

**VALOR TAXONÓMICO DE NUEVOS CARACTERES ANATÓMICOS DE LA LÁMINA FOLIAR DE TRES ESPECIES DE *Cecropia* (Urticaceae: Cecropieae) EN CÓRDOBA, COLOMBIA****Taxonomic value of new leaf blade anatomical characters of three *Cecropia* species (Urticaceae: Cecropieae) from CÓRDOBA, COLOMBIA**Jean David VARILLA-GONZÁLEZ^{1*}, Rosalba RUIZ-VEGA¹¹Departamento de Biología, Universidad de Córdoba, Avenida 6ta No. 76-103, Montería, Colombia*For correspondence: jvarillabiologia@gmail.comReceived: 25th April 2019, Returned for revision: 11th June 2019, Accepted: 21st June 2019.

Associate Editor: Susana Feldman.

Citation/Citar este artículo como: Varilla-González JD, Ruiz-Vega R. Valor taxonómico de nuevos caracteres anatómicos de la lámina foliar de tres especies de *Cecropia* (Urticaceae: Cecropieae) en Córdoba, Colombia. Acta biol. Colomb. 2020;25(2):246-254. DOI: <http://dx.doi.org/10.15446/abc.v25n2.79291>

RESUMEN

Se describen las características anatómicas de la epidermis foliar y mesófilo de las especies *Cecropia longipes*, *C. membranacea* y *C. peltata*. El material vegetal fue recolectado en Córdoba, Colombia. Se realizaron disociaciones epidérmicas y cortes transversales de la lámina media mediante técnicas histológicas convencionales. Los caracteres evaluados, forma y el contorno de las células epidérmicas, indumento aracnoideo abaxial, organización de las células de la base de los tricomas, idioblastos epidérmicos, tipo y distribución de los estomas, mostraron diferencias que permiten separar a *C. membranacea* de la otras especies. Las especies *C. longipes* y *C. peltata* son similares en la anatomía de la lámina foliar, sin embargo, es posible distinguir las teniendo en cuenta la epidermis pluriestratificada y la proporción del parénquima clorofiliano, aunque estas características no se presentaron en todas las muestras. Los caracteres evaluados son útiles desde el punto de vista taxonómico y pueden contribuir a la identificación de las especies de la tribu Cecropieae.

Palabras clave: Cecropiaceae, cuerpos perla, estoma isotricítico, hojas anfistomáticas, pelos cistolíticos.

ABSTRACT

Anatomical characteristics of the leaf epidermis and mesophyll of *Cecropia longipes*, *C. membranacea* and *C. peltata* are described. Plant material was collected in Córdoba-Colombia. Epidermal dissociations and cross-sections of the middle blade were performed using conventional histological techniques. Traits, such as the shape and outline of the epidermal cells, the abaxial arachnoid indumentum, the organization of the cells in the trichome base, the epidermal idioblasts, and the type and distribution of the stomata, allow to differentiate *C. membranacea* from the other species. *C. longipes* and *C. peltata* are similar in the leaf blade anatomy; however, it is possible to distinguish them considering the multilayered epidermis and the proportion of chlorophyll parenchyma. Nevertheless, these traits were not observed in all the samples. The characters evaluated in this study have great taxonomic value and can contribute to the identification of the Cecropieae tribe species.

Keywords: Amphistomatic leaves, Cecropiaceae, cystolith hairs, isotricytic stoma, pearl bodies.

INTRODUCCIÓN

El género *Cecropia* Loefl. (Urticaceae: Cecropieae) incluye 61 especies y dos subespecies de árboles exclusivos del Neotrópico que se distribuyen generalmente en bosques de tierras bajas por debajo de los 1000 m. s. n. m, así como en bosques premontanos, montanos y de niebla (1000 - 2600 m. s. n. m) (Franco y Berg, 1997; Berg *et al.*, 2005). Son especies típicas de formaciones vegetales secundarias o claros al interior de los bosques, reconocidas por su crecimiento en forma de candelabro y su asociación con hormigas agresivas del género *Azteca*. Presentan hojas grandes, peltadas, radialmente incisas con uno o dos cojines de pelos en la base del pecíolo (triquilio), inflorescencias en amentos dispuestos en pares en las axilas de las hojas, flores unisexuales, fruto aquenio y semillas diminutas (Hallé *et al.*, 1978; Berg *et al.*, 2005; Gaglioti, 2011).

Los criterios taxonómicos utilizados tradicionalmente para la circunscripción de las especies se basan en características morfológicas del tallo, hojas, inflorescencias, frutos y semillas (Lobova *et al.*, 2003; Berg *et al.*, 2005; Linares y Moreno, 2010), caracteres que resultan insuficientes para separar las especies, ya que presentan gran variación morfológica (Berg *et al.*, 2005), diversidad de patrones fenológicos (Zalamea *et al.*, 2011) y estructuras reproductivas diminutas que dificultan su observación (Carvajal y González, 2005; Linares y Moreno, 2010). En este sentido, algunos caracteres poco utilizados, como los correspondientes a la anatomía foliar, podrían contribuir a reconocer acertadamente las especies e incluir nueva información para las claves de diferenciación en el género *Cecropia*, constituyendo una herramienta adicional que permitiría la identificación de los distintos taxones y la correcta delimitación de tribus y subfamilias, en las que varias características son constantes y de alto valor diagnóstico (Metcalfe y Chalk, 1950; Bensen y Ter Welle, 1984; Coelho, 2013).

Algunos estudios sobre el género incluyen las descripciones anatómicas de varias especies realizadas por Renner (1907), Bensen y Ter Welle (1983) y Richter (1898) para su comparación con otros taxones del orden Urticales, así como también en las descripciones morfológicas de Berg *et al.* (2005) de todas las especies del género. Sin embargo, estos aportes no resolvieron por completo el conflicto en la delimitación del grupo (Bensen y Ter Welle, 1984; Hadiyah, 2008), en la medida en que los resultados no son concluyentes sobre su taxonomía (Raymúndez *et al.*, 2000).

De esta manera, el objetivo del presente trabajo fue caracterizar la lámina foliar de las especies *Cecropia longipes* Pittier, *Cecropia membranacea* Trécul y *Cecropia peltata* L. presentes en Córdoba- Colombia, para definir sus caracteres anatómicos y contribuir a su correcta delimitación taxonómica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras se recolectaron a partir de individuos de poblaciones naturales en el departamento de Córdoba,

Colombia. Se seleccionaron hojas maduras en plena expansión foliar y en buen estado, para tomar fragmentos (1 cm²) de la región intercostal del lóbulo medio en cinco individuos de cada especie y realizar su fijación inmediata en FAA (formaldehído: ácido acético: alcohol etílico 70 %, 1:1:18 v/v; Johansen, 1940).

Los especímenes se depositaron en el Herbario de la Universidad de Córdoba (HUC) siguiendo las técnicas convencionales de herborización, bajo el número de colector JVG 06-JVG 20 y el número de registro HUC 6896-HUC 6910; las plantas se determinaron a partir de claves taxonómicas de floras regionales, monografía del género, sinopsis de especies, guías de campo y revisión de diferentes colecciones virtuales de herbarios nacionales e internacionales.

Se analizaron los fragmentos fijados de las hojas de los cinco individuos de cada especie, los cuales se trataron con solución de NaClO (8 %) por 72 horas para la disociación total de la epidermis, con la posterior neutralización con CH₃-COOH (38 %), teniendo en cuenta que entre cada proceso las muestras se lavaron con agua destilada (Soto y Villamizar, 2012; Castro y Torrecilla, 2013).

Las muestras se colorearon con safranina etanólica al 1 % para el montaje de cinco láminas semipermanentes de la haz y cinco del envés por cada una de las especies, en solución de gelatina-glicerina y se sellaron con esmalte incoloro hasta su observación (Coelho, 2013). Además, se prepararon diez láminas de secciones transversales de cada especie (10 y 15 μm) mediante la técnica histológica vegetal propuesta por D'Ambrogio (1986), obtenidas con un micrótopo rotativo automático MICROM HM-325, y se identificaron los cristales de oxalato de calcio evidentes en las superficies epidérmicas y en el mesófilo.

Las fotografías se obtuvieron a partir de una cámara digital acoplada a un microscopio óptico Labomed LX-400 y se procesaron con el programa de análisis de imágenes PixelPro para la descripción y comparación de los caracteres, de acuerdo con la terminología botánica de Metcalfe (1979) y Font Quer (2000).

RESULTADOS

Epidermis foliar

Las especies *C. longipes*, *C. membranacea* y *C. peltata* presentan epidermis uniestratificada formada por células grandes (Fig. 1a). Sin embargo, en tres muestras de *C. longipes* se observó una epidermis pluriestratificada formada por dos capas de células grandes (Fig. 1b). En vista paradérmica, la superficie adaxial de *C. longipes* y *C. peltata* está formada por células poligonales irregulares, alargadas, con paredes levemente sinuosas y delgadas (Fig. 1c). *C. membranacea* presenta células con forma de polígonos regulares similares a un hexágono, isodiamétricas, con paredes rectas y delgadas (Fig. 1d).

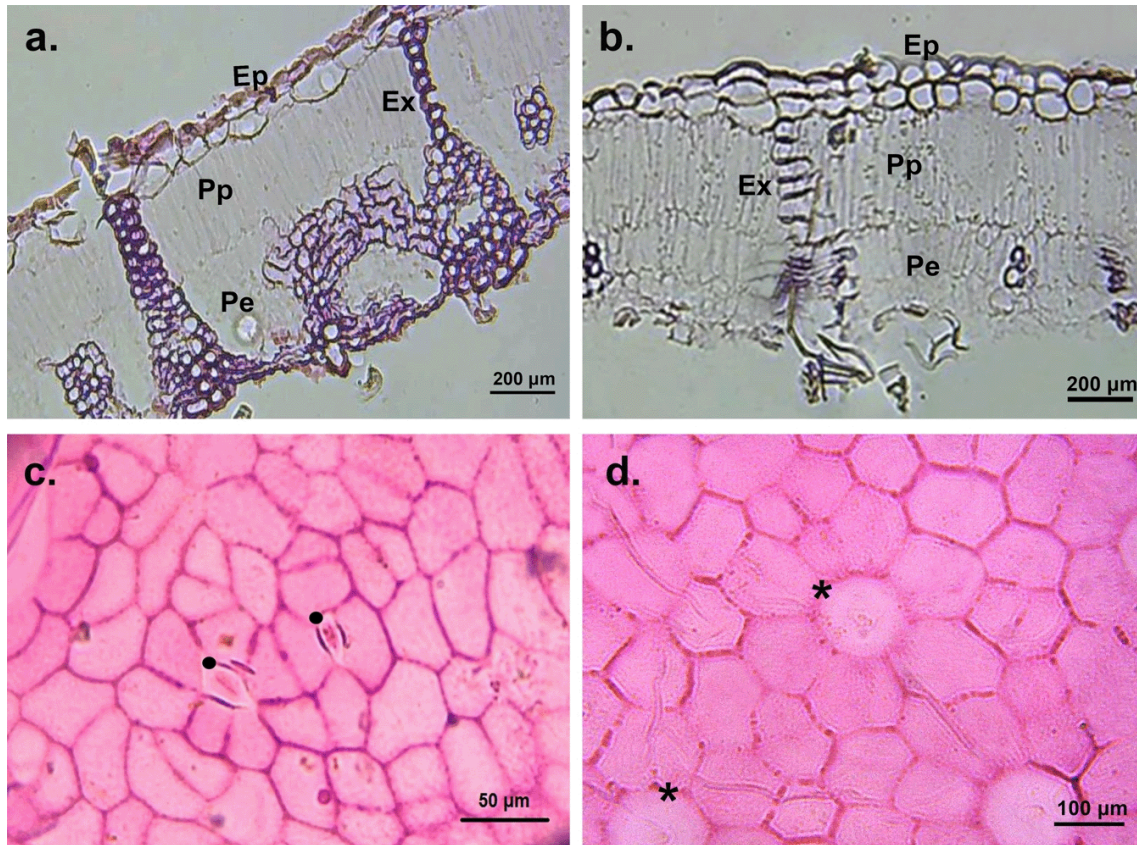


Figura 1. Secciones transversales y vista frontal de la lámina foliar. **a.** Epidermis uniestratificada en *Cecropia membranacea*. **b.** Epidermis pluriestratificada en *Cecropia longipes*. **c.** Células epidérmicas de *Cecropia longipes* con forma poligonal irregular y contorno levemente sinuoso. **d.** Células epidérmicas de *Cecropia membranacea* con forma poligonal regular y contorno recto. **Ep**-epidermis, **Pp**-parénquima en empalizada, **Pe**-parénquima esponjoso, **Ex**-extensión de la vaina vascular, • estoma, * tricoma. Escala en micrómetros (μm): 1a, 1b = 200; 1c = 50; 1d = 100. Safranina etanólica 1 %.

Las hojas de las tres especies presentan tricomas no glandulares y glandulares. Los no glandulares son unicelulares simples constituidos por un cuerpo piloso, afilados o incurvados hacia el ápice en la superficie adaxial y abaxial (Fig. 2a). En la cara abaxial de *C. longipes* y *C. peltata* se forma un indumento aracnoideo denso constituido por tricomas unicelulares simples, largos y delgados que se entrelazan y originan una superficie aterciopelada (Figs. 2b y 2b.i); en *C. membranacea* el indumento aracnoideo está ausente en la lámina abaxial, encontrándose únicamente en las márgenes foliares (Fig. 2c), con el haz y el envés glabrescentes debido a sus tricomas cortos (Figs. 2d y 2e).

Los tricomas pluricelulares simples son uniseriados (Fig. 2f) y uniseriados glandulares (Fig. 2g); se presentan sobre la superficie adaxial de *C. peltata*, abaxial de *C. membranacea* y en ambas superficies foliares de *C. longipes*. Además, se observaron tricomas glandulares de formas globulares y tamaño variable denominados “cuerpos perla” (Fig. 2h) con contenidos de glucosa y lípidos, muy frecuentes en las superficies epidérmicas de las tres especies.

La base de los tricomas unicelulares simples está formada por células cuadrangulares o rectangulares de una a dos

capas al mismo nivel que las células epidérmicas adyacentes, con igual o mayor tamaño, formando un radio irregular en *C. membranacea* (Fig. 3a), mientras que en *C. longipes* y *C. peltata* estas células son de menor tamaño y forman un radio regular (Fig. 3b). Además, en las secciones transversales se observaron idioblastos sobre la superficie adaxial de *C. longipes* y *C. peltata* (Fig. 3c).

El tipo de estomas característico para *C. longipes*, *C. membranacea* y *C. peltata* es el anomocítico (Fig. 3f), rodeado por cuatro o más células epidérmicas adyacentes de diferente forma y tamaño. Sin embargo, se encontraron en todos los individuos de *C. longipes* y *C. peltata* estomas isotricíticos sobre la superficie adaxial, rodeados únicamente por tres células epidérmicas adyacentes, variables en forma, pero con tamaño similar (Fig. 3g). Se distribuyen en la superficie adaxial de *C. longipes* y *C. peltata*, mientras que en la superficie abaxial aparecen dispersos y poco visibles (hojas anfigomáticas), excepto en *C. membranacea*, en la que son numerosos en la cara abaxial (hojas hipostomáticas) (Fig. 3h). Los estomas están a nivel de las células epidérmicas de la superficie adaxial de *C. longipes* y *C. peltata*, al igual que en la cara abaxial de *C. membranacea*.

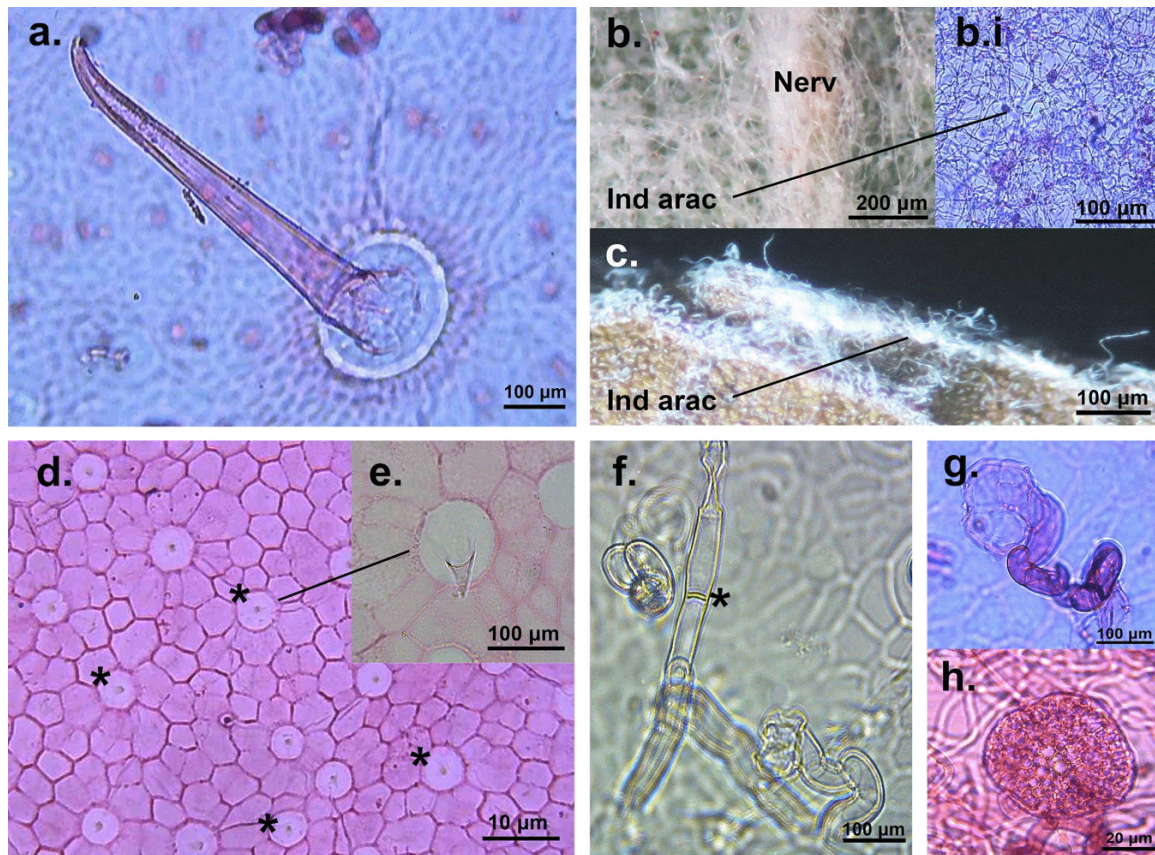


Figura 2. Vista frontal de la lámina foliar. **a.** Tricoma unicelular simple en *Cecropia longipes*. **b.** Indumento aracnoideo abaxial en *Cecropia peltata*. **b.i.** Detalle indumento aracnoideo abaxial en *Cecropia peltata*. **c.** Indumento aracnoideo en *Cecropia membranacea*. **d.** Haz glabrescente de *Cecropia membranacea*. **e.** Detalle tricoma unicelular simple de *Cecropia membranacea*. **f.** Tricoma pluricelular simple uniseriado glandular en *Cecropia longipes*. **g.** Tricoma pluricelular simple uniseriado glandular en *Cecropia longipes*. **h.** Cuerpo perla en el envés de *Cecropia longipes*. **Nerv**-nervadura, **Ind arac**-indumento aracnoideo, * tricoma. Escala en micrómetros (μm): 2a, 2b.i, 2c, 2e, 2f, 2g = 100; 2b = 200; 2d = 10; 2h = 20. Safranina etanólica 1 %.

Mesófilo

Ningunas de las tres especies estudiadas presentan hipodermis desarrollada. En los tres casos el mesófilo es heterogéneo, diferenciado en parénquima en empalizada, ubicado por debajo de la epidermis formando de dos a cuatro capas compactas de células alargadas, y el parénquima esponjoso ubicado hacia la cara abaxial, formando dos a tres capas de células irregulares con espacios intercelulares (Figs. 4a y 4b). Este tipo de mesófilo se denomina bifacial o dorsiventral. Además, se observó que en tres muestras de *C. longipes* y dos de *C. peltata* el parénquima en empalizada presenta cuatro capas celulares, ocupando la mayor parte del mesófilo en relación 2:1 (Figs. 4a y 4b).

Cristales

Los tipos de cristales de oxalato de calcio más comunes fueron drusas, arena cristalina y cristales prismáticos. Se encuentran en ambas epidermis, siendo las drusas los cristales más abundantes (Fig. 4c); en las secciones transversales se depositan en el mesófilo, al igual que los

cristales prismáticos (Fig. 4a). En la Tabla 1 se describen las principales diferencias encontradas en este trabajo, relacionadas con la anatomía de la lámina foliar de las especies estudiadas.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este trabajo muestran similitudes con respecto a los caracteres anatómicos descritos para los tres taxones, pero algunos presentan variaciones que tienen valor taxonómico en determinadas especies.

La epidermis uniestratificada formada por células grandes es una característica común en las tres especies, con excepción de algunos individuos de *C. longipes* que presentaron una epidermis foliar pluriestratificada formada por dos capas de células. Por lo tanto, este carácter no es posible definirlo como de importancia taxonómica debido a que no es constante en todas las muestras. Los individuos vegetales pueden formar capas adicionales de células epidérmicas para prevenir el colapso de la hoja cuando la

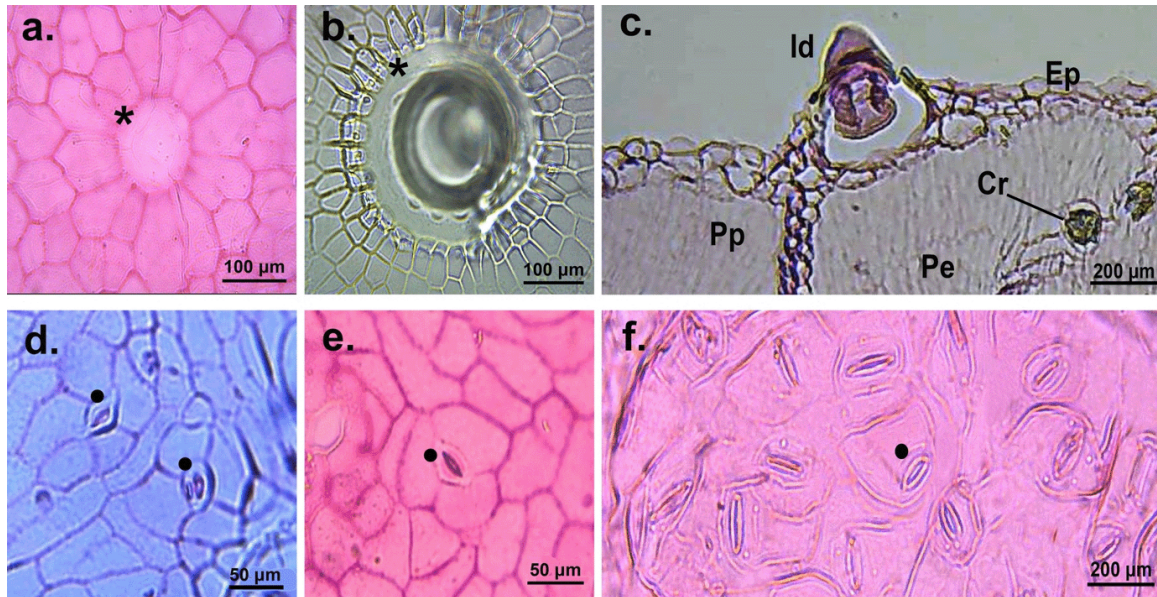


Figura 3. Secciones paradérmicas y transversal de la lámina foliar. Organización de las células de la base de los tricomas unicelulares simples **a.** Radial irregular en *Cecropia membranacea*. **b.** Radial regular en *Cecropia peltata*. **c.** Idioblasto en la epidermis adaxial de *Cecropia longipes*. **d.** Estoma anomocítico en *Cecropia longipes*. **e.** Estoma isotricítico en *Cecropia longipes*. **f.** Estomas en el envés de *Cecropia membranacea*. * tricoma, **Id**-idioblasto, **Ep**-epidermis, **Pp**-parénquima en empalizada, **Cr**-cristal, · estoma. Escala en micrómetros (µm): 3a, 3b= 100; 3c, 3f= 200; 3d, 3e= 50. Safranina etanólica 1 %.

transpiración es alta y existe poca agua disponible en el suelo (Jáuregui y Torres, 2014). Se considera entonces como un rasgo resultado de la variación de la intensidad lumínica y la estacionalidad de las lluvias características del sitio de origen (Palencia *et al.*, 2006).

La sinuosidad del contorno de las células epidérmicas foliares, como se presenta en *C. longipes* y *C. peltata*, tiene su origen durante la diferenciación celular. Se genera por las tensiones ocurridas en la hoja, el endurecimiento de la cutícula, o bien al crecimiento de las plantas bajo sombra (Gomes *et al.*, 2005), lo cual podría explicar su mayor presencia en la haz que en el envés. Por otro lado, *C. membranacea* presenta células epidérmicas de contorno recto que la distinguen de *C. longipes* y *C. peltata*. El contorno de las células epidérmicas puede considerarse entonces como un carácter con un alto significado taxonómico (Barthlott, 1981), que ha permitido la diferenciación de las especies en géneros como *Laguncularia* C.F. Gaertn. (Combretaceae), *Lemna* L. (Araceae) y *Combretum* L. (Combretaceae) (Stace, 1965), y que merece ser evaluado en un mayor número de especies de *Cecropia* a fin de establecer su constancia en este grupo.

Las variables ambientales influyen en las características de las especies. En el caso de *Cecropia*, Davidson y Fisher (1991) y Zalamea *et al.* (2011) explican que la expresión de nuevas características morfológicas, anatómicas o fenológicas son producidas por los regímenes de luz, precipitación y temperatura que determinan la preferencia del hábitat de las especies. Esto ocurre con dos morfotipos de *C. membranacea* denominados “pungara” y “herrerensis”,

distribuidos en el sur y el norte de la Amazonia peruana respectivamente. Ambos presentan indumento aracnoideo en toda la superficie inferior de la lámina, con diferencias en la formación del triquilio durante el desarrollo foliar. Por otra parte, “herrerensis” se caracteriza por poseer estipulas rojizas (Davidson *et al.*, 1991). Además, están asociados con géneros de hormigas distintos a *Azteca* y son tolerantes a la sombra. Estas características ecológicas distinguen estos morfotipos de *C. membranacea*, a pesar de que el ambiente donde se establecen es similar. Entre tanto, no se consideran caracteres taxonómicos definitivos para considerarlas especies distintas. En este trabajo se reporta la primera descripción de la epidermis foliar y del mesófilo de *C. membranacea*, que introduce nuevos caracteres para el reconocimiento de este complejo taxonómico, ya que el principal problema se centra en la similitud de la morfología y el escaso material botánico para identificar las diferencias (Berg *et al.*, 2005).

Los diferentes tipos de tricomas no glandulares y glandulares de *C. longipes*, *C. membranacea* y *C. peltata* están presentes en todas las demás especies del género *Cecropia* y son típicos de la familia Urticaceae (Metcalf y Chalk, 1950; Bonsen y Ter Welle, 1983; Berg *et al.*, 2005). Los tricomas simples, cortos y dispersos de la superficie adaxial de *C. membranacea* son similares a los observados por Richter (1898) en la lámina foliar de *Cecropia palmata* Willd. y *Cecropia obtusifolia* Bertol.; también el indumento aracnoideo restringido a la margen foliar y ausente en la lámina media abaxial de *C. membranacea* es común en *Cecropia litoralis* Sneathl. (Berg *et al.*, 2005). Este tipo de tricoma, así como el

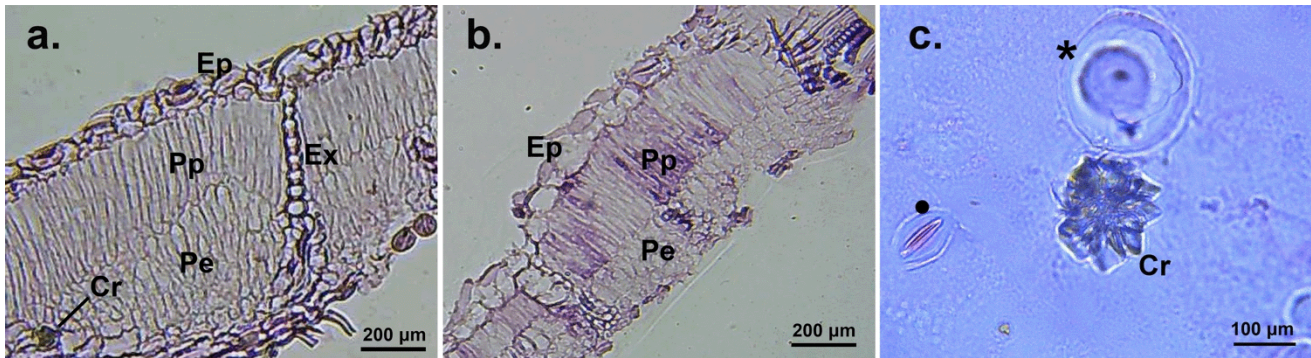


Figura 4. Secciones transversales y vista frontal de la lámina foliar. Mesófilo heterogéneo bifacial. **a.** *Cecropia longipes*. **b.** *Cecropia peltata*. **c.** Cristal de carbonato de calcio (drusa) en *Cecropia longipes*. **Ep**-epidermis, **Pp**-parénquima en empalizada, **Ex**-extensión de la vaina vascular, **Pe**-parénquima esponjoso, **Cr**-cristal, * tricoma, · estoma. Escala en micrómetros (μm): 4a, 4b= 200; 4c= 100. Safranina etanólica 1 %.

indumento aracnoideo ubicado sobre la margen foliar de *C. membranacea*, permiten diferenciarla de *C. longipes* y *C. peltata*, lo que constituye una característica con una buena resolución taxonómica (Metcalfe y Chalk, 1950; Dickison, 2000) para tener en cuenta con un mayor número de especies.

Los tricomas pueden descansar sobre una célula o grupo de células epidérmicas; su organización es una característica diferenciable en las secciones paradérmicas de los especímenes objeto de estudio y se considera como un carácter diagnóstico en especies de *Guiera* Adans. ex Juss., *Combretum* Loefl. (Combretaceae) y *Gesnouinia arborea* (L. f.) Gaudich. (Urticaceae) (Stace, 1965). En el caso de los idioblastos, Ritcher (1898) definió estas estructuras como pelos cónicos cortos sobre la epidermis adaxial de *C. obtusifolia*, mientras que Bonsen y Ter Welle (1983) las describieron como papilas cónicas sobre la epidermis adaxial que contienen litocistos. Por su parte, Evert (2006) las denominó pelos cistolíticos o litocistos similares a pelos, formados principalmente de carbonato de calcio y sílice, encontrados en las familias Moraceae (Wu y Kuo-Huang, 1997), Boraginaceae (Rao y Kumar, 1995; Rapisarda *et al.*, 1997) y Cannabaceae (Mitosinka *et al.*, 1972; Dayanandan y Kaufman, 1976; Mahlberg y Kim, 2004). A lo anterior, Berg *et al.* (2005) agregan que estos pelos cistolíticos son cistolitos que sobresalen de la epidermis adaxial causando las superficies rugosas, muy comunes en el género *Cecropia*.

Sin embargo, es importante aclarar que Evert (2006) también manifiesta que si los pelos cistolíticos o litocistos similares a pelos contienen poco o nada de carbonato de calcio, no deben denominarse de esta manera, sino como idioblastos que aparecen en forma de tricomas atenuados cortos con engrosamiento en la base sobre el lado adaxial de la lámina foliar, vistos en *Cecropia obtusa* Trécul y *C. peltata* (Setoguchi *et al.*, 1993). A estas estructuras, Foster (1956) las consideró idioblastos epidérmicos, afirmando que estos tricomas unicelulares, así como las células guardas de los estomas, son de la misma naturaleza desde un punto de vista ontogenético. Además, se ha comprobado que la ausencia de cistolitos es una característica distintiva de

la tribu Cecropieae (antiguamente familia Cecropiaceae), excepto para el género *Poikilospermum* Zipp. ex Miq. (Renner, 1907; Chew, 1963; Berg, 1978), por lo que no deben ser considerados cistolitos o litocistos propiamente.

De acuerdo con lo anterior, Setoguchi *et al.* (1993) proponen un concepto que corresponde a lo observado en las especies *C. peltata* y *C. longipes*, manteniéndose ausentes sobre la superficie adaxial de *C. membranacea*. Este carácter tiene un gran significado taxonómico, por lo que se precisa de estudios más rigurosos para considerarlo como una sinapomorfía en Cecropieae (Setoguchi *et al.*, 1993).

Las hojas de *C. longipes* y *C. peltata* son anfiestomáticas y presentan estomas anomocíticos e isotricíticos en ambas superficies foliares, que son comunes en ambientes secos (Cutler *et al.*, 2007). Esto contrasta con lo planteado por Bonsen y Ter Welle (1983), quienes describieron estomas anomocíticos en la epidermis abaxial para el género *Cecropia*, por lo que la distribución anfiestomática de los estomas y el tipo de estoma isotricítico son nuevos reportes para las especies dentro del presente trabajo. No obstante, la especie *C. membranacea* mantiene la característica de hojas hipostomáticas descrita por los autores, con estomas anomocíticos, un tipo de hojas característico de plantas de ambientes con mayor disponibilidad de agua (Cutler *et al.*, 2007). Lo anterior demostraría que la distribución de estomas es un carácter que permite la separación de las especies que se ha utilizado como una característica taxonómica por debajo del nivel de familia en angiospermas (Stace, 1965; Francisco *et al.*, 2016).

El tipo de estomas isotricítico es descrito por primera vez para las especies *C. longipes* y *C. peltata*. Se trata de un modelo estomático conformado por tres células epidérmicas adyacentes de diferente forma y posición con tamaños similares (Prabhakar, 2004), distinto para *C. membranacea*, que no cuenta con este tipo de estomas. Este aparato estomático se ha considerado como una variación del tipo anomocítico por Metcalfe y Chalk (1950) y Stace (1965), pero su estructura es notablemente distinta y se reconoce como otro tipo de estoma de acuerdo con Prabhakar (2004).

Tabla 1. Características anatómicas comparativas de la lámina foliar de las especies.

Carácter	Especies			
	<i>Cecropia longipes</i>	<i>Cecropia membranacea</i>	<i>Cecropia peltata</i>	
Tipo de epidermis	Uni/pluriestratificada	Uniestratificada	Uniestratificada	
Forma de las células epidérmicas	Poligonal irregular	Poligonal regular hexagonal	Poligonal irregular	
Contorno de las células epidérmicas	Levemente sinuoso	Recto	Levemente sinuoso	
Indumento aracnoideo (superficie abaxial)	Presente	Ausente*	Presente	
Orden de las células de la base de los tricomas	Radial regular	Radial irregular	Radial regular	
Idioblastos en la epidermis adaxial	Presente	Ausente	Presente	
Tipo de estomas	Anomocítico/isotricítico	Anomocítico	Anomocítico/isotricítico	
Tipo de hoja/ distribución de los estomas	Anfistomática	Hipostomática	Anfistomática	
Mesófilo	Proporción del parénquima clorofiliano	2:1	1:1	2:1

* Restringido a la margen foliar.

El tipo de mesófilo heterogéneo bifacial de las especies *C. longipes*, *C. membranacea* y *C. peltata* coincide con lo reportado por Bonsen y Ter Welle (1983) para algunas especies de *Cecropia*. Sin embargo, es un nuevo carácter que se describe para las especies *C. longipes* y *C. membranacea*. Las diferencias se muestran en la constitución del mesófilo de algunos individuos, el cual está formado por cuatro capas de parénquima en empalizada en *C. longipes*, y por capas más gruesas en *C. peltata*. Se ha comprobado que esta conformación del parénquima clorofiliano se origina por la iluminación intensa y la deficiencia hídrica, lo que favorece la retención de agua, mejora la eficiencia fotosintética y el índice de transpiración y provoca como efecto contrario la disminución del grosor del parénquima esponjoso (García *et al.*, 2008; Jáuregui y Torres, 2014). Estos caracteres pueden ser una medida para minimizar el efecto de la transpiración, el aumento de la temperatura y de la radiación solar, pero es necesario evaluar en mayor detalle la relación con las variables ambientales para considerarlos rasgos de valor taxonómico para las especies.

Los cuerpos perlas son tricomas glandulares compuestos por carbohidratos, lípidos y proteínas (Rickson, 1976; O'Dowd, 1982), considerados rasgos comunes y de valor diagnóstico en las especies de Urticaceae, así como los cristales de carbonato de calcio (Metcalf y Chalk, 1950; Faheed *et al.*, 2013), especialmente si se combinan con otras características foliares, como los tipos de estomas y tricomas. Al observarse formas y distribuciones similares de los cuerpos perlas y los cristales en *C. longipes*, *C. membranacea* y *C. peltata*, estos rasgos pueden considerarse como comunes a las tres especies en estudio.

CONCLUSIONES

La anatomía de la lámina foliar de las especies *C. longipes*, *C. membranacea* y *C. peltata* mostró diferencias en varias de las características evaluadas. La forma de las células epidérmicas, el contorno de las células epidérmicas, el indumento aracnoideo en la superficie abaxial, la organización de las células de la base de los tricomas, los idioblastos en la cara adaxial, el tipo de estomas y la distribución de los estomas, son caracteres que permiten diferenciar las especies, particularmente a *C. membranacea* que presentó características únicas. Las especies *C. longipes* y *C. peltata* son muy similares y aunque los caracteres como la epidermis pluriestratificada y la proporción del parénquima clorofiliano (número de capas celulares) podrían diferenciarlas, no fueron constantes para todos los individuos de la muestra. Lo anterior sugiere que podría existir una relación con la variación ambiental, la cual debe ser evaluada en detalle, al igual que los rasgos del peciolo y la madera, para considerarlos como caracteres de interés taxonómico que contribuyan con la delimitación de las especies del grupo con una mejor resolución.

AGRADECIMIENTOS

Al Herbario de la Universidad de Córdoba (HUC) por facilitar la consulta de su colección y apoyo. A Heidy Saab Ramos, Juan Pablo Chica y Martha Isabel Guerra por su orientación y colaboración en campo y laboratorio. A Merly Carillo Fajardo y Jorge Enrique Arias por sus aportes al documento. A los revisores anónimos por su valiosa contribución.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no hay conflicto de intereses

REFERENCIAS

- Barthlott W. Epidermal and seed surface characters of plants: systematic applicability and some evolutionary. *Nordic J Bot.* 1981;1(3):345-355. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1756-1051.1981.tb00704.x>
- Berg CC. Cecropiaceae a new family of the Urticales. *Taxon.* 1978;1:39-44. Doi: <https://doi.org/10.2307/1220477>
- Berg CC, Franco RP, Davidson DW. *Flora Neotrópica: Cecropia*. Vol. 94. Bronx: The New York Botanical Garden Press; 2005. 230 p.
- Bonsen KJ, Ter Welle BJH. Comparative wood and leaf anatomy of the Cecropiaceae (Urticales). *B Mus Natl Hist Nat.* 1983;2:151-177.
- Bonsen KJ, Ter Welle BJH. Systematic wood anatomy and affinities of the Urticaceae. *Bot Jahrb Syst.* 1984;105:49-71. Doi: <https://doi.org/0006-8152/84/0105-004>
- Carvajal S, González VLM. La familia Cecropiaceae en el estado de Jalisco, México. 1ra ed. México D.F.: Universidad de Guadalajara; 2005. 25 p.
- Castro ME, Torrecilla P. Estudio de la epidermis foliar en algunas especies de *Bursera* Jacq. Ex L. (Burseraceae) y sus implicaciones taxonómicas. *Acta Bot Mex.* 2013;105:11-29. Doi: <https://doi.org/10.21829/abm105.2013.223>
- Chew WL. A revision of the genus *Poikilospermum* (Urticaceae). Singapore: Government Printing Office; 1963. 104 p.
- Coelho VPM. Anatomia foliar, prospecção fitoquímica e da atividade antioxidante de extratos de *Ficus* subgénero *Pharmacosycea* (Miq.) Miq. (Moraceae) (tese de doutorado). Viçosa: Programa de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Federal de Viçosa; 2013. 69 p.
- Cutler D, Botha T, Stevenson D. *Plant anatomy an applied approach*. London: Blackwell Publishing; 2007. 302 p.
- D'Ambrogio A. *Manual de técnicas de histología vegetal*. Buenos Aires: Editorial Hemisferio sur S.A.; 1986. 83 p.
- Davidson DW, Fisher BL. Symbiosis of ants with *Cecropia* as a function of light regime. En: Huxley CR, Cutler DF, editores. *Ant-plant interactions*. Oxford: Oxford University Press; 1991. p. 289-309.
- Davidson DW, Foster RB, Snelling RR, Lozada PW. Variable composition of some tropical ant-plant symbioses. En: Price P, Lewinsohn T, Fernandes G, Benson W, editores. *Herbivory: tropical and temperate perspectives*. New York: John Wiley. 1991. p. 145-162.
- Dayanandan P, Kaufman PB. Trichomes of *Cannabis sativa* L. (Cannabaceae). *Am J Bot.* 1976;63(5):578-591. Doi: <https://doi.org/10.2307/2441821>
- Dickson WC. *Integrative Plant Anatomy*. California: Academic Press; 2000. 533 p.
- Evert RF. *Esau's plant anatomy, meristems, cells, and tissues of the plant body: their structure, function, and development* (3th ed). New Jersey: John Wiley & Sons; 2006. p. 211-243.
- Faheed F, Mazen A, Abd Elmohsen S. Physiological and ultrastructural studies on calcium oxalate crystal formation in some plants. *Turk J Bot.* 2013;37(1):139-152. Doi: <https://doi.org/10.3906/bot-1112-19>
- Font Quer P. *Diccionario de botánica* (2da ed). Barcelona: Ediciones Península S.A.; 2000. 1244 p.
- Foster AS. Plant idioblasts: remarkable examples of cell specialization. *Protoplasma.* 1956;46(1-4):184-193. Doi: <https://doi.org/10.1007/BF01248877>
- Francisco NF, Osuna HTG, Mendoza AB, Juárez AH, Godina FR. Morphology and leaf anatomy of *Dasyllirion cedrosanum* at different stages of development. *Rev Mex De Cienc Agric.* 2016;7(7):1679-1687. <https://doi.org/10.29312/remexca.v7i7.161>
- Franco RP, Berg CC. Distributional patterns of *Cecropia* (Cecropiaceae): A panbiogeographic analysis. *Caldasia.* 1997;19(1-2):285-296.
- García M, Jáuregui D, Medina E. Adaptaciones anatómicas foliares en especies de angiospermas que crecen en la zona costera del Estado Falcón (Venezuela). *Acta Bot Venez.* 2008;31(1):291-306.
- Gaglioti AL. *Urticaceae Juss. no Estado de São Paulo, Brasil (dissertação de mestrado)*. São Paulo: Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade vegetal e Meio ambiente, Instituto de Botânica; 2011. 209 p.
- Gomes SMA, Silva SEM, Lombardi JA, Azevedo AA, Vale FEA. Anatomia foliar como subsídio à taxonomia de Hippocrateoideae (Celastraceae) no Sudeste do Brasil. *Acta Bot Bras.* 2005;19(4):945-961. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062005000400029>
- Hadijah JT, Conn BJ, Quinn CJ. Intrafamilial phylogeny of Urticaceae, using chloroplast sequence data. *Aust Syst Bot.* 2008;21(5):375-385. Doi: <https://doi.org/10.1071/SB08041>
- Hallé F, Oldeman RAA, Tomlinson PB. *Tropical trees and forests: an architectural analysis*. Berlín: Springer; 1978. 441 p.
- Jáuregui D, Torres S. Anatomía de la lámina foliar de especies arbóreas predominantes en la Estación Experimental Nicolasito, Estado Guárico, Venezuela. *Saber (Cumana).* 2014;26(4):373-384.
- Johansen DA. *Plant microtechnique*. New York: McGraw-Hill; 1940. 523 p.
- Linares EL, Moreno MEA. Morfología de los frutiolos de *Cecropia* (Cecropiaceae) del Pacífico Colombiano y su valor taxonómico en el estudio de dietas de murciélagos. *Caldasia.* 2010;32(2):275-287.
- Lobova TA, Mori SA, Blanchard F, Peckham H, Charles-Dominique P. *Cecropia* as a food resource for bats in French Guiana and the significance of fruit structure in seed dispersal and longevity. *Am J Bot.* 2003;90(3):388-403. Doi: <https://doi.org/10.3732/ajb.90.3.388>
- Mahlberg PG, Kim ES. Accumulation of cannabinoids in glandular trichomes of *Cannabis* (Cannabaceae). *JIH.* 2004;9(1):15-36. Doi: https://doi.org/10.1300/J237v09n01_04

- Metcalfe CR. The leaf: General topography and ontogeny of the tissues. En: Metcalfe CR, Chalk L. Anatomy of the dicotyledons: Systematic anatomy of the leaf and stem (2nd ed, Vol. 1). London: Oxford University Press; 1979. p. 63-75.
- Metcalfe CR, Chalk L. Anatomy of the dicotyledons: Leaves, stem, and wood in relation to taxonomy with notes on economic uses (Vol. 1). London: Oxford at The Clarendon Press; 1950. 723 p.
- Mitosinka GT, Thornton JI, Hayes TL. The examination of cystolithic hairs of *Cannabis* and other plants by means of the scanning electron microscope. J Forensic Sci Soc. 1972;12(3):521-529. Doi: [https://doi.org/10.1016/S0015-7368\(72\)70717-3](https://doi.org/10.1016/S0015-7368(72)70717-3)
- Palencia SG, Mercado FT, Combatt CE. Estudio agroclimático del departamento de Córdoba. Montería: Fondo editorial de la Universidad de Córdoba; 2006. 117 p.
- O'Dowd D. Pearl bodies as ant food: an ecological role for some leaf emergences of tropical plants. Biotropica. 1982;14(1):40-49. Doi: <https://doi.org/10.2307/2387758>
- Prabhakar M. Structure, delimitation, nomenclature and classification of stomata. Acta Bot Sin. 2004;46(2):242-252.
- Rao BH, Kumar KV. Lithocysts as taxonomic markers of the species of *Cordia* L. (Boraginaceae). Phytologia. 1995;78(4):260-263.
- Rapisarda A, Iauk L, Ragusa S. Micromorphological study on leaves of some *Cordia* (Boraginaceae) species used in traditional medicine. Econ Bot. 1997;51(4):385-391. Doi: <https://doi.org/10.1007/BF02861049>
- Raymúndez MB, De Enrech NX, Escala M. Estudios morfoanatómicos foliares en especies del género *Hymenocallis* Salisb. (Amaryllidaceae) presentes en Venezuela: relación entre los caracteres morfoanatómicos foliares y el ambiente en el que se desarrollan las plantas. Acta Bot Venez. 2000; 23(1):69-87.
- Renner O. Beiträge zur Anatomie und Systematik der Artocarpeen und Conocephaleen, insbesondere der Gattung *Ficus*. Bot Jahrb Syst. 1907;39:319-448.
- Richter A. Über die Blattstruktur der Gattung *Cecropia* insbesondere einiger bisher unbekannter Imbauba-Bäume des tropischen Amerika. Biblioth Bot. 1898;43:1-25.
- Rickson F. Anatomical development of the leaf trichilium and mullerian bodies of *Cecropia peltata* L. Am J Bot. 1976;63(9):1266-1271. Doi: <https://doi.org/10.1002/j.1537-2197.1976.tb13210.x>
- Setoguchi H, Tobe H, Ogba H, Okazaki M. Silicon-accumulating idioblasts in leaves of *Cecropiaceae* (Urticales). J Plant Res. 1993;106(4):327-335. Doi: <https://doi.org/10.1007/BF02345977>
- Soto XM, Villamizar KM. Diversidad del género *Cecropia* Loefl. (*Cecropiaceae*) y asociaciones mirmecofílicas en relictos de Bs-T en la vía Ciénaga de Oro- La Ye (Córdoba-Colombia) (trabajo de grado). Montería: Departamento de Biología, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad de Córdoba; 2012. 46 p.
- Stace CA. Cuticular studies as an aid to plant taxonomy. Bull Br Mus. 1965;4(1):1-88.
- Wu CC, Kuo-huang LL. Calcium crystals in the leaves of some species of *Moraceae*. Bot Bull Acad Sin. 1997;38:97-104.
- Zalamea PC, Muñoz F, Stevenson PR, Paine CET, Sarmiento C, Sabatier D, Heuret P. Continental-scale patterns of *Cecropia* reproductive phenology: evidence from herbarium specimens. Proc R Soc B. 2011;278:2437-2445. Doi: <https://doi.org/10.1098/rspb.2010.2259>