

Venación foliar de tres especies de *Cedrela* (Meliaceae) de los andes del Perú

Leaf venation of three *Cedrela* species (Meliaceae) from the Andes of Peru

Akira A. Wong Sato^{1,2,*} y Carlos Reynel¹

Recibido: 10 enero 2021 | **Aceptado:** 19 setiembre 2021 | **Publicado en línea:** 29 diciembre 2021
Citación: Wong Sato, AA; Reynel, C. 2021. Venación foliar de tres especies de *Cedrela* (Meliaceae) de los andes del Perú. Revista Forestal del Perú 36(2): 227-246. DOI: <http://dx.doi.org/10.21704/rfp.v36i2.1800>

Resumen

Información sobre la venación foliar del género *Cedrela*, y de la familia Meliaceae en general, es escasa. En este estudio usamos la técnica de diafanización para facilitar la caracterización de la venación foliar de tres especies de *Cedrela*: *C. angustifolia*, *C. montana* y *C. nebulosa*. Además, usamos análisis de correspondencia múltiple para determinar si existe alguna relación entre las especies estudiadas y ciertas características de sus venaciones. Las tres especies estudiadas presentan características similares de venación laminar, venaciones inferiores y superiores, areolas y vénulas. Asimismo, los análisis de correspondencia múltiple sugieren que la venación foliar es muy similar entre las tres especies. Sin embargo, *C. nebulosa* puede ser diferenciada de las otras dos especies estudiadas por su angosta vena primaria en relación con el ancho de la lámina.

Palabras clave: *Cedrela*, Meliaceae, venación foliar, diafanización

Abstract

Information on the foliar venation of the genus *Cedrela*, and in general of the Meliaceae family, is scarce. In this study, we used the diaphanization technique to facilitate the characterization of foliar venation of three *Cedrela* species: *C. angustifolia*, *C. montana* and *C. nebulosa*. Furthermore, we used a various multiple correspondence analysis to determine if there is any relationship between the studied species and specific characteristics of their venation patterns. The three studied species showed similar characteristics of laminar venation, lower and upper veins, areolae, and venules. Similarly, the multiple correspondence showed that the foliar venation patterns of the three studied species is similar. However, *C. nebulosa* can be differentiated from the other two studied species by its narrow primary vein in relation to the width of the lamina.

Key words: *Cedrela*, Meliaceae, foliar venation, diaphanization

¹Departamento Académico de Manejo Forestal, Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM), Lima, Perú.

²División de Ecología Vegetal - CORBIDI, Lima, Perú.

* Autor de Correspondencia: ws.akira@corbidi.org

Introducción

El género *Cedrela* L. (Meliaceae) es nativo del Neotrópico. Se encuentra desde México hasta Argentina, ampliamente distribuido en bosques caducifolios tropicales (Muellner *et al.* 2010). Este género se encuentra muy emparentado a *Toona* (Endl.) M.Roem. único género con el que forma la tribu Cedreleae (Muellner *et al.* 2003); a pesar de esto, ambos géneros no comparten la misma distribución (Hua y Edmonds 2008).

Varias especies de *Cedrela* poseen elevado valor comercial por la alta calidad de sus maderas, y son actualmente sobreexplotadas. Dentro de la Lista Roja de la UICN, podemos encontrar especies clasificadas en Peligro crítico: *Cedrela discolor* S. F. Blake (Fuentes *et al.* 2019a) y *Cedrela dugesii* S. Watson (Samain *et al.* 2019); en Peligro: *Cedrela oxacensis* C. DC. & Rose y *Cedrela angustifolia* Moc. & Sesse ex DC. (Llamozas 1998, Fuentes *et al.* 2019b), como Vulnerable: *Cedrela odorata* L. y *Cedrela fissilis* Vell (Mark y Rivers 2017, Barstow 2018); y finalmente en Preocupación Menor *Cedrela tonduzii* C. DC. y *Cedrela salvadorensis* Standl. (BGCI e IUCN 2019, Fuentes *et al.* 2019c). Adicionalmente, todas las poblaciones del Neotrópico de *Cedrela* spp. se encuentran en el apéndice II de CITES (CITES 2021).

La identificación de especies del género *Cedrela* es indispensable para el planeamiento, desarrollo y ejecución de actividades económicas; especialmente en regiones donde la diversidad de especies es muy alta, como el Perú, y diferentes especies pueden compartir características morfológicas vegetativas, aun siendo miembros de diferentes taxones.

La familia Meliaceae y el género *Cedrela* cuentan con caracteres diagnóstico que ayudan a su identificación. Los caracteres diagnósticos de la familia Meliaceae son: hojas alternas y compuestas, pinnadas o bipinnadas; flores actinomorfas, con estambres parcial o completamente fusionados en un tubo y frecuentemente con un disco nectarífero intraestaminal; frutos cápsulas, bayas o drupáceos; semillas secas y

aladas o carnosas y sin alas. Y los caracteres diagnósticos del género *Cedrela* son: corteza externa agrietada; hojas paripinnadas, raramente imparipinnadas; foliolos falcados con bases asimétricas; fruto cápsula ovoide 3–5-valvado con semillas aladas. Adicionalmente, Gentry (1996) y Reynel *et al.* (2003) mencionan que la corteza interna de *Cedrela* posee un olor similar al ajo.

La venación foliar ha demostrado su utilidad taxonómica para varios ordenes de plantas con flores como Alismatales (Fonsêca *et al.* 2007), Asterales (Aworinde *et al.* 2013), Gentiales (Pacheco-Trejo *et al.* 2009) y Malpighiales (Cervantes *et al.* 2009), entre otros; e incluso en helechos (Tejero-Díez *et al.* 2010). Para el orden Sapindales, los estudios enfocados en la venación foliar son escasos, pero se han realizado para las familias Sapindaceae (Buijsen 1995, Adeyemi *et al.* 2013, Cao *et al.* 2014), Rutaceae (Muntoreanu *et al.* 2011), Simaroubaceae (Cronquist 1944, Wendt y Lott 1985), Meliaceae (Sarma *et al.* 1992, Tadavi y Bhadane 2013) y Anacardiaceae (Andrés-Hernández y Terrazas 2009); demostrando la importancia de la venación foliar para estas familias, con la excepción de Simaroubaceae.

Particularmente para Meliaceae, Sarma *et al.* (1992), y Tadavi y Bhadane (2013) realizaron estudios donde se comparó la venación foliar de varias especies de Meliaceae, y determinaron que la venación de la lámina, la venación marginal y las areolas son características de importancia taxonómica, Tadavi y Bhadane (2013) también consideraron que lo son la vena primaria y las vénulas.

La venación foliar del género *Cedrela* ha sido escasamente descrita. Las descripciones y comparaciones de Sarma *et al.* (1992), y Tadavi y Bhadane (2013) no consideran especies de este género; Sarma *et al.* (1992) originalmente consideró a *Cedrela serrata* Royle y *Cedrela toona* Roxb., pero actualmente son consideradas sinónimos de *Toona sinensis* (Juss.) M. Roem y *Toona ciliata* M.Roem, respectivamente. Pennington y Muellner (2010) describieron una venación laminar eucamptódroma para la totalidad de especies del género, con

excepción de *C. montana*, que presenta un patrón de venación laminar eucamptódroma o broquidódroma. Estas descripciones de *Cedrela* coinciden con las de Pennington (2006) para *C. fissilis* y *C. odorata*, especies de *Cedrela* distribuidas en la Reserva Ducke (Brasil), las cuales junto con *C. angustifolia* son las tres especies de *Cedrela* distribuidas en territorio brasileño (Pennington 1981). Reynel *et al.* (2017) incluyen el número de pares de venas secundarias como la única característica de venación foliar en sus descripciones de *Cedrela* spp. del Perú, característica que usa para la diferenciación de estas especies. Con excepción del ejemplo anterior, no se han determinado otras características de la venación foliar de importancia taxonómica para *Cedrela*.

El objetivo de este estudio es contribuir a la identificación de *Cedrela* (Meliaceae) en Perú, determinando patrones de variación en la nervación foliar que pueden tener un valor taxonómico para la identificación grupal de este taxón. Se trata del primer estudio sobre la venación foliar de *Cedrela* en Perú.

Materiales y Métodos

Especies estudiadas

a) *Cedrela angustifolia* Sessé & Moc. ex DC. (sinónimos: *Cedrela boliviana* Rusby, *Cedrela herrerae* Harms, *Cedrela lilloi* C. DC., *Cedrela steinbachii* Harms, *Pterosiphon multivenius* Turcz., *Surenus angustifolia* (Sessé & Moc. ex DC.) Kuntze)

Cedrela angustifolia se encuentra distribuida en Ecuador, Perú, Bolivia y Argentina, en bosques húmedos montanos y de neblina, casi siempre entre 1800–3500 msnm (Pennington y Muellner 2010, Reynel *et al.* 2017). En Perú se encuentra distribuido entre 1100–1200 msnm, en los departamentos de Amazonas, Ancash, Apurímac, Cajamarca, Pasco, Cuzco, Junín y Piura (Reynel *et al.* 2017). Posee una amplia distribución, abarcando toda la sierra peruana, pero tiene una densidad poblacional baja debido a la tala con fines maderables, desde épocas coloniales, y por la segmentación de

los bosques con fines agrícolas (Reynel *et al.* 2017).

Foliolos de forma lanceolada, con ancho foliar de 2–3.5 cm (Reynel *et al.* 2017). Venación laminar eucamptódroma, (9-)11–17 pares de venas secundarias, ascendientes, rectas y paralelas. Venaciones superiores reticuladas o areoladas (Pennington y Muellner 2010). Reynel *et al.* (2017) señala que tiene 15–22 pares de venas secundarias.

b) *Cedrela montana* Moritz ex Turcz

Cedrela montana se encuentra distribuida en Colombia, Venezuela, Ecuador y Perú, en bosques húmedos montanos y de neblina, entre 1300–3000 msnm (Pennington y Muellner 2010, Reynel *et al.* 2017). Esta especie se encuentra distribuido entre 1300–3000 msnm, en los departamentos de Amazonas, Pasco y San Martín, y tiene poblaciones reducidas o extremadamente reducidas (Reynel *et al.* 2017).

Foliolos de forma lanceolada-oblonga, con ancho foliar de 3–6 cm (Reynel *et al.* 2017). Venación laminar eucamptódroma o broquidódroma, 15–23 pares de venas secundarias frecuentemente extendiéndose o ligeramente ascendente, rectas o ligeramente arqueada, paralelas. Venaciones superiores reticuladas o areoladas (Pennington y Muellner 2010). Reynel *et al.* (2017) señala que tiene 12–16 pares de venas secundarias.

c) *Cedrela nebulosa* T. D. Penn. & Daza

Cedrela nebulosa se encuentra distribuida en Colombia, Ecuador y Perú, en bosques húmedos montanos y de neblina, principalmente entre 1100–2400 msnm; asimismo es común en bosques perturbados y secundarios (Pennington y Muellner 2010, Reynel *et al.* 2017). En Perú se encuentra distribuido entre 1100–2400 msnm, en los departamentos de Amazonas, Cajamarca, Pasco, Junín, San Martín y Ucayali, y tiene poblaciones reducidas o extremadamente reducidas (Reynel *et al.* 2017).

Foliolos de forma lanceolada-oblonga/elíptica, con un ancho foliar de 5–7 cm (Reynel *et al.* 2017). Venación laminar eucamptódroma, 11–16 pares de venas secundarias, superficial-

Especie	Código de la muestra obtenida	Datos de especímenes usados				
		Lugar de colecta	Coordenadas (S, O) ¹	Altura (msnm)	Código de colecta	Fecha de colección
<i>C. angustifolia</i>	A1	Junín - San Ramón	-	2000	T. D. Pennington <i>et al.</i> , 17723	26 - 30 nov 2004
	A2	Cuzco - Challabamba	13°02', 71°48'	2490	C. Flores <i>et al.</i> 429	23 mar 2002
	A3	Pasco - Oxapampa	-	2005	A. Daza <i>et al.</i> 4272	30 ago - 3 set 2005
	A4	Cuzco - Oropesa	13°35', 71°47'	3100	C. Flores N. 425	9 mar 2002
<i>C. montana</i>	M1	Junín - Satipo	-	1200 - 1300	I. Larco Roca s/n	27 ago 1998
	M2	Junín - Rio Tambo	-	1358	A. Daza y M. D. Silvia 5724	3 nov 2013
	M3	Pasco - Oxapampa	-	2300	E. Vasquez A. 110	9 ago 1967
	M4	Amazonas - San Carlos	5°53', 77°56'	2300	T. D. Pennington y A. Daza 18709	24 nov 2007
<i>C. nebulosa</i>	N1	Pasco - Huancabamba	10°26', 75°30'	1700	T. D. Pennington y A. Daza 16441	19 nov 1998
	N2	Amazonas - Florida	5°42', 77°54'	1920	T. D. Pennington y A. Daza 16804	26 nov 1999
	N3	Pasco - Oxapampa	-	1850	A. Daza 4030	30 dic 2004
	N4	Amazonas - Pedro Ruíz Gallo	5°45', 77°40'	1700	T. D. Pennington <i>et al.</i> 17645	4 dic 2003

Cuadro 1. Especímenes usados para la colección de muestras y detalles de su colección. 1 Algunas colecciones no presentaban datos de coordenadas. En el caso de M2, los datos de las coordenadas son incorrectos y fueron obviados.

mente ascendientes, rectas o algo ligeramente arqueadas, paralelas. Venaciones superiores ambiguas, oblicuas a reticuladas (Pennington y Muellner 2010, Reynel *et al.* 2017).

Selección de material foliar

La revisión taxonómica estuvo basada en especímenes de colecciones del Herbario Forestal MOL. Por cada especie estudiada se eligieron cuatro especímenes de las colecciones del herbario (Cuadro 1), número que fue limitado por la calidad de especímenes con duplicados. De cada espécimen elegido se seleccionó un foliolo intermedio de las hojas maduras. Estos foliolos fueron tratados como muestras.

Diafanización

El proceso de Diafanización usado en este estudio se basó en el desarrollado por Pariente (2018) para muestras secas. Este proceso se realizó en el Laboratorio de Pulpa y Papel y en el Laboratorio de Dendrología de la Facultad de Ciencias Forestales (FCF) - Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM).

Medición y descripción de caracteres de la venación foliar

Para facilitar las medidas de los niveles de venación inferior (primarias, secundarias y terciarias) y venas intersecundarias, las muestras diafanizadas fueron digitalizadas con un

escáner Epson L495 a 1200 pp. Así mismo, las muestras fueron observadas bajo un estereoscopio LW Scientific Achiever.

En el caso de niveles de venación superior, la medida de estos elementos fue asistida con un microscopio Leica DM750 y un módulo cámara digital Leica ICC50 W del Laboratorio de Anatomía de la Madera de la FCF – UNALM, con los cuales se tomaron tres fotomicrografías (40 x) al azar de las partes centrales de las láminas foliares de las muestras, conforme a lo recomendado por Ash *et al.* (1999), ya que venaciones de nivel superior, areolas y vénulas de áreas basales y apicales son variables a nivel interespecífico. Para las areolas y vénulas, se eligió una de las tres fotomicrografías anteriores al azar, por consiguiente, solo se usaron datos de las partes centrales de las láminas foliares. Se usó el software Fiji (Schindelin *et al.* 2012) para la medición de diversas características de las venas y areolas, de las digitalizaciones basadas en los escaneos y fotomicrografías (40 x). Finalmente, para la descripción de la venación foliar nos basamos en las clasificaciones de caracteres de venación foliar de Hickey (1973) y Ash *et al.* (1999).

Análisis estadísticos

Se usaron análisis de correspondencia múltiple (MCA) para caracterizar las especies estudiadas por sus venas secundarias, venas inter-secundarias, areolas y vénulas a fin de determinar su utilidad en la diferenciación de estas especies. Para este análisis se usó el software R (R Core Team 2019), con los paquetes 'FactoMineR' (Lê *et al.* 2008) y 'factoextra' (Kassambara y Mundt 2017).

Para las venas secundarias se tomó en cuenta el tipo de ángulo en relación con la vena primaria. Para las venas inter-secundarias, adicionalmente al tipo de ángulo, también se tomó en cuenta el tipo de vena (simple o compuesto). Se usaron los datos del total de las venas, tanto secundarias como inter-secundarias, de todo el limbo de las cuatro muestras de cada especie estudiada.

En el caso de las areolas, se usaron las clasificaciones de sus tamaños y formas (número

de lados) y vénulación (presencia o ausencia de vénulas). Y en el caso de las vénulas, se usaron los datos de sus tipos. Para los datos de areolas y vénulas se usaron una de las tres fotomicrografías de cada muestra.

En caso de que alguna característica pueda ser potencialmente usada para la diferenciación de las especies estudiadas, esta se analizó mediante las pruebas de ANOVA y Tukey con el software R (R Core Team 2019).

Depósito de muestras

Los foliolos diafanizados de *C. angustifolia* (muestras A1, A2, A4 y A4), *C. montana* (muestras M1, M2, M4 y M4) y *C. nebulosa* (muestras N1, N2, N4 y N4) fueron depositadas en el herbario forestal MOL.

Resultados

Descripción de la venación foliar de las especies estudiadas

a) *Cedrela angustifolia* Sessé & Moc. ex DC.

Venación de la lámina pinnada y eu-camptódroma (Figura 1). Vena primaria de ancho moderado (1.25–2%) a fuerte (2–4%) relativo a la lámina foliar, leve a claramente curvado, perceptiblemente en un arco continuo (Figura 1). Venas secundarias de ancho mediano relativo a la vena primaria, inter-espaciadas uniforme o semi-uniformemente, aumentando hacia la base y ápice, o únicamente a la base; ángulo de divergencia en el ápice es agudo-moderado (45–65°) y agudo-ancho (65–80°), en el limbo medio agudo-moderado y agudo-ancho, y en la base agudo-moderado, agudo-ancho y ocasionalmente recto (80–100°); recorrido en el ápice recto y abruptamente curvo, en el limbo medio recurvas, abrupta- y uniformemente curvo, y en la base recurvo, abrupta- y uniformemente curvo (Figura 1). Venas inter-secundarias raras (0–25%) a poco frecuentes (25–50%), simples y compuestas; ángulo de divergencia predominante en relación con la parte apical de la vena primaria recto a agudo-ancho (Figura 1). Venas terciarias con patrón mixto alterna/opuesta-percurrente (simples o ramificadas), curso bifurcado y sinuoso; ángulo

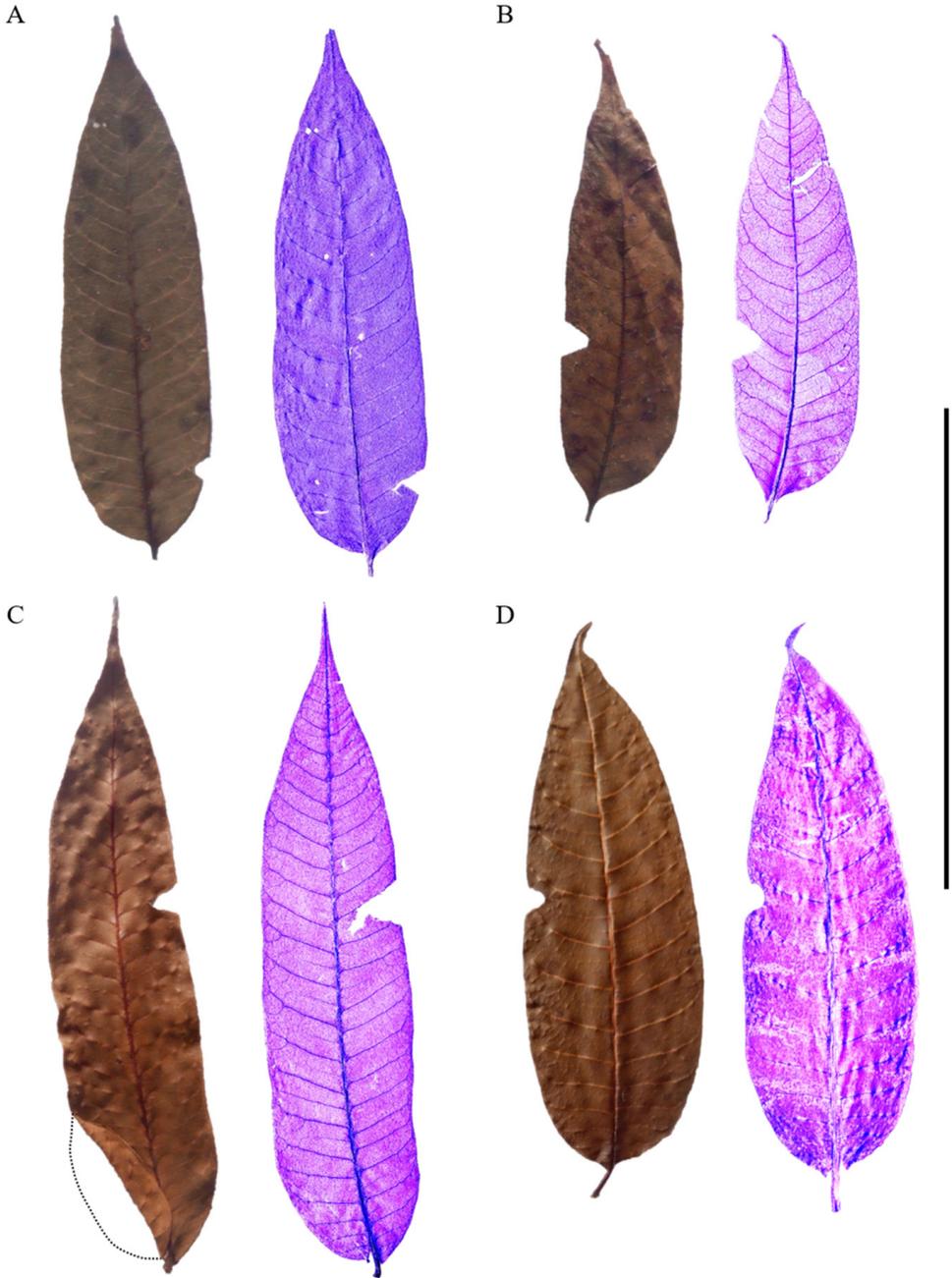


Figura 1. Foliolos de *C. angustifolia* antes y después del proceso de diafanización. Izquierda y derecha, foliolo antes y después del proceso de diafanización, respectivamente. (A) muestra 'A1'; (B) muestra 'A2'; (C) muestra A3'; (D) muestra 'A4'. Escala = 10 cm.

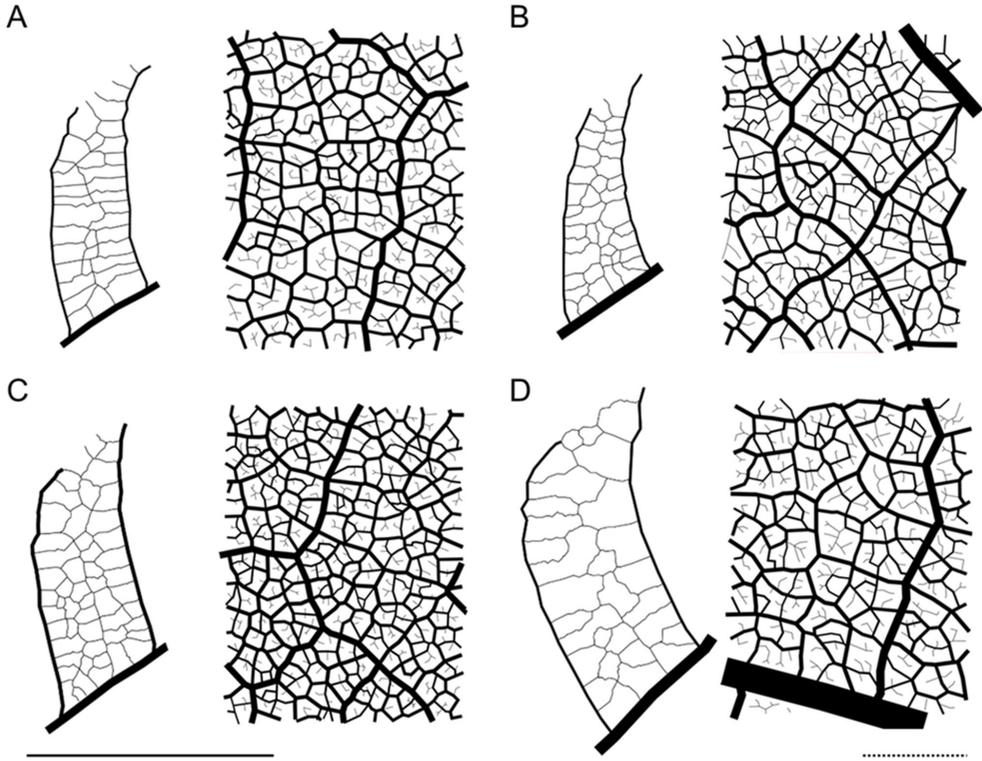


Figura 2. Detalles de venaciones terciarias, areolas y vénulas del limbo medio de folíolos de *C. angustifolia*. Izquierda: las líneas de mayor a menor grosos representan a la vena primaria, secundarias y terciarias, respectivamente (escala izquierda); derecha: detalles de areolas y vénulas (escala derecha). (A) muestra 'A1'; (B) muestra 'A2'; (C) muestra 'A3'; (D) muestra 'A4'. Escala izquierda = 2 cm; escala derecha = 1000 μ m.

lo en relación con venas secundarias recto, y en relación con la vena primaria oblicuo, decreciendo apicalmente (Figura 2). Venas cuaternarias con patrón alterna percurrente (sin ramificación) - reticuladas al azar (ángulos variados de anastomosis); ancho mediano relativo a la vena terciaria. Venas quintenarias y sextenarias reticuladas al azar. Venas septenarias dicotómicas (ramificadas libremente). Venación final marginal arqueada sin dientes (Figura 1). Areolas bien desarrolladas; pequeñas (0.01–0.1 mm^2) a muy pequeñas (< 0.01 mm^2), escasas y medianas (0.1–1 mm^2) raras; de cinco lados o más a cuadriláteras escasas y triangulares (Figura 2). Vénulas raramente no presentes; simples lineales a simples curvadas, bifurcadas y bifurcadas dos o más veces raras (Figura 2).

b) *Cedrela montana* Moritz ex Turcz

Venación de la lámina pinnada y eu-camptódroma (Figura 3). Vena primaria de ancho moderado (1.25–2%) a fuerte (2–4%) relativo a la lámina foliar, recto o claramente curvado, perceptiblemente en un arco continuo (Figura 3). Venas secundarias de ancho mediano relativo a la vena primaria, inter-espaciadas irregular o semi-uniformemente, aumentando hacia la base y ápice, o únicamente a la base; ángulo de divergencia en el ápice agudo-moderado (45–65°) y agudo-ancho (65–80°), en el limbo medio agudo-moderado y agudo-ancho, y en la base agudo-ancho y recto (80–100°); recorrido en el ápice uniformemente curvo, en el limbo medio abrupta- y uniformemente

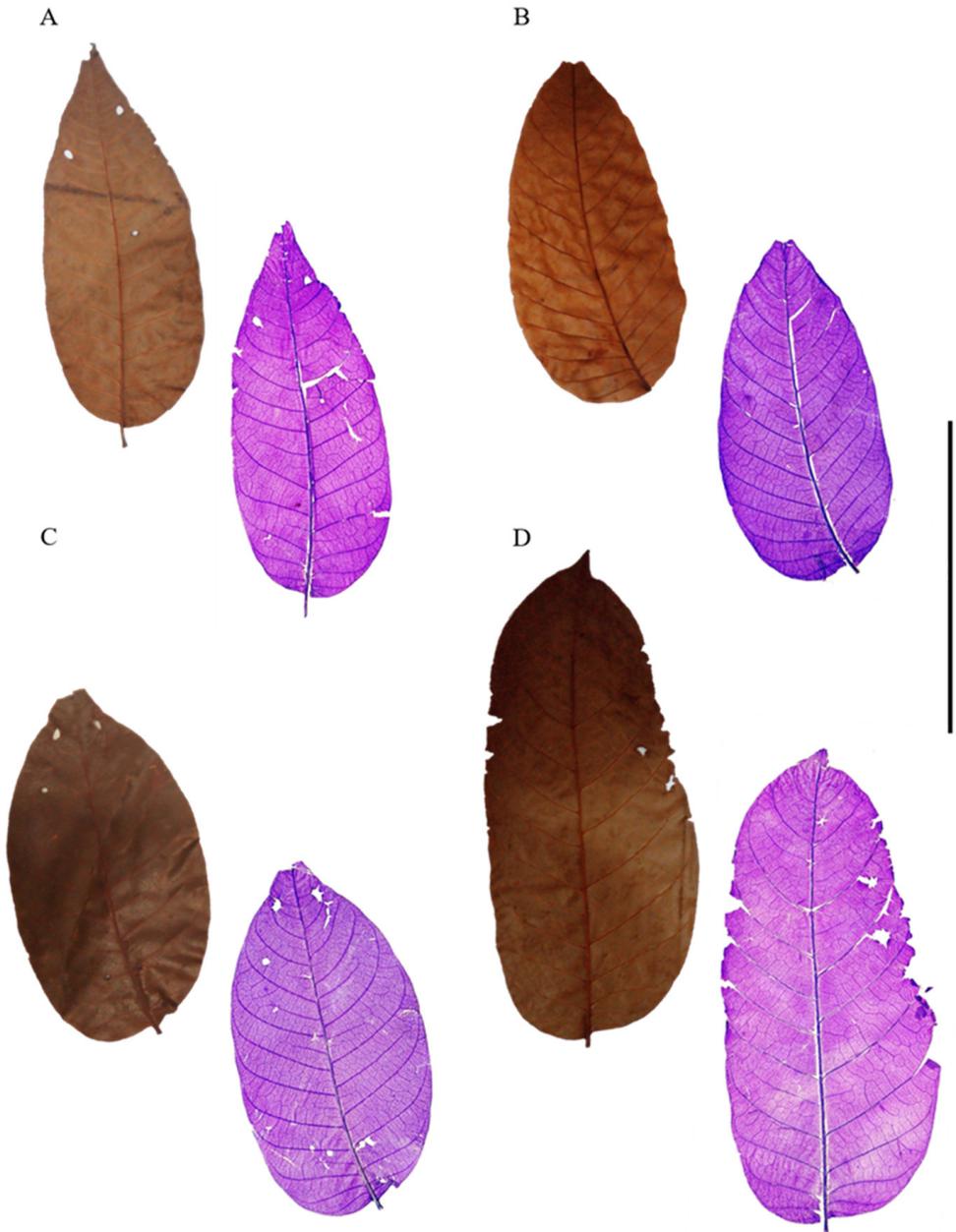


Figura 3. Foliolos de *C. montana* antes y después del proceso de diafanización. Izquierda y derecha, foliolo antes y después del proceso de diafanización, respectivamente. (A) muestra 'M1'; (B) muestra 'M2'; (C) muestra 'M3'; (D) muestra 'M4'. Escala = 10 cm.

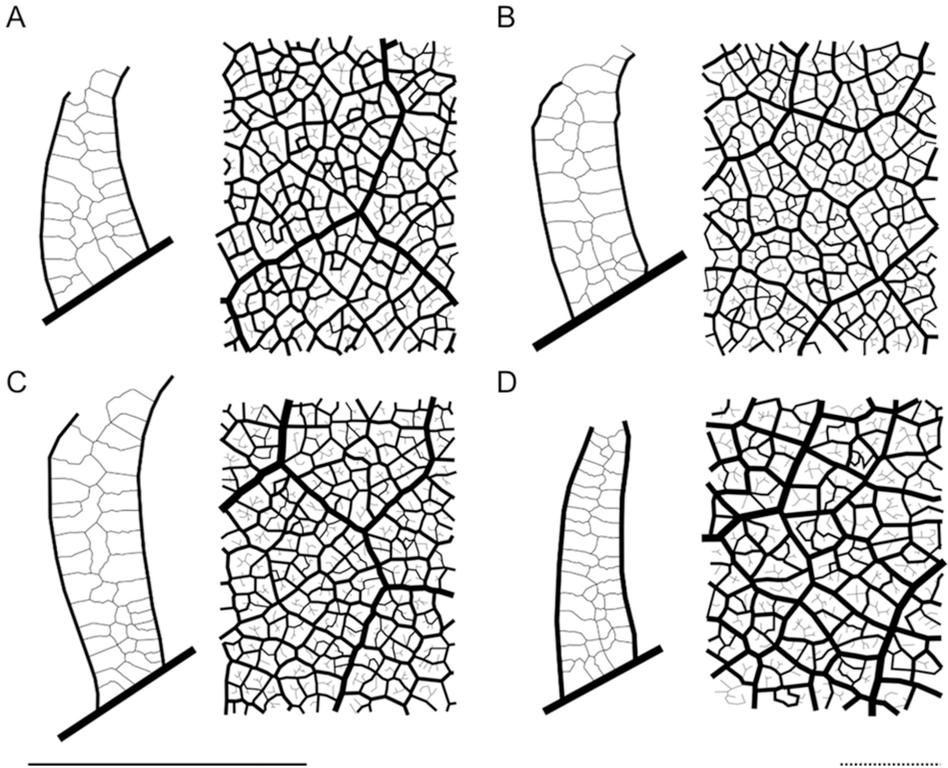


Figura 4. Detalles de venaciones terciarias, areolas y vénulas del limbo medio de foliolos de *C. montana*. Izquierda: las líneas de mayor a menor grosor representan a la vena primaria, secundarias y terciarias, respectivamente (escala izquierda); derecha: detalles de areolas y vénulas (escala derecha). (A) muestra 'M1'; (B) muestra 'M2'; (C) muestra 'M3'; (D) muestra 'M4'. Escala izquierda = 2 cm; escala derecha = 1000 μ m.

curvo, y en la base recurvo, abruptamente curvo (Figura 3). Venas inter-secundarias poco frecuentes (25–50%) a frecuentes (50–75%), simples y compuestas; ángulo de divergencia predominantemente en relación con la parte apical de la vena primaria agudo-ancho y en menor grado recto (Figura 3). Venas terciarias con patrón mixto alterna/opuesta-percurrente, curso bifurcado y sinuoso; ángulo en relación con venas secundarias recto, y en relación con la vena primaria oblicuo, decreciendo apicalmente (Figura 4). Venas cuaternarias con patrón alterna percurrente o reticuladas al azar; ancho mediano relativo a la vena terciaria. Venas quinquenarias y sextenarias reticuladas al azar. Venas septenarias dicotómicas. Venación

final marginal arqueada sin dientes (Figura 3). Areolas bien desarrolladas; pequeñas (0.01–0.1 mm^2) a pequeñas (< 0.01 mm^2); de cinco lados o más a cuadriláteras y triangulares (Figura 4). Vénulas a veces no presentes; simples lineales, simples curvadas y bifurcadas una vez a bifurcadas dos menos comunes y bifurcadas tres o más veces raras (Figura 4).

c) *Cedrela nebulosa* T. D. Penn. & Daza

Venación de la lámina pinnada y eu-camptódroma (Figura 5). Vena primaria de ancho débil (< 1.25%) relativo a la lámina foliar, recto a claramente curvado, perceptiblemente en un arco continuo (Figura 5). Venas secundarias de ancho mediano relativo a la

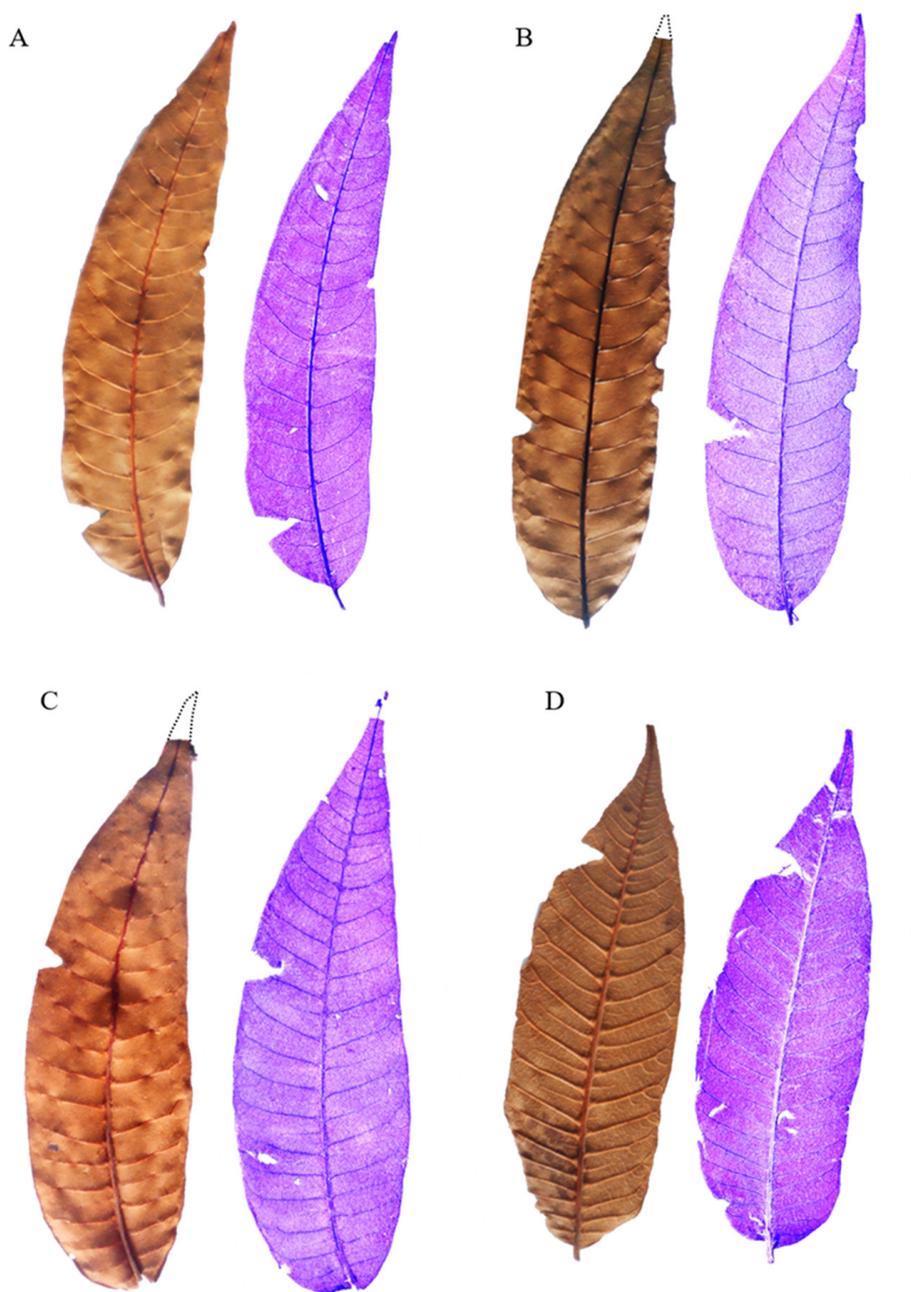


Figura 5. Foliolos de *C. nebulosa* antes y después del proceso de diafanización. Izquierda y derecha, foliolo antes y después del proceso de diafanización, respectivamente. (A) muestra 'N1'; (B) muestra 'N2'; (C) muestra 'N3'; (D) muestra 'N4'. Escala = 10 cm.

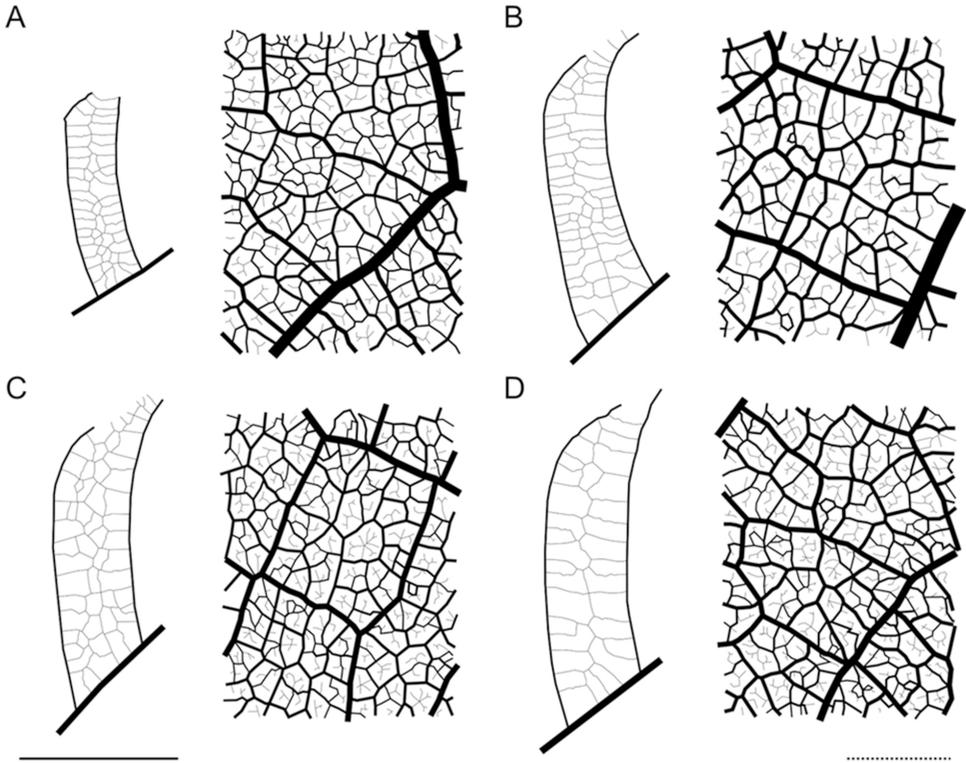


Figura 6. Detalles de venaciones terciarias, areolas y vénulas del limbo medio de folíolos de *C. nebulosa*. Izquierda: las líneas de mayor a menor grosos representan a la vena primaria, secundarias y terciarias, respectivamente (escala izquierda); derecha: detalles de areolas y vénulas (escala derecha). (A) muestra 'N1'; (B) muestra 'N2'; (C) muestra 'N3'; (D) muestra 'N4'. Escala izquierda = 2 cm; escala derecha = 1000 µm.

vena primaria, inter-espaciadas irregular o uniformemente, aumentando hacia la base y ápice; ángulo de divergencia de las venas secundarias en el ápice agudo-moderado (65–45°) y agudo-ancho (65–80°), en el limbo medio agudo-moderado y agudo-ancho, y en la base agudo-ancho y recto (80–100°); recorrido en el ápice recto, uniformemente curvo y raramente in zigzag, en el limbo medio abrupta- y uniformemente curvo, y en la base recurvo y abruptamente curvo (Figura 5). Venas inter-secundarias poco frecuentes (25–50%), simples y compuestas; ángulo predominantemente de divergencia en relación con la parte apical de la vena primaria en el ápice agudo-ancho, en el limbo medio agudo-an-

cho y recto, y en la base agudo-ancho (Figura 5). Venas terciarias con patrón mixto alterna/opuesta-percurrente, curso bifurcado y sinuoso; ángulo en relación con venas secundarias recto, y en relación con la vena primaria oblicuo, decreciendo apicalmente (Figura 6). Venas cuaternarias con patrón alterna percurrente - reticuladas al azar; ancho débil relativo a la vena terciaria. Venas quaternarias reticuladas al azar. Venas sextenarias reticuladas al azar o dicotomizadas (venas ramifican libremente). Venas septenarias dicotomizadas si es que las sextenarias no son dicotomizadas. Venación final marginal arqueada sin dientes (Figura 5). Areolas bien desarrolladas; pequeñas (0.01–0.1 mm²) a muy pequeñas (< 0.01 mm²) escasas y

Características la venación laminar y niveles de venación inferior		<i>Cedrela angustifolia</i> (Figs. 1, 2)	<i>Cedrela montana</i> (Figs. 3, 4)	<i>Cedrela nebulosa</i> (Figs. 5, 6)
Venación laminar	Primaria	Pinnada	Pinnada	Pinnada
	Secundaria	Eucamptódroma	Eucamptódroma	Eucamptódroma
Vena primaria	Ancho (relativo al foliolo)	Mediano a grueso	Mediano a grueso	Débil
	Curso	Levemente curvado a curvado	Curvado a recto	Curvado a recto
Venas secundarias	Inter-espaciamiento	Semi-uniforme a uniforme, con incremento a la base y ápice	Irregular a semi-uniforme, con incremento a la base y ápice	Irregular a uniforme, con incremento a la base y ápice
	Ángulo (relativo a la vena primaria) frecuente	Agudo-ancho a agudo-moderado	Recto a agudo-moderado	Recto a agudo-moderado
	Recorrido frecuente	Recurvadas, curvadas uniformemente y curvadas abruptamente	Rectas, recurvadas, curvadas uniformemente y curvadas abruptamente	Recurvadas, curvadas uniformemente y curvadas abruptamente. Raramente en zigzag
	Cantidad	Raras a poco frecuentes	Pocas frecuentes a frecuentes	Poco frecuentes
Venas inter-secundarias	Tipo	Simple y compuestas	Simple y compuestas	Simple y compuestas
	Patrón	Percurrente mixto	Percurrente mixto	Percurrente mixto
Venas terciarias	Ángulo de origen (en relación con venas 2rias inmediatas)	Recto (para ambas venas 2rias)	Recto (para ambas venas 2rias)	Recto (para ambas venas 2rias)
	Relación con la vena 1ria	Oblicua, decreciendo apicalmente	Oblicua, decreciendo apicalmente	Oblicua, decreciendo apicalmente

Cuadro 2. Resumen de las características de la venación laminar y de los niveles de venación inferior de las tres especies estudiadas.

Características de niveles de venación inferior	<i>Cedrela angustifolia</i> (Figs. 1, 2)	<i>Cedrela montana</i> (Figs. 3, 4)	<i>Cedrela nebulosa</i> (Figs. 5, 6)
Curso de venas cuaternarias	Percurrente alterna	Percurrente alterna o reticuladas al azar	Percurrente alterna o reticuladas al azar
	Ancho medio relativo a las venas terciarias	Ancho medio relativo a las venas terciarias	Ancho tiende a ser débil relativo a las venas terciarias (menor a la mitad del ancho de venas terciarias)
Curso de venas quintas	Reticuladas al azar	Reticuladas al azar	Reticuladas al azar
Curso de venas sextenarias	Reticuladas al azar	Reticuladas al azar	Dicotomizadas o reticuladas al azar
Curso de venas septenarias	Dicotomizadas	Dicotomizadas	Dicotomizadas (si es que las sextenarias no lo son)
Venación final marginal	Arqueada sin dientes	Arqueada sin dientes	Arqueada sin dientes

Cuadro 3. Resumen de las características de los niveles de venación superior de las tres especies estudiadas.

Características de areolas y vénulas		<i>Cedrela angustifolia</i> (Fig. 3)	<i>Cedrela montana</i> (Fig. 6)	<i>Cedrela nebulosa</i> (Fig. 9)
Areolación		Bien desarrolladas	Bien desarrolladas	Bien desarrolladas
Areolas	Tamaño	Pequeñas predominantes, muy pequeñas escasas y medianas raras	Pequeñas predominantes y muy pequeñas escasas	Pequeñas predominantes, muy pequeñas escasas y medianas raras
	Forma	Formas variadas, predominan las de cinco lados o más	Formas variadas, predominan las de cinco lados o más	Formas variadas, predominan las de cinco lados o más
Vénulas	Presencia	Raramente no presentes	Raramente no presentes	Rara a pocas veces no presentes
	Tipo	Simples lineales, simples curvadas, bifurcadas una vez comunes, bifurcadas dos veces o más veces raras	Simples lineales, simples curvadas, bifurcadas una vez comunes, bifurcadas dos veces menos comunes, bifurcadas tres o más veces raras	Simples lineales, simples curvadas, bifurcadas una vez comunes, bifurcadas dos veces o más veces raras

Cuadro 4. Resumen de las características de las vénulas y areolas de las tres especies estudiadas.

medianas (0.1–1 mm²); de cinco lados o más a cuadriláteras y triangulares (Figura 6). Vénulas raramente no presentes; simples lineales a simples curvadas, bifurcadas una vez comunes y bifurcadas dos o más veces (Figura 6).

Venación laminar y niveles de venación inferior

La venación laminar y niveles de venación inferior son muy similares dentro de las especies estudiadas (Cuadro 2). La única de estas características que podría ser usada para la diferenciación de las especies es el ancho de la vena primaria en relación con la lámina foliar, la cual varió entre las especies estudiadas (ANOVA, $F_{2,9} = 5.88$, $P = 0.023$ *), siendo débil en *C. nebulosa* y moderado a grueso en *C. angustifolia* y *C. montana*, y agrupadas respectivamente por la prueba Tukey (df = 9, $P < 0.05$).

Niveles de venación superior

Los niveles de venación superior son similares dentro de las especies estudiadas (Cuadro 3). La única característica que podría ser usada para la diferenciación de las especies es el ancho de las venas cuaternarias en relación con las venas terciarias, siendo débil en *C. nebulosa* y medio en *C. angustifolia* y *C. montana*.

Areolas y vénulas

Las areolas y vénulas son similares dentro de las especies estudiadas, por lo que no se podrían usar como componentes para su diferenciación (Cuadro 4).

Análisis de correspondencia múltiple

a) Venas secundarias

Los resultados del primer MCA (Figura 7A) sugiere que las venas secundarias de *C. angustifolia* son en general más agudas, mientras las de *C. nebulosa* y *C. montana* más obtusas. Se puede distinguir que *C. angustifolia* y *C. montana* poseen una mayor asociación por agudo-anchos, mientras que *C. nebulosa* por agudo-moderados. Sin embargo, las características medidas de las venas secundarias no ofrecen una clara diferenciación de las especies estudiadas.

b) Venas inter-secundarias

El segundo MCA (Figura 7B) sugiere que las venas inter-secundarias de *C. nebulosa* son más agudas, las de *C. montana* son rectas y las *C. angustifolia* se encuentran entre agudos-anchas y obtusas (Figura 7B). Sin embargo, las características medidas de venas inter-secundarias no ofrecen una clara diferenciación de las especies estudiadas.

c) Areolas

El tercer MCA (Figura 8A) muestra que las areolas de cinco o más lados son comunes para las tres especies estudiadas, mientras que areolas de forma cuadrilátera solo para *C. montana* y *C. nebulosa*. En las tres especies estudiadas, las areolas de tamaño muy pequeño y mediano, y de forma triangular son raras. Las características estudiadas de areolas de las tres especies estudiadas no ofrecen una clara diferenciación de las especies estudiadas.

d) Vénulas

El último MCA (Figura 8B) muestra que particularmente el tipo de vénulas más comunes para *C. angustifolia* fue simple rectas, para *C. montana* simples rectas, simples curvas y bifurcadas una vez, y finalmente para *C. nebulosa* simples rectas, simples curvas, bifurcadas una vez y bifurcadas dos veces. Para las tres especies estudiadas, vénulas bifurcadas tres veces o más veces son raras. Las características estudiadas de vénulas no ofrecen una clara diferenciación de las especies estudiadas.

Discusión

Los resultados muestran que la venación foliar de *C. angustifolia*, *C. montana* y *C. nebulosa* es muy similar, sugiriendo una considerable homogeneidad a nivel género, algo que ha sido observado en otros géneros de Meliaceae (Sarma *et al.* 1992, Tadavi y Bhadane 2013).

Sin embargo, existen características de la venación foliar que ayudan a diferenciar *C. nebulosa* de *C. angustifolia* y *C. montana*; el ancho de la vena primaria en relación con la lámina foliar y el ancho de las venas cuaternarias en

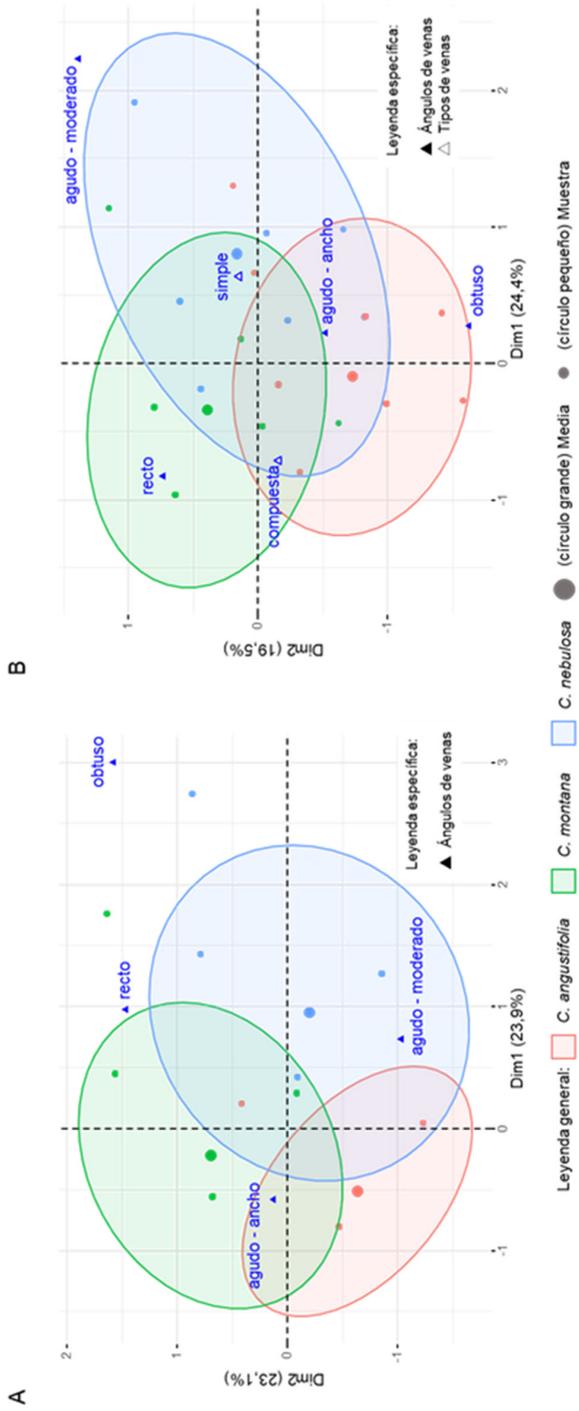


Figura 7. Representación de las características de venas secundarias e inter-secundarias de las tres especies estudiadas de *Cedrela*. (A) Características de venas secundarias; (B) características de venas inter-secundarias. Las elipses de concentración representan el agrupamiento de las observaciones con un nivel de confianza del 95% ($\alpha = 0.05$). Las tres especies muestran ciertas diferencias en cuanto a los ángulos de sus venas, pero también se nota una superposición entre estas.

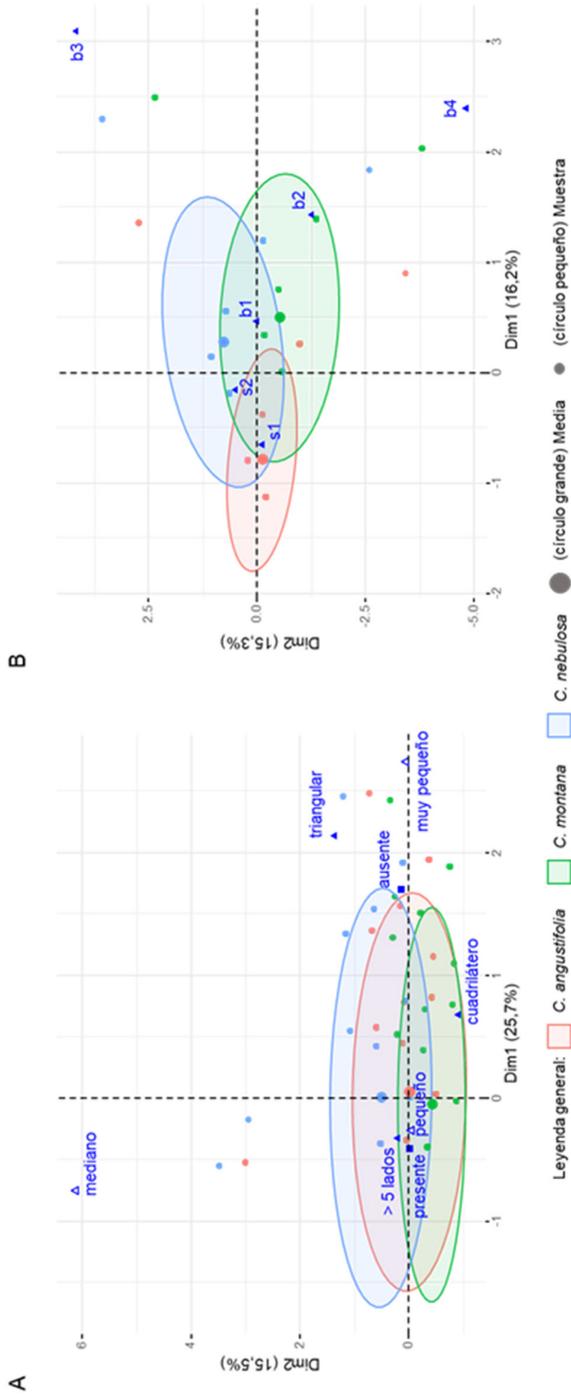


Figura 8. Representación de las características de areolas y vénulas de las tres especies estudiadas de *Cedrela*. (A) Características de areolas; (B) características de vénulas. Las elipses de concentración representan el agrupamiento de las observaciones con un nivel de confianza del 95% ($\alpha = 0.05$). Todas las especies muestran una alta asociación para areolas pequeñas y areolas de cinco o más lados, y presencia de vénulación, así como una alta asociación con vénulas simple rectas y baja asociación con vénulas bifurcadas tres o más veces. Tipos de vénulas: s1: simple recta, s2: simple curva; b1: simple curva; b2: bifurcada una vez; b3: bifurcada dos veces; b4: bifurcada tres veces; b5: bifurcada cuatro o más.

relación con las venas terciarias. La primera característica es usada por Tadavi y Bhadane (2013) para diferenciar dos especies congénéricas de Meliaceae, *Melia azedarach* L. y *Melia dubia* Cav., sugiriendo que esta característica podría ser variable a nivel de género. En el caso de las especies estudiadas, esta característica podría ser usada para diferenciar *C. nebulosa* de *C. angustifolia* y *C. montana* con ayuda de una regla milimetrada o con un pie de rey, en adición con las características destacadas por Reynel *et al.* (2017), como pubescencia, forma del foliolo y ancho del foliolo.

La venación laminar es uno de los pocos caracteres de la venación foliar que ha sido descrita para el género *Cedrela*. La venación foliar de las tres especies estudiadas de *Cedrela* se encuentra dentro de los rangos descritos por Sarma *et al.* (1992) y Tadavi y Bhadane (2013) para Meliaceae en general. Nuestro estudio describe a las tres especies estudiadas como eucamptódromas, similar a los resultados de Pennington (2006) a nivel de género, y a los de Pennington y Muellner (2010) nivel de especie. Sin embargo, Pennington y Muellner (2010) describieron a *C. montana* también como broquidódroma. Esta discrepancia se puede deber a la variabilidad del crecimiento meristemático, como es presumido por Pole (1991), la cual depende de varios factores como la temperatura, luz y nutrimentos del suelo (Chen y Chien 2012). No obstante, no existe información sobre el desarrollo morfológico-foliar de *Cedrela* para complementar esta hipótesis.

Así mismo, es importante notar que especies de *Toona*, el género hermano de *Cedrela* (Cole 2018), muestran una venación laminar únicamente broquidódroma (Sarma *et al.* 1992, Tadavi y Bhadane 2013), mientras que solo miembros de la subfamilia Melioideae, específicamente algunos *Melia* spp., muestran una venación laminar craspedódroma (Tadavi y Bhadane 2013). Esto sugiere que dentro de la familia Meliaceae, los caracteres de venación foliar poseen un grado de heterogeneidad y destaca la importancia taxonómica de esta, particularmente de la venación laminar.

Este es el primer estudio donde se describen las venaciones de nivel superior, areolas y vénu-las de *Cedrela*. Los resultados de este estudio revelaron que los niveles de venación de *Cedrela* pueden llegar hasta el séptimo nivel, coincidiendo con los rangos descrito por Sarma *et al.* (1992) y Tadavi y Bhadane (2013) para Meliaceae. Sack y Scoffoni (2013) presumen que un alto nivel de jerarquía de venas, tal y como se observó para las tres especies estudiadas de *Cedrela*, provee de varias ventajas a los foliolos, tales como el incremento de contacto entre tejidos vasculares y fotosintéticos; lo que podría significar una ventaja en su hábitat (Clark y Bullock 2007).

Conclusiones

Esta investigación es el primer estudio sobre la venación foliar de *Cedrela* en Perú, donde esta es descrita para *C. angustifolia*, *C. montana* y *C. nebulosa*. Estas tres especies estudiadas presentan una venación foliar similar. El alto grado de homogeneidad de la venación foliar de las especies estudiadas y su heterogeneidad intraespecífica, complica la diferenciación de estas especies usando tan solo caracteres de venación foliar en campo. De las características de venación foliar para diferenciar *C. nebulosa*, la proporción del ancho de la vena primaria es la más adecuada para la diferenciación de *C. angustifolia* y *C. montana*. Sin embargo, se recomienda que la característica se use fuera de la etapa de campo ya que se debería de usar con ayuda de una regla milimetrada o con un pie de rey.

Agradecimientos

Esta investigación fue financiada por Científica, CONCYTEC, como parte del proyecto DINAFOR “Dinámica Forestal de los Bosques de la Selva Central del Perú y su adecuación ante el Cambio Climático”. Los autores agradecen al Dr. José Luis Marcelo Peña, Mg. Sc. Manuel Chavesta y Mg. Sc. Sonia Palacios Ramos por su orientación y comentarios, los cuales indudablemente mejoraron este artículo. Igualmente, al Herbario Forestal MOL, Laboratorio

de Pulpa y Papel y al Laboratorio de Anatomía de la Madera de la Facultad de Ciencias Forestales de la UNALM por ofrecernos las facilidades para la parte experimental y fotomicrográfica, respectivamente.

Referencias

- Adeyemi, TO; Ogundipe, OT; Olowokudejo, JD. 2013. A review of the taxonomy of African Sapindaceae based on quantitative and qualitative characters. *Ife Journal of Science* 15(2):303-314.
- Andrés-Hernández, AR; Terrazas, T. 2009. Leaf architecture of *Rhus* s. str. (Anacardiaceae). *Feddes Repertorium* 120(5-6):293-306. DOI: <https://doi.org/10.1002/fedr.200911109>.
- Ash, A; Ellis, B; Hickey, LJ; Johnson, K; Wilf, P; Wing, S. 1999. Manual of leaf architecture. Washington DC, Estados Unidos de América, Smithsonian Institution. 65 p. DOI: <https://doi.org/10.13140/2.1.3674.5282>.
- Aworinde, DO; Ogundairo, BO; Erinoso, SM. 2013. Comparative leaf architectural studies of some Vernonia SCHREB(Asteraceae) in Nigeria. *Current Botany* 4(3):43-47.
- Barstow, M. 2018. *Cedrela fissilis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2018: e.T33928A68080477. DOI: <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-1.RLTS.T33928A68080477.en>.
- BGCI (Botanic Gardens Conservation International, Reino Unido); IUCN (International Union for Conservation of Nature, Suiza). 2019. *Cedrela tonduzii*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T146822318A146826862. DOI: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-2.RLTS.T146822318A146826862.en>.
- Buijsen, JRM. 1995. Leaf anatomy of *Harpullia*, *Majidea*, and *Conchopetalum* (Sapindaceae). *Blumea: Biodiversity, Evolution and Biogeography of Plants* 40(2):345-361.
- Cao, L; Wang, Z; Cao, M; Liu, J; Lin, Q; Xia, N. 2014. Leaf venation and its systematic significance in Sapindaceae of China. *Plant Diversity and Resources* 36(4):419-432. DOI: <https://doi.org/10.7525/j.issn.1673-5102.2017.04.001>.
- Cervantes, A; Terrazas, T; Hernández, H. 2009. Foliar architecture and anatomy of *Bernardia* and other genera of Acalyphoideae (Euphorbiaceae). *Brittonia* 61(4):375-391. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12228-009-9084-x>.
- Chen, C; Chien, M. 2012. The leaf growth model and influencing factors in *Phalaenopsis orchid*. *African Journal of Agricultural Research* 7(28):4045-4055. DOI: <https://doi.org/10.5897/AJAR11.1541>.
- CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora, Estados Unidos de América). 2021. Apéndices I, II y III (en línea). Washington, Estados Unidos de América. s.e. Consultado 16 abr. 2021. Disponible en: <https://cites.org/esp/app/apendices.php>.
- Clark, B; Bullock, S. 2007. Shedding light on plant competition: modelling the influence of plant morphology on light capture (and vice versa). *Journal of theoretical biology* 244(2):208-217. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtbi.2006.07.032>.
- Cole, TCH. 2018. Meliaceae phylogeny poster. Berlín, Alemania, Freie Universität Berlin.
- Cronquist, A. 1944. Studies in the Simaroubaceae-II. The genus *Simarouba*. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 71(3):226-234. DOI: <https://doi.org/10.2307/2481702>.
- Fonsêca, LC; Proença, CE; Gonçalves, EG. 2007. Descrição do padrão de venação foliar em *Spathicarpa* Hook. (Araceae). *Acta Botanica Brasileira* 21(1):213-221. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-33062007000100020>.
- Fuentes, ACD; Samain, MS; Martínez Salas, E. 2019a. *Cedrela discolor*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T153072366A153076500. DOI: <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-3.RLTS.T153072366A153076500.en>.
- Fuentes, ACD; Samain, MS; Martínez Salas, E. 2019b. *Cedrela oaxacensis*. The

- IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T30762A153076023. DOI: <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-3.RLTS.T30762A153076023.en>.
- Fuentes, ACD; Samain, MS; Martínez Salas, E. 2019c. *Cedrela salvadorensis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T153073106A153076510. DOI: <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-3.RLTS.T153073106A153076510.en>.
- Gentry, AH. 1996. A field guide to the families and genera of woody plants of northwest South America (Colombia, Ecuador, Peru): with supplementary notes on herbaceous taxa. Washington DC, Estados Unidos de América, Conservation International. 895 p.
- Hickey, LJ. 1973. Classification of the architecture of dicotyledonous leaves. *American Journal of Botany* 60(1):17-33.
- Hua, P; Edmonds, JM. 2008. *Toona* (Endlicher) M. Roemer. In Wu, ZY; Raven, PH; Hong, DY (eds.). *Flora of China*. Missouri, Estados Unidos de América, MBG Press. v. 11, p. 112-115.
- Kassambara, A; Mundt, F. 2017. Factoextra: extract and visualize the results of multivariate data analyses. R package. Vers. 1.0.5.
- Lê, S; Josse, J; Husson, F. 2008. FactoMineR: An R package for multivariate analysis. *Journal of Statistical Software* 25(1):1-18.
- Llamoza, S. 1998. *Cedrela lilloi*. The IUCN Red List of Threatened Species 1998:e.T32989A9741887. DOI: <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.1998.RLTS.T32989A9741887.en>.
- Mark, J; Rivers, MC. 2017. *Cedrela odorata*. The IUCN Red List of Threatened Species 2017:e.T32292A68080590. DOI: <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T32292A68080590.en>.
- Muellner, AN; Pennington, TD; Koecke, AV; Renner, SS. 2010. Biogeography of *Cedrela* (Meliaceae, Sapindales) in central and South America. *American Journal of Botany* 97(3):511-518. DOI: <https://doi.org/10.3732/ajb.0900229>.
- Muellner, AN; Samuel, R; Johnson, SA; Cheek, M; Pennington, TD; Chase, MW. 2003. Molecular phylogenetics of Meliaceae (Sapindales) based on nuclear and plastid DNA sequences. *American Journal of Botany* 90(3):471-480. DOI: <https://doi.org/10.3732/ajb.90.3.471>.
- Muntoreanu, TG; da Silva Cruz, R; Melo-de-Pinna, GF. 2011. Comparative leaf anatomy and morphology of some neotropical Rutaceae: *Pilocarpus* Vahl and related genera. *Plant systematics and evolution* 296(1):87-99. DOI: <https://doi.org/10.7525/j.issn.1673-5102.2017.04.001>.
- Pacheco-Trejo, J; Terrazas, T; Ochoterena, H. 2009. Leaf architecture of the genus *Didymaea* Hook. f. (Rubiaceae). *Plant Systematics and Evolution* 281(1):137-149. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00606-009-0195-3>.
- Pariente, ME. 2018. Taxonomía, distribución y estado de conservación de las especies del género *Dipteryx* (fabaceae) en el Perú. Tesis PhD. Lima, Perú, UNALM. 63 p.
- Pennington, TD. 1981. A Monograph of tropical Meliaceae. Bronx, Nueva York, The New York Botanical Garden. 470 p.
- Pennington, TD. 2006. Flora da Reserva Ducke, Amazonas, Brasil: Meliaceae. *Rodriguesia* 57(2):207-246. DOI: <https://doi.org/10.1590/2175-7860200657208>.
- Pennington, TD; Muellner, AN. 2010. A monograph of *Cedrela* (Meliaceae). Milborne Port, Inglaterra, DH Books. 112 p.
- Pole, M. 1991. A modified terminology for angiosperm leaf architecture. *Journal of the Royal Society of New Zealand* 21(4):297-312. DOI: <https://doi.org/10.1080/03036758.1991.10420828>.
- R Core Team. 2019. R: a language and environment for statistical computing. Vienna, Austria, R foundation for statistical computing. 2630 p.
- Reynel, C; Kometter, R; Chavesta, M; Vargas, C; Palacios, S; Montenegro, R; Daza, A; Huaman, D; Kometter, E; Gutiérrez, PH; Nuñez, NFR. 2017. Evaluación dendrológica y anatómica de las especies del género *Cedrela*. Lima, Perú, MI-

NAM. 108 p. Servicio de consultoría ejecutada por BioModus Tropical.

Reynel, C; Pennington, R; Pennington, T; Flores, C; Daza, A. 2003. Árboles útiles de la Amazonia peruana y sus usos. Lima, Perú, Herbario FCF-UNALM. 537 p.

Sack, L; Scoffoni, C. 2013. Leaf venation: structure, function, development, evolution, ecology and applications in the past, present and future. *New Phytologist* 198(4):983-1000. DOI: <https://doi.org/10.1111/nph.12253>

Samain, MS; Fuentes, ACD; Martínez Salas, E. 2019. *Cedrela dugesii*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T153072469A153076505. DOI: <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-3.RLTS.T153072469A153076505.en>.

Sarma, V; Raja Rao, SS; Beena, CH. 1992. Leaf architecture in relation to taxonomy: Meliaceae. *Feddes Repertorium* 103(7-8):535-542. DOI: <https://doi.org/10.1002/fedr.19921030710>.

Schindelin, J; Arganda-Carreras, I; Frise, E; Kaynig, V; Longair, M; Pietzsch, T; Preibisch, S; Rueden, C; Saalfeld, S; Schmid, B; Tinevez, J; White, DJ; Hartenstein, V; Eliceiri, K; Tomancak, P; Cardona, A. 2012. Fiji: an open-source platform for biological-image analysis. *Nature methods* 9(7):676-682.

Tadavi, SC; Bhadane, VV. 2013. Leaf architectural studies in some Meliaceae. *Indian Journal of Pure & Applied Biosciences* 28(2):121-132.

Tejero-Díez, D; Aguilar-Rodríguez, S; Terrazas, T; Pacheco, L. 2010. Arquitectura y anatomía foliar del complejo *Polypodium plesiosorum sensu Moran* (Polypodiaceae). *Revista de Biología Tropical* 58(3):955-976.

Wendt, T; Lott, EJ. 1985. A new simple-leaved species of *Recchia* (Simaroubaceae) from southeastern Mexico. *Brittonia* 37(2):219-225. DOI: <https://doi.org/10.2307/2806115>.