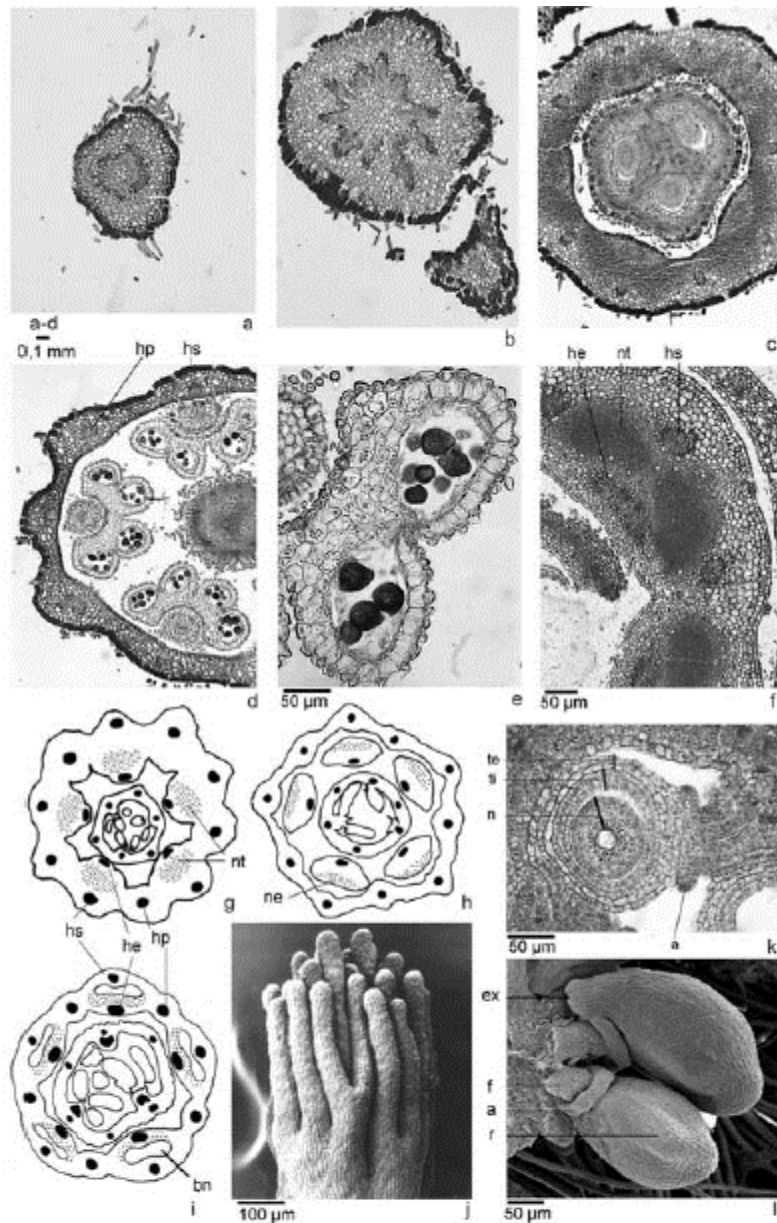


Fig. 5. Anatomía floral. a-e. *T. steyermarkii*. a. Transcorte de pedicelo. b. transcorte de receptáculo floral y perfilo. c. Corte transversal de tubo floral/ovario. d. Corte tubo periántico/antenas/ápice ovárico. e. Detalle del transcorte de una teca. f. *T. acuta*, tubo floral con nectario. g-i. Esquemas de cortes transversales de flor mostrando los nectarios florales (zona punteada); g. *P. cystoides*, nectarios florales del tubo (nt); h. *T. pumilea*, nectarios estaminales (ne); i. *T. scabra*, bolsillos nectaríferos (bn). j. *P. racemosa*, estigma de botón floral (MEB). k. *T. steyermarkii*, óvulo en corte transversal. l. *T. subulata*, óvulos (MEB). Abreviaturas: (a) arilo; (ex) exóstoma; (f) funículo; (he) hacecillo estaminal; (hp) hacecillo petalar; (hs) hacecillo sepalar; (n) nucela; (r) rafe; (te) tegumento externo; (ti) tegumento interno.

Tubo floral formado por la soldadura de las porciones basales de las piezas del cáliz, corola y androceo en diferente grado (Fig. 5c). Los filamentos estaminales pueden estar adnatos por sus bordes o por su cara externa; cuando se separan, los sépalos y pétalos soldados forman un tubo periántico, a veces por un corto trecho (Fig. 5d). El tubo floral presenta contorno circular o con 10 costillas en correspondencia con los haces vasculares que presenta, 5 sépalos y 5 pétalos. La epidermis externa carece de estomas o son escasos, la pared del tubo está formada por parénquima clorofiliano en las capas externas y parénquima fundamental con

numerosas drusas hacia el interior; la epidermis interna presenta estomas sólo en correspondencia con los nectarios.

Nectarios florales (NF), están interpuestos entre los haces de sépalos y filamentos estaminales ([Fig. 5f](#)); en el interior del receptáculo, inmediatamente después de la separación de los haces del complejo sépalo-estaminal aparece entre ambos tejido nectarífero, que aumenta de volumen a medida que las trazas se separan. La superficie del tejido nectarífero presenta estomas, probablemente para la salida del néctar. La estructura de los nectarios varía en las diferentes especies ([Tabla 5](#)), reconociéndose los siguientes tipos:

- Nectarios florales del tubo, cuando los filamentos estaminales están soldados por su cara externa a la base de los sépalos el tejido nectarífero se continúa por el tubo periántico formando protuberancias en correspondencia con los sépalos o extendiéndose por toda la cara interna del tubo ([Fig. 5c, f, g](#)).

Nectario floral estaminal, los filamentos estaminales están soldados por su cara externa a la base de los sépalos y el tejido nectarífero se continúa en la cara externa de los filamentos estaminales cuando éstos se liberan ([Fig. 5h](#)).

- Bolsillo nectarífero, se forma al soldarse el filamento estaminal por sus bordes a la uña de los pétalos, dejando una cavidad interpuesta entre el filamento y sépalo ([Fig. 5i](#)), el tejido glandular está limitado a la cara externa del filamento estaminal.

Cáliz gamosépalo y pentalobulado. Cada lóbulo presenta externamente tres costillas correspondientes a los haces principales, también hay numerosas venas de menor tamaño, derivadas de los haces principales. La epidermis abaxial está frecuentemente cubierta de pelos, es uniseriada y generalmente tanífera, tiene células grandes y estomas anomocíticos con cámaras pequeñas. El parénquima posee cloroplastos y drusas, es compacto hacia la cara adaxial y con abundantes espacios intercelulares hacia la cara abaxial. Haces vasculares frecuentemente con casquetes taníferos. La epidermis interna de los lóbulos es glabra, de células pequeñas con paredes radiales onduladas y cutícula delgada.

Corola: formada por 5 pétalos unguiculados, glabros o pilosos en la uña. Los pétalos tienen epidermis sin estomas, la adaxial formada por células de sección rectangular, con cutícula lisa o estriada y la abaxial con células cuadrangulares en corte transversal. Mesofilo compacto, de células isodiamétricas con algunas drusas; haces con o sin casquetes taníferos.

Androceo: estambres episépalos, los filamentos tienen sección elíptica al separarse del tubo floral, adquiriendo sección redondeada al acercarse a las anteras ([Fig. 5d](#)). Presentan epidermis glabra o con pelos simples unicelulares en la porción basal, unistrata con células pequeñas de pared externa convexa, cutícula lisa en *Piriqueta* y lisa o estriada en *Turnera*; el parénquima tiene células redondeadas, algunas son taníferas; el hacecillo es concéntrico perifloemático, con pocos elementos xilemáticos, en *Piriqueta* carece de casquete tanífero. Anteras ditecas, dorsifijas o basifijas, introrsas, con dehiscencia longitudinal ([Fig. 5d](#)), el conectivo puede formar un capuchón que cubre la inserción del filamento. La epidermis del conectivo presenta abundantes estomas en la cara dorsal del mismo. La pared de las anteras maduras está formada sólo por epidermis y endotecio ([Fig. 5e](#)). Sobre las tecas, las células epidérmicas no acompañan el aumento de volumen de la antera, quedan encastradas en forma de cuña entre las células del endotecio formando una capa discontinua; su pared externa es convexa, puede presentar prominencias a modo de papilas y está cubierta por una cutícula estriada ([Fig. 5e](#)). El endotecio rodea toda la antera, inclusive en el conectivo, antes que se suelden el

filamento y la antera; posee los característicos engrosamientos en "U", escasamente lignificados en *Piriqueta*. El conectivo es parenquimático, puede presentar drusas, y en él termina ciego el haz perfloemático del filamento. Los granos de polen son isopolares, tricolporados, con exina reticulada.

Gineceo tricarpelar, unilocular, sincárpico, con placentación parietal ([Fig. 5 g-i](#)). En *T. steyermarkii* la base del lóculo presenta tres depresiones ([Fig. 5c](#)). La pared del carpelo está formada por una epidermis externa frecuentemente pilosa, con o sin taninos, carece normalmente de estomas; la epidermis interna es glabra, con estomas anomocíticos sin cámara subestomática, especialmente abundantes en la base y el ápice del lóculo; unas pocas especies presentan pelos en la base del lóculo. El mesofilo carpelar se halla diferenciado en tres estratos: dos parenquimáticos y un estrato medio, donde la mayor parte de las células conserva características meristemáticas. Un tejido de transmisión formado por una epidermis papilosa, glandular, recubre las placentas, los funículos, la cara interna del ápice del ovario constituyendo el cómpito y formando una columna maciza o hueca en cada estilo y llegando hasta el estigma donde forma la epidermis papilosa.

Estilos de sección subcircular a triangular, formados por parénquima de células redondeadas en corte transversal, el haz vascular es excéntrico. Los estigmas son penicilados, secos ([Fig. 5j](#)).

Los óvulos son anátropos ([Fig. 5l](#)), bitégmicos, crasinucelados, con micrópila en zigzag, formada por exóstoma desplazado hacia el funículo y endóstoma con abertura central. El hacecillo ovular recorre el funículo, la rafe y finaliza sin ramificarse en la cálaza; en algunas especies está acompañado por un casquete tanífero perfloemático. El tegumento externo es biestratificado, la epidermis externa tiene células pequeñas, cuadrangulares o rectangulares en CT, la epidermis interna es de células grandes, rectangulares a ovoides en transcorte; el tegumento interno tiene tres capas de células, la externa e interna constituidas por células muy pequeñas ([Fig. 5k](#)). La nucela es recta o suavemente curvada sobre la rafe, formada por células poliédricas, sin espacios intercelulares; el saco embrionario se ubica cerca de la micrópila, separado por 2-4 capas de células. Inmediatamente junto a la inserción del funículo en el óvulo, se encuentra sobre la rafe una protuberancia en forma de collar que constituirá el arilo de la semilla ([Fig. 5k, l](#)).

Fruto

El fruto en ambos géneros es una cápsula loculicida pluriseminada. La superficie puede ser lisa, verrucosa, granulosa o tuberculada. De acuerdo a la disposición del estrato mecánico, el parénquima y los haces carpelares laterales, se diferencian varios tipos de pericarpio ([Tabla 6](#)). En los frutos lisos el estrato mecánico está formado por braquiesclereidas dispuestas en una capa continua que se extiende incluso entre floema y xilema en los haces marginales ([Fig. 6b, k](#)). En los restantes tipos de frutos el estrato mecánico está formado por braquiesclereidas en grupos o nidos, que pueden estar aislados ([Fig. 6 i-j, m](#)) o confluir, ya sea ubicados en el estrato interno ([Fig. 6e-f](#)) o medio del pericarpio ([Fig. 6g-h, l](#)), por dentro de los haces dorsales se diferencian macroesclereidas que llegan hasta la epidermis interna y se disponen longitudinalmente en el fruto, externamente pueden presentar un surco. Al producirse la dehiscencia en los frutos lisos, las valvas se separan sin recurvarse, en los restantes tipos se curvan en diversos grados.

Tabla 6. Anatomía del fruto.

Especies	Tipo de fruto	Epidermis externa	Estratos del fruto			Haz dorsal		Estrato medio en el haz marginal	Capa del carpelo que originó el estrato medio
			externo	medio	interno	Estrato medio	surco externo		
<i>P. cistoïdes</i>	lisos	papilosa	crystalifero (prismas o drusas)	braquiesclereidas continuas	parenquimático	interrumpido	ausente	continuo	media
<i>P. racemosa</i>	lisos	papilosa	crystalifero (prismas o drusas)	braquiesclereidas continuas	parenquimático	interrumpido	ausente	continuo	media
<i>P. guianensis</i>	granulosos	papilosa		nidos braquiesclereidas confluentes		macroesclereidas	presente	interrumpido	media
<i>T. paniclea</i>	lisos	lisa	braquiesclereidas continuas	braquiesclereidas	parenquimático	continuo	ausente	continuo	externa
<i>T. acuta</i>	tuberculados	papilosa, ambas epidermis tanféras	parenquimático	nidos braquiesclereidas confluentes		macroesclereidas	presente	interrumpido	medio e interno
<i>T. steyermarkii</i>	verrucosos/tuberculados	plana/convexa	parenquimático	nidos braquiesclereidas aislados	parenquimático	interrumpido	ausente	interrumpido	
<i>T. scabra</i>	verrucosos/granulosos	plana/convexa		nidos braquiesclereidas confluentes		macroesclereidas	presente	interrumpido	media
<i>T. subulata</i>	verrucosos/granulosos	plana/convexa		nidos braquiesclereidas confluentes		macroesclereidas	presente	interrumpido	media

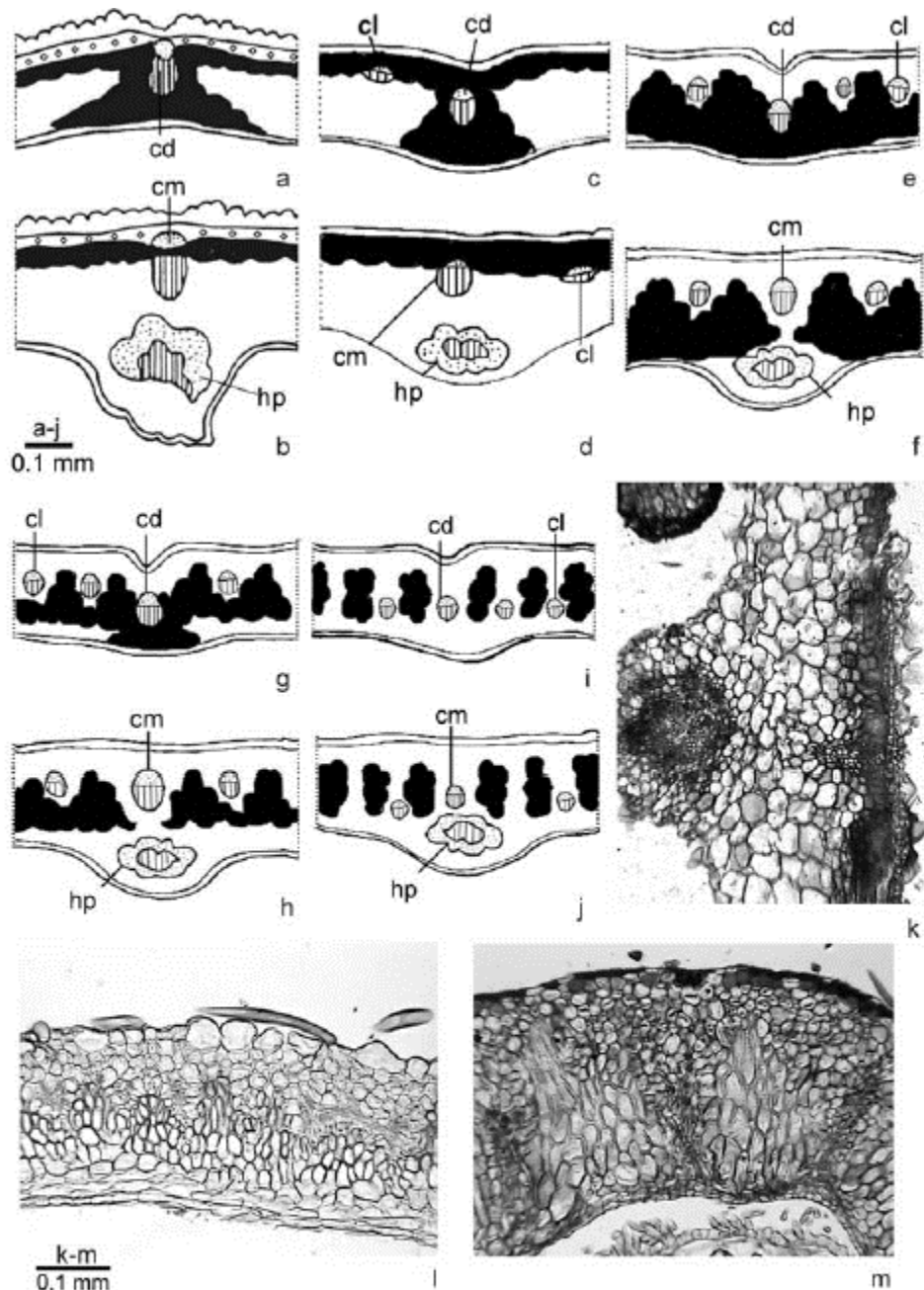


Fig. 6. Anatomía del Fruto. a-b. Esquemas de transcortes de fruto liso con estrato mecánico medio; c-d. Fruto liso con estrato mecánico externo. e-f. Fruto granuloso, estrato mecánico interno. g-h. Fruto granuloso, estrato mecánico medio. i-j. Fruto granuloso con nidos aislados. a, c, e, g, i, cortes a la altura del haz carpelar dorsal y b, d, f, h, j, por el haz carpelar marginal. k-m. Transcortes de pericarpio. k. *P. cistoides*. l. *P. guianensis*. m. *T. steyermarkii*. Abreviaturas: (cd) haz carpelar dorsal; (cl) haz carpelar lateral; (cm) haz carpelar marginal; (hp) haz placentario.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Indumento

El valor taxonómico de los tricomas en los géneros *Piriqueta* y *Turnera* fue demostrado en trabajos anteriores (Urban 1883; Gonzalez & Arbo 2004). En las especies venezolanas analizadas se encontraron tres tipos de tricomas glandulares: microcapitados, setiformes y capitado-sésiles. Con respecto a los pelos

tectores, *Piriqueta* se distingue por la presencia de pelos porrecto-estrellados, siendo éste un atributo exclusivo del género (Urban 1883, Arbo 1995a, Gonzalez & Arbo 2004). Entre las especies venezolanas, los pelos simples pluricelulares sólo aparecen en *Piriqueta guianensis* y *P. racemosa*, en cambio los pelos simples unicelulares se presentan en todas las especies.

Coléteres

Estas estructuras glandulares tienen clara relación con los tricomas y los nectarios extraflorales. Se diferencian de los tricomas por su posición en la planta, y de los NEF, porque estos últimos son de mayor tamaño y presentan vascularización (González 1998), sin embargo comparten con los últimos la presencia de una capa dérmica de naturaleza glandular típicamente en empalizada. De las especies venezolanas, solamente *T. acuta* presenta ambas clases de coléteres. Al analizar todos los tipos de coléteres de ambos géneros se propone una secuencia evolutiva en la cual se interpretan los coléteres sésiles como los más evolucionados, ya que en algunas especies poseen caracteres estructurales intermedios entre los coléteres y los NEF (Gonzalez 1998).

Nectarios extraflorales

Se caracterizan por la presencia de vascularización, la anatomía de los NEF de las especies venezolanas de las series Stenodictyae y Annulares concuerda con la descrita para las especies de las series *Turnera* (= Canaligerae) y *Leiocarpae* (González 1996), la excepción es *T. castilloi* donde el reborde del nectario está formado por esclereidas columnares.

La característica anatómica más sobresaliente de los NEF es el dispositivo para la salida del néctar, que exteriormente luce como un "poro" (González 1996); no es un orificio, sino una porción especializada de la epidermis glandular con la cutícula adelgazada que permite el paso del néctar. La cutícula es muy gruesa sobre la epidermis secretora, en los límites externos posee fuertes cuñas que penetran profundamente entre las células. Así, cuando la cutícula se separa de la epidermis glandular por la acumulación del néctar secretado, el "poro" es el único lugar favorable para la salida del néctar. *T. scabra* y *T. subulata*, (serie *Turnera*) presentan NEF cupuliformes con poros mesetiformes; la presencia de poro en los NEF señala a la serie *Turnera* como una de las más especializadas del género. *T. longipes* es la única especie de la serie Stenodictyae que presenta poro.

En los NEF sin "poros" la cutícula es de grosor uniforme y no supera las 10 µm de espesor, puede separarse o no de la epidermis secretora, pero no se observó su ruptura, siendo la excreción transcuticular.

Los NEF ubicados en el pecíolo, por estar distintivamente elevados de la superficie, se ubican en la categoría de nectarios elevados (Hochnektarien) de la clasificación propuesta por Zimmerman (1932), mientras los nectarios ubicados en la lámina son planos (Flachnektarien), ya que sobresalen escasamente del nivel de la lámina.

Hoja

Las hojas de las turneráceas analizadas presentan anatomía foliar con características mesomórficas, con unos pocos caracteres anatómicos comunes. Las hojas en especies del género *Piriqueta* son bastante homogéneas en su estructura anatómica, mientras que en *Turnera* se muestran más variables. Algunas especies se distinguen por la presencia de idioblastos con drusas gigantes.

El contorno de las células epidérmicas en vista superficial permite diferenciar *Piriqueta Turnera*. Para describirlas se adoptaron con modificaciones los tipos establecidos por Stace (1965): con paredes rectas y suavemente curvas, onduladas con ondas amplias en forma de "U" y con curvas en "Ω" respectivamente.

Los estomas son anomocíticos en la mayoría de las especies, frecuentemente las células oclusivas están rodeadas por dos o tres células, sin embargo éstas no se diferencian de las restantes células epidérmicas, así no pueden ser definidas como células anexas. Los estomas se describieron como paracíticos o anisocíticos sólo donde hay una clara distinción morfológica entre las células anexas y las epidérmicas propiamente dichas.

Solereder (1986) describe la gelatinización de la epidermis de la hoja por la presencia de células de contenido mucilaginoso en *Turnera* y otros géneros. Berger (1919) menciona la presencia de mucílago en la epidermis adaxial de las hojas de *Piriqueta*; en las especies estudiadas en este trabajo se ha observado que estas células pueden encontrarse en ambas epidermis.

T. guianensis es la única especie con esferocristales epidérmicos. Solereder (1986) los cita en diversos órdenes y familias, entre ellos Violarieae y Passifloraceae (*Passiflora rotundifolia* L. y *P. ichthyura* Mast.), grupos afines a las Turneraceae, describiéndolos en material herborizado o fijado en alcohol, como de naturaleza química desconocida.

Tallo

El tallo primario presenta estructura anatómica típica de plantas mesomórficas; la anatomía es muy uniforme en ambos géneros. Las diferencias entre especies son mínimas y radican únicamente en la presencia y distribución de casquetes perifloemáticos taníferos y/o esclerenquimáticos. Berger (1919) ya destacó la escasa variabilidad anatómica de este órgano en las especies de Turneraceae.

Tallo secundario

En los géneros *Turnera* y *Piriqueta* es escaso el número de especies arbóreas y arbustivas. Este trabajo aporta información original sobre la anatomía del leño de *T. acuta* y *T. odorata*, especies de características similares, entre las que se destacan vasos solitarios, pared terminal de los vasos oblicua y largas colas, parénquima axial escaso y de distribución principalmente difusa. Estos caracteres son considerados en la anatomía de leño como poco evolucionados de acuerdo a Carlquist (1988).

Flor

El androceo presenta características uniformes en ambos géneros, que concuerdan con las observadas por Vijayaraghavan & Kaur (1966) en *T. ulmifolia* y las descritas por Berger (1919) en *P. racemosa*, excepto la aseveración realizada por este último autor sobre la presencia de granos de polen tetraédricos con bolsas aeríferas en *T. ulmifolia*. El ovario es súpero en la gran mayoría de las especies. En *T. acuta* el ovario es ligeramente semi-ínfero, donde la base de la pared carpelar está soldada al tubo floral. La anatomía de los óvulos es semejante en todas las especies analizadas, solo hay variación en el grado de curvatura y en la presencia de células taníferas acompañando el haz ovular en *Piriqueta*.

Fruto

El diseño del epicarpo de las cápsulas resulta de la combinación entre el estrato mecánico y el parénquima que lo rodea. La superficie externa del estrato mecánico es uniforme en los frutos lisos debido a que la capa de braquiesclereidas es continua, encontrándose dos variantes anatómicas, según que la capa sea media o externa en el pericarpio. En los frutos verrucosos y tuberculados el diseño del epicarpo se debe a la presencia de nidos de braquiesclereidas separados por áreas parenquimáticas, que al deshidratarse y colapsarse en el fruto maduro modelan la superficie del mismo; estos frutos presentan tres variantes anatómicas de acuerdo a la posición y origen del estrato mecánico.

En la zona de los haces dorsales se combina la presencia de un surco externo preformado y macroesclereidas internas, lo que produce la línea de fractura del fruto en este punto. Cuando estas características están ausentes, la dehiscencia se realiza probablemente por las tensiones provocadas por la interrupción del estrato mecánico en los frutos lisos y por la deshidratación del abundante parénquima entre los nidos aislados en *T. steyermarkii*.

Roth (1977) reconoce que la estructura histológica del pericarpio, con la distribución de tejidos duros y blandos, tiene más influencia en el tipo de dehiscencia que el esqueleto vascular. Al analizar la estructura del pericarpio en las cápsulas -sensu lato-, esta autora describe la presencia de una línea de dehiscencia preformada, compuesta por tejidos de paredes blandas, limitados por tejidos esclerenquimáticos. La estructura básica encontrada en las cápsulas estudiadas de *Turnera* y *Piriqueta* concuerda con esta descripción.

Los resultados obtenidos muestran que ciertos caracteres como tricomas, estructuras glandulares como coléteres y nectarios florales y extraflorales, anatomía foliar y carpológica pueden ser útiles para diferenciar las especies venezolanas de los géneros *Turnera* y *Piriqueta* corroborando lo señalado por diversos autores que trabajaron en la revisión taxonómica de estos géneros. Se brinda información original acerca de la anatomía del tallo, tanto primario como secundario y de la flor. Del presente estudio se concluye además que los caracteres anatómicos del fruto tienen relación directa con su diseño externo y la mecánica de la dehiscencia de los mismos.

AGRADECIMIENTOS

Al botánico Aníbal Castillo por el envío de material fijado de *T. castilloi*; a Liliana Gómez por ilustrar los nectarios de *T. longipes* y *T. macrophylla*.

BIBLIOGRAFÍA

1. Arbo, M.M. 1977. *Adenoa*, nuevo género americano de Turneraceae. *Hickenia* 1(16): 87-91.
2. Arbo, M.M. 1979. Revisión del género *Erblichia* (Turneraceae). *Adansonia sér.* 2, 18(4): 459-482.
3. Arbo, M.M. 1985. Notas taxonómicas sobre turneráceas sudamericanas. *Candollea* 40: 175-191.
4. Arbo, M.M. 1986. Paraguay: centro importante de especiación en las turneráceas. *Candollea* 41: 211-218.

5. Arbo, M.M. 1990. Turneraceae: novedades para la Guayana venezolana. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 77(2): 340-352.
6. Arbo, M.M. 1993. Nuevas especies americanas de *Turnera* (Turneraceae). *Bonplandia* 7(1-4): 57-93.
7. Arbo, M.M. 1995a. Turneraceae. Parte I. *Piriqueta*. *Flora Neotrópica Monograph* 67, 157 pp.
8. Arbo, M.M. 1995b. Turneraceae. In: *Flora Fanerogámica Argentina*, 11: 1-10 (Hunziker, A.T., ed.). Pugliese Siena SRL, Córdoba.
9. Arbo, M.M. 1997. Estudios sistemáticos en *Turnera* (Turneraceae). I. Series Salicifoliae y Stenodictyae. *Bonplandia* 9: 151-208.
10. Arbo, M.M. 2000. Estudios sistemáticos en *Turnera* (Turneraceae). II. Series Annulares, Capitatae, Microphyllae y Papilliferae. *Bonplandia* 10: 1-82.
11. Arbo, M.M. 2004. Turneraceae. In: *Flowering plants of the Neotropics* (Smith N., S.A. Mori, A. Henderson, D.W. Stevenson, & S.V. Heald, eds.). Princeton University Press. New Jersey.
12. Bahadur, B., N. Rama Swamy & R. Srikanth. 1981. The taxonomic significance of seed and aril characters (LM & SEM) in two species of *Turnera* (Turneraceae). *Indian J. Bot.* 4(2): 209-215.
13. Bahadur B., N. Rama Swamy, A. Chaturvedi & S. M. Farooqui. 1985. Floral nectaries in two species of *Turnera* L. (Turneraceae). *Int. Quart. J. Pl. Sci. Res.* 12 (2-4): 117-127.
14. Berger, M.G. 1919. Etude organographique, anatomique et pharmacologique de la famille turnéracées. Thèse n° 58. Faculté de Médecine et de Pharmacie de Lille.
15. Carlquist, S. 1988. *Comparative Wood Anatomy. Systematic, ecological and evolutionary aspects of dicotyledon wood*. Springer-Verlag. Berlin.
16. Elias, T.S., W.R. Rozich & L. Newcombe. 1975. The foliar and floral nectaries of *Turnera ulmifolia*. *Amer. J. Bot.* 62(6): 570- 576.
17. González, A.M. 1993. Anatomía y vascularización floral de *Piriqueta racemosa*, *Turnera hassleriana* y *Turnera joelii* (Turneraceae). *Bonplandia* 7: 143-184.
18. González, A.M. 1996. Nectarios extraflorales en *Turnera*, series Canaligerae y Leiocarpae. *Bonplandia* 9: 129-143.
19. González, A.M. 1998. Colleters in *Turnera* and *Piriqueta* (Turneraceae). *Bot. J. Linn. Soc.* 128:215-228.
20. González, A.M. 2000. Estudios anatómicos en los géneros *Piriqueta* y *Turnera* (Turneraceae). Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Córdoba, Argentina.
21. González, A.M. 2001. Nectarios y vascularización floral en especies de *Piriqueta* y *Turnera* (Turneraceae). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 36 (1-2):47-68.

22. González, A.M. & M.M. Arbo. 2004. Trichome complement of *Turnera* and *Piriqueta* (Turneraceae). *Botanical Journal of the Linnean Society* 144: 85-97.
23. González, A.M. & C.L. Cristóbal. 1997. Anatomía y ontogenia de semillas de *Helicteres lhotzkyana* (Sterculiaceae). *Bonplandia* 9: 287-294.
24. Johansen, D.A. 1940. *Plant Microtechnique*. McGraw-Hill Book Co., New York.
25. Kloos, A. & F. Bouman. 1980. Case studies in aril development - *Passiflora suberosa* L. and *Turnera ulmifolia* L. *Beitr. Biol. Pflanzen*. 55: 49-66.
26. Luque, R., H.C. Sousa & J.E. Kraus. 1996. Métodos de coloração de Roeser (1972) modificado e Kropp (1972) visando a substituição do azul de astra por azul de alcião 8 GS ou 8 GX. *Acta Bot. Brasil*. 10(2): 199-212.
27. Raju, M.V.S. 1956. Development of embryo and seed coat in *Turnera ulmifolia* L. var. *angustifolia* Willd. *Bot. Not.* 109(3): 308-312
28. Rao, V.S. 1949. The morphology of the calyx-tube and origin of perigyny in Turneraceae. *J. Indian Bot. Soc.* 28: 198-201.
29. Roth, I. 1977. *Fruits of Angiosperms*. Handbuch der Pflanzenanatomie, Gebrüder Borntraeger, Berlin. Band X (1).
30. Salisbury, E.J. 1927. On the causes and ecological significance of stomatal frequency, with special reference to the wood-land flora. *Philos. Trans.* 216B: 1-65.
31. Solereder, H. 1986. *Systematic anatomy of the Dicotyledons*. Vol I, II. Ajax Book Service Editors, New Delhi. Indian reprint.
32. Stace, C.A. 1965. Cuticular studies as an aid to plant taxonomy. *Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist.) Bot.* 4(1): 1-78.
33. Urban, I. 1883. Monographie der familie der Turneraceen. *Jahrb. Königl. Bot. Gart. Berlin*, 2: 1-155.
34. Vijayaraghavan, M.R. & D. Kaur. 1966. Morphology and embryology of *Turnera ulmifolia* L. and affinities of the family Turneraceae. *Phytomorphology* 16(4): 539-553.
35. Zimmermann, J.G. 1932. Über die extrafloralen Nektarien der Angiospermen. *Beih. Bot. Centralbl.* 49A: 99-196.