



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

ESCUELA DE BIOLOGÍA

ANATOMÍA FOLIAR DEL GÉNERO
Schinus L. (ANACARDIACEAE)

TESIS QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
BIÓLOGA

PRESENTA:

LINDA YAZMIN CASTILLO PINEDA

TUTORA: AGUSTINA ROSA ANDRÉS HERNÁNDEZ



MAYO 2015

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS.....

RESUMEN.....

I. INTRODUCCIÓN.....

1.1 Taxonomía del género *Schinus*.....

II. ANTECEDENTES.....

2.1 Morfología y anatomía foliar de la familia Anacardiaceae.....

2.2 Estudios en madera.....

2.3 Estudios de anatomía de géneros cercanos a *Schinus*.....

2.4 Morfología y anatomía foliar del género *Schinus*.....

III. JUSTIFICACIÓN.....

IV. HIPÓTESIS.....

V. OBJETIVOS.....

5.1 Objetivo general.....

5.2 Objetivos particulares.....

VI. MATERIAL Y MÉTODO.....

6.1 Inclusión en parafina.....

VII. RESULTADOS.....

7.1 Lamina foliar del género *Schinus*.....

7.2 Resultados generales por sección.....

LISTA DE CARACTERES ANATÓMICOS ESTUDIADOS.....

7.3 Resultados por especie.....

7.4 Resultados de la especie no agrupada taxonómicamente.....

VIII. DISCUSIÓN.....

IX. CONCLUSIONES.....

X. BIBLIOGRAFÍA.....

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Figura 1. Clasificación taxonómica del género <i>Schinus</i>	
Figura 2. Epidermis y cutícula en la sección <i>Euduvaua</i>	
Figura 3. Mesofilo de la sección <i>Euduvaua</i>	
Figura 4. Vena media en la sección <i>Euduvaua</i>	
Figura 5. Cutícula y epidermis en la sección <i>Pseudoduvaua</i>	
Figura 6. Vena media y contenidos en la sección <i>Pseudoduvaua</i>	
Figura 7. Cutícula y epidermis del subgénero <i>Euschinus</i>	
Figura 8. Mesofilo del subgénero <i>Euschinus</i>	
Figura 9. Vena media en el subgénero <i>Euschinus</i>	
Cuadro 1. Atributos de la anatomía foliar del género <i>Schinus</i>	
Cuadro 2. Caracteres anatómicos para el género <i>Schinus</i>	

RESUMEN

El género *Schinus* cuenta aproximadamente con 30 especies que se distribuyen exclusivamente en América del Sur. Se clasifica en dos subgéneros: *Euschinus* y *Duvaua*, con hojas simples y compuestas respectivamente. Actualmente no existen trabajos sobre su anatomía foliar por lo que en este trabajo se describe la anatomía de las hojas con la finalidad de comparar la anatomía foliar de las especies que componen a éste género y organizar con base a estos caracteres una agrupación infragenérica. Las hojas de 27 especies se obtuvieron de los herbarios US y Darwinion, las cuales fueron reconstituidas e hidratadas con NaOH durante 48 horas, se fijaron en F.A.A. por 48 horas para después incluirse en parafina. Se realizaron cortes longitudinales y paradermales a 12 μm , se tiñeron con safranina y verde rápido y se montaron con resina sintética. Se observó que la cutícula adaxial y abaxial es lisa en la mayoría de las especies. Sin embargo, *S. andinus*, *S. crenatus*, *S. engleri*, *S. longifolius*, *S. marchandii*, *S. pilliferus* y *S. weinmannifolia* presentan cutícula estriada; la epidermis generalmente es cuadrada o rectangular siendo un carácter poco común para la familia. El mesofilo es bifacial en la mayoría de las especies y equifacial para *S. fasciculatus*, *S. lentiscifolius*, *S. marchandii*, *S. pearcei* y *S. polygamus*, y puede ser bifacial o equifacial para *S. johnstonii* y *S. longifolius*. El parénquima en empalizada bifacial es de una a tres capas y de dos a cinco en equifacial; el parénquima esponjoso presenta entre tres y diez capas. Con respecto a los contenidos, nueve especies contienen cristales en forma de drusa y se encontró además, que la combinación de cristales prismáticos y drusas es exclusiva de *S.*

johnstonii, *S. lentiscifolius* y *S. polygama*. En la vena media la cutícula generalmente se vuelve estriada y la epidermis papilosa, subepidérmicamente se observa de uno hasta diez capas de colénquima lagunar; el tejido vascular presenta un haz vascular con 3-4 canales asociados al floema en la mayoría de las especies, excepto en *S. myrtifolius* donde sólo hay uno. Se reconocieron 15 caracteres que describen la anatomía foliar del género *Schinus*, el tipo del mesofilo, la presencia y tipo de contenidos y el parénquima en empalizada continuo/discontinuo fueron los caracteres más representativos que nos ayudan a proponer una agrupación del género con base en su anatomía foliar. El parénquima en empalizada continuo en la vena media para la sección *Euduvaua* y discontinuo en el subgénero *Euschinus* así como la presencia de mesofilo bifacial en la sección *Pseudoduvaua* son caracteres que apoyan la clasificación infragenérica propuesta anteriormente.

I. INTRODUCCIÓN

La familia Anacardiaceae Lindl. está constituida por aproximadamente 73 géneros y 850 especies de amplia distribución a nivel mundial principalmente en zonas tropicales del mundo; aunque también puede encontrarse desde selvas altas perennifolias y bajas caducifolias hasta en los ambientes perturbados, donde funcionan como colonizadoras tempranas, o las zonas costeras tipo manglar, así como en zonas xerófilas. (Pell *et al.*, 2011). La familia es nativa del hemisferio occidental (desde el sur de Canadá al sur de la Patagonia), África, el sur de Europa, Asia templada y tropical, en zonas tropicales y subtropicales de Australia, y la mayoría de las islas del Pacífico; pueden vivir en alturas de hasta 3.500 metros.

En México, Anacardiaceae posee 20 géneros y 62 especies (Rzedowsky y Calderón de Rzedowsky, 1999); diez géneros y 16 especies en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán (Medina-Lemos y Fonseca, 2009).

El hábito predominante en la familia Anacardiaceae es el arbóreo, seguido del arbustivo y de las lianas. Una característica considerada típica de la familia es la presencia de canales resiníferos en la corteza y, en todas las especies de *Toxicodendron*, *Lithraea*, *Comocladia*, *Metopium*, y varios otros géneros tienen un material resinoso claro pero que al contacto con el aire se ennegrece (Barkley 1957_b). Las hojas son alternas, rara vez opuestas, imparipinnadas o 1-3-folioladas; pecioladas o sésiles, normalmente con estípulas prontamente caducas o sin ellas. Las flores forman panículas (inflorescencias), son hermafroditas o unisexuales (monoicas o dioicas), actinomorfas con cierta tendencia al zigomorfismo. El perianto está constituido por cinco sépalos y pétalos libres, el androceo por 5 ó 10

estambres, mientras que el ovario es súpero y se compone de 1-3 carpelos, con otros tantos lóculos, cada uno con un óvulo (Rzedowsky y Calderón de Rzedowsky, 1999; Judd *et al.*, 2002; Martínez-Millán y Cevallos-Ferriz, 2005; Medina-Lemos y Fonseca, 2009). Los representantes de esta familia son de un gran valor económico, ya que producen frutos comestibles, gomas, resinas, taninos, tintes y maderas de importancia comercial (Dong y Baas, 1993); algunas especies, como *Schinus areira*, se cultivan en abundancia por ser muy agradables desde el punto de vista ornamental y porque proporcionan sombra (Luna, 2012).

Tanto en los sistemas de clasificación usados por Cronquist (1981), Thorne, (1992) y más recientemente en APG (1998, 2003) ubican dentro del orden Sapindales a la familia Anacardiaceae, Burseraceae, Sapindaceae, Meliaceae, Rutaceae y Simaroubaceae. El sistema de Thorne (1992) y de APG (2003) coinciden en incluir Julianiaceae dentro de Anacardiaceae, mientras que Cronquist, (1981) reconoce la existencia de la familia Julianiaceae. Antigüamente solían incluir a los miembros de Anacardiaceae junto con los de Burseraceae en una sola familia, Terebinthaceae (Terrazas, 1994).

Tradicionalmente, la familia se ha dividido en cinco tribus, siguiendo la propuesta de Engler (1883). Las primeras cuatro tribus, son Mangifereae, Spondiadeae, Rhoideae y Semecarpeae; en 1896, Engler agregó la quinta, Dobineae, para incluir dos géneros que a veces se segregan como la familia Podoaceae. Posteriormente, Airy-Shaw (1973), en el Diccionario de Willis renombra las cinco tribus que es el esquema que se utiliza actualmente: Anacardieae, Spondiadeae, Rhoideae, Semecarpeae y Dobineae. Los estudios más recientes indican que este

esquema de cinco tribus es artificial y, al parecer, la familia está compuesta de dos linajes principales, que divergen muy temprano en la historia de la familia con algunos géneros por fuera de estos dos grupos. Sin embargo, los géneros que forman los dos linajes no siempre se conservan en las diferentes filogenias (Terrazas, 1994). Los resultados hasta ahora indican que la familia muy probablemente es monofilética y que su grupo hermano es la familia Burseraceae (Gadek *et al.*, 1996).

El género *Schinus* se ubica dentro de la tribu Rhoideae (Engler, 1896; Wannan, 2006) junto con los géneros *Cotinus*, *Pistacia* y *Haplorhus* ya que comparten características de su madera como son porosidad anular, presencia de traqueídas vasculares, engrosamiento en espiral y un patrón dendrítico de los vasos; además estos géneros muestran patrones de distribución interesantes: *Haplorhus* es endémica de los Andes peruanos; *Cotinus* a los hábitats templados del norte de América del Norte y Eurasia; *Schinus* a la selva subtropical y frío-seco de América del Sur y *Pistacia* a los bosques templados de América del Norte, Asia y la región mediterránea, por lo cual se cree que la diversificación de este grupo puede haber ocurrido antes del Eoceno pero la evidencia de maderas fósiles indica que esta combinación de caracteres no se ha encontrado antes del Eoceno (Terrazas, 1994).

1.1 Taxonomía del género *Schinus*

El género *Schinus* fue descrito por Carlos Linneo en 1753 y publicado en *Species Plantarum*. Es un género sudamericano, nativo de Argentina y cuenta aproximadamente con 30 especies. Reúne árboles o arbustos dioicos, en ocasiones espinosos, de ramas delgadas muy hojosas. Hojas perennes o deciduas; opuestas o alternas; unifoliadas o imparipinadas; polimorfas, simples o compuestas, las hojas compuestas con más de 14 pares de folíolos subsésiles (imparipinadas); o pecioladas; raquis a menudo alado. Flores en pseudopanículas, pequeñas, no vistosas de color blanco-verdoso. Cáliz 4-5 partido, con lóbulos redondeados, imbricado. Corola 4-5 pétalos, imbricados, insertos en la base del disco. Estambres 8-10 insertos en la base del disco, en flores masculinas los 5 exteriores más largos, anteras dorsifijas, flores femeninas con 8-10 estaminodios. Disco carnoso 10-lobulado. Gineceo con ovario tricarpelar, unilocular, con 1 óvulo péndulo, estilos 3, terminales, libres o soldados en la base, estigmas 3, pequeños, globosos. Drupas pequeñas, globosas, uniloculares, exocarpo ligeramente morado o rojo oscuro, algunas veces densamente pubescentes, epicarpio papiráceo, mesocarpo carnoso, endocarpo óseo. Semilla de escaso endospermo, comprimida irregular, semilenticular, embrión con cotiledones verticales y radícula curvada hacia arriba. Treinta o más especies de Ecuador al sur de la Patagonia, pero excluyendo Amazonia (Kramer, 1957). Dos especies, *S. molle* y *S. terebinthifolia*, se cultivan en las regiones templadas, tropicales y subtropicales del mundo (Barkley 1944, 1957_a; Martínez-Millán y Cevallos-Ferriz 2005; Pell *et al.* 2011).

Barkley (1944) dividió al género en dos subgéneros: *Duvaua* y *Euschinus*. En el subgénero *Euschinus* las especies son morfológicamente uniformes y fácilmente delimitadas ya que se caracteriza por contener arbustos y árboles con hojas pinnaticompuestas o raramente simples; inflorescencias en panículas o raramente en pseudoracimos, sus tallos no son espinescentes y habitan desde Argentina hasta México. El subgénero *Duvaua*, a veces considerado como género (Marchand, 1869) contiene arbustos con o sin espinas y árboles pequeños, presenta hojas simples; inflorescencias en su mayoría en panícula y habitan en el Sur de Sudamérica. Este subgénero está dividido en dos secciones 1) *Euduvaua* con arbustos y pequeños árboles que tienen ramas con espinas y hojas pequeñas y 2) *Pseudoduvaua* con árboles de ramas sin espinas, con hojas con frecuencia gruesas. Existe una especie *S. pearcei* que puede presentar tanto hojas simples como compuestas, no ocasiona una separación de grupos sino que se cree que es un enlace entre los dos (Barkley, 1944). En este año, Barkley describe para el género *Schinus* un total de 27 especies, 15 pertenecientes al subgénero *Duvaua* sección *Euduvaua*, seis al subgénero *Duvaua* sección *Pseudoduvaua* y seis más en el subgénero *Euschinus*. Sin embargo, en un estudio posterior, Barkley (1957_a) describe un total de 28 especies, 14 para la sección *Euduvaua*, nueve para la sección *Pseudoduvaua* y cinco para el subgénero *Euschinus*; agrega a la sección *Euduvaua* cuatro nuevas especies (*S. bumelioides*, *S. o'donelli*, *S. praecox*, y *S. ramboi*) y dos nuevas variaciones para la especie *S. piliferus* (*S. pilliferus* var. *boliviensis* y *S. piliferus* var. *cabrerae*), además reagrupa a *S. andinus* y *S. myrtifolius* en la sección *Pseudoduvaua* ya que éstos los había agrupado en la sección *Euduvaua* en 1944. Para la sección *Pseudoduvaua* agrega dos nuevas especies (*S. kauselli* y *S.*

patagonicus). En el caso del subgénero *Euschinus* agrega variaciones en *S. terebinthifolius* (*S. terebinthifolius* var. *rhoifolius*) y *S. weinmannifolius* (*S. weinmannifolius* var. *dubius* y *S. weinmannifolius* var. *riedelianus*).

Después de Barkley (1957^a) no existe alguna otra propuesta sobre la delimitación del género ni de su agrupación infragenérica, este autor circunscribe al género *Schinus* con 28 especies. Sin embargo, en este trabajo se incluye a *S. meyeri*, la cual no se han ubicado taxonómicamente.

Se considera que la anatomía foliar es una fuente de caracteres que nos permitirá establecer similitudes y diferencias para apoyar o no la propuesta de Barkley (1944, 1957^a), dado que la hoja aunque puede variar con el ambiente, sus adaptaciones pueden fijarse genéticamente lo cual puede estar asociado generalmente a los grupos taxonómicos (Esau 1985); es por esto que el presente trabajo tiene como objetivo la descripción de la anatomía foliar como fuente de caracteres que contribuyan a la división infragenérica de *Schinus* y a la ubicación taxonómica de la especie no ubicada.

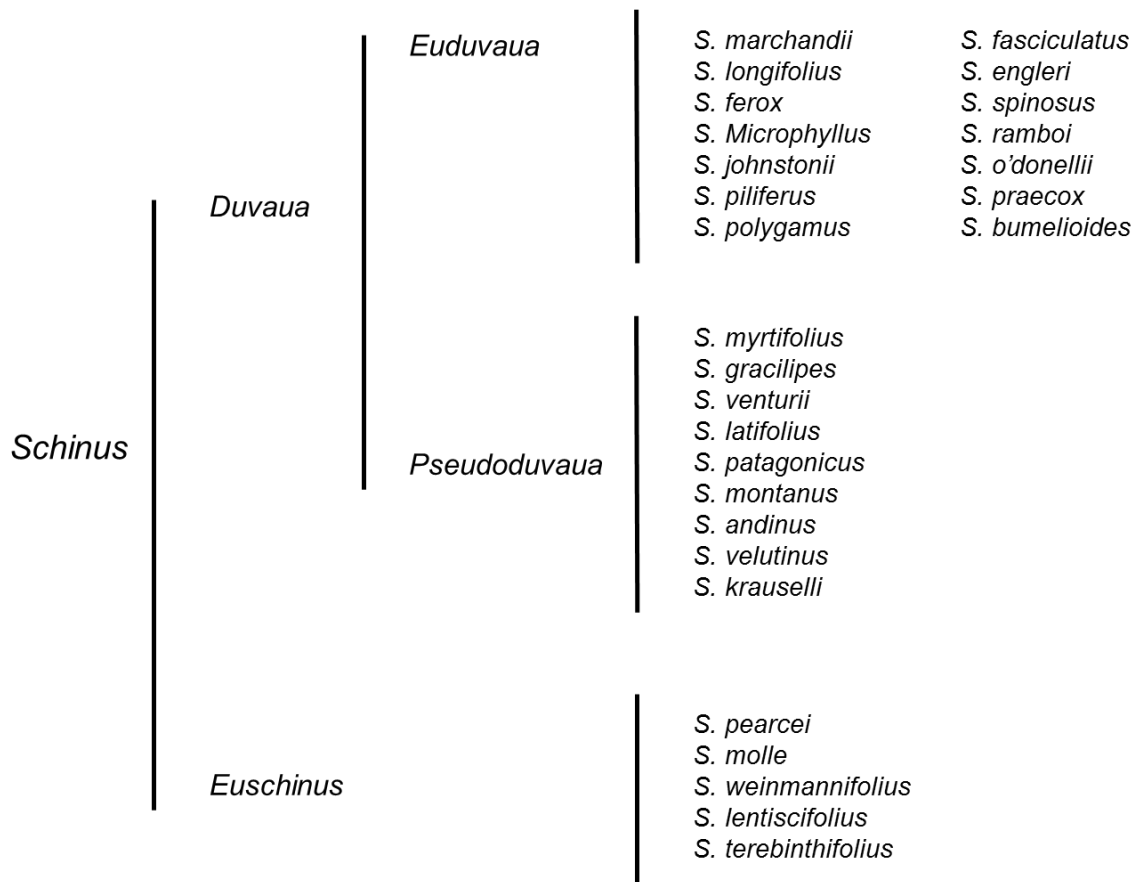


FIGURA 1. Clasificación taxonómica del género *Schinus* según Barkley (1957_a).

II. ANTECEDENTES

2.1 Morfología y anatomía foliar de la familia Anacardiaceae.

Entre los primeros estudios de la arquitectura foliar de las Anacardiaceae se encuentran los de Hickey y Wolfe (1975) quienes proponen para la familia un tipo de venación eucamptódromo. Posteriormente Martínez-Millán y Cevallos-Ferriz (2005), realizan la descripción de las hojas fósiles de 62 géneros y 102 especies, mencionan que no hay un sólo carácter que sea constante en todos los géneros ni tampoco una combinación de caracteres que los distinga. Sin embargo, Anacardiaceae, Semecarpeae y *Dobineae* tienen hojas simples, mientras que *Rhoideae* y *Spondiadeae* tienen hojas compuestas. La venación secundaria de tipo cladódroma que ayuda a distinguirla de su grupo hermano (Burseraceae); los tricomas son glandulares unicelulares o pluricelulares con la cabeza generalmente pluricelular y multiseriada. Para el género *Schinus* describen seis especies: *S. dependens*, *S. latifolius*, *S. lentiscifolius*, *S. meyeri*, *S. molle* y *S. weinmannifolius* éstas muestran un arreglo alterno en sus hojas, raquis alado; la textura es cartácea excepto en *S. meyeri* la cual es membranácea. Las hojas/foliolos son de forma elíptica, ovada, obovada u oblonga, pueden ser simétricos o ligeramente asimétricos, el ápice es convexo, recto o acuminado, con margen entero, serrado o crenado. La venación primaria es pinnada, la secundaria es cladódroma, la terciaria, de cuarto y quinto orden son dicótomas. Los estomas son policítico-ciclocítico en *S. dependens*, *S. latifolius*, *S. meyeri* y *S. molle*, de tipo policítico-actinocítico para *S. dependens*, *S. lentiscifolius* y *S. venturii* y policítico-anomocítico en *S. molle* y *S. weinmannifolius*. Cuando existen tricomas son de tipo unicelular, pluricelular y

glandular. Se observan cristales prismáticos y en forma de drusa en el mesofilo y vena media excepto en *S. meyeri* y *S. weinmannifolius*. No se observan canales resiníferos excepto en *S. dependens*.

Muy recientemente Pell *et al.* (2011) describen la morfología de 81 géneros y 800 especies de la familia Anacardiaceae. Ellos mencionan que la arquitectura foliar de Anacardiaceae es extremadamente diversa, la vena primaria de la hoja es pinnada; la vena secundaria es comúnmente eucamptódroma, broquidódroma, craspedódroma, semicraspedódroma o cladódroma. Los tricomas usualmente son simples, unicelulares o multicelulares, sésiles o pedunculado, glandulares. Los canales de resina son comunes de tipo esquizogénicos o lisogénicos; estos también son encontrados en las hojas y estructuras reproductivas de la familia y corren paralelos al floema en los peciolos y en las venas de la lámina mayor; están ausentes sólo en las venas menores.

2.2 Estudios en madera

De los primeros trabajos donde se analizan y comparan varios géneros de Anacardiaceae está el de Record (1939) donde menciona que la familia se caracteriza por anillos de crecimiento presentes, no siempre distinguibles; con estructura porosa en algunas o todas las especies de *Cotinus*, *Rhus*, y *Toxicodendron*, la madera temprana con poros pequeños o de tamaño mediano y la tardía con poros muy pequeños a diminutos y tiende a formar bandas diagonales o tangenciales; patrón uniforme en *Schinus*. Vasos típicamente con perforación

simple; placas escalariformes con algunas barras estrechas en *Camposperma*; engrosamientos helicoidales en todas o algunas de *Cotinus*, *Lithraea*, *Rhus*, *Schinus* (algunos) y *Toxicodendron*. Radios en parte con pequeños a largos conductos de resina; fibras con paredes gruesas de forma septadas y los canales verticales de resina parece no encontrarse en ningún miembro de la familia.

Así también, Metcalfe y Chalk (1987) describen la madera de la familia Anacardiaceae con vasos moderadamente grandes; placas exclusivamente con perforación simple, excepto en dos géneros; punteaduras alternas, parénquima paratraqueal escaso, vasicéntrico o aliforme; radios en su mayoría con 2-3 células de ancho (excluyendo radios fusiformes que contienen canales), pero mayor en algunas especies (hasta 8-10 células); exclusivamente uniseriados en unos pocos géneros; generalmente heterogéneos y, a menudo pocos uniseriados, a veces escalariformes. Fibras con placas de perforación simples; comúnmente con una capa interior gelatinosa; de longitud media a muy corta.

Dong y Baas (1993) aportan la descripción anatómica de 11 géneros de árboles y arbustos que se encuentran en China, todos ellos pertenecientes a la familia Anacardiaceae; observan que el patrón de diversidad anatómica de la madera está en parte de acuerdo con la clasificación tradicional en las tribus Anacardiaceae, Spondias y Rhoideae. Para la tribu Rhoideae sugieren que los géneros *Rhus*, *Cotinus*, y *Pistacia* son en gran parte extratropicales y comparten caracteres ecológicamente correlacionados como son engrosamientos espiralados en la pared del vaso (al menos en los vasos estrechos) y las fibras estrechas. Además se observaron drusas en el género *Rhus*.

De los pocos trabajos donde se describe la madera de *Schinus* está el de Terrazas (1994) donde realiza un estudio anatómico de la madera de Anacardiaceae analizando 63 géneros, describiendo para el género *Schinus* anillos de crecimiento distintivos, presencia de 1-5 filas de fibras aplanadas de la madera tardía, poros circulares u ovalados en su contorno transversal, diámetro tangencial de los vasos de la madera temprana pequeñas a medianas, que van desde 22 hasta 369 μm con medios que van desde 35+/- μm en *S. patagonicus* a 162 +/- 98 μm en *S. polygamus*. Diámetro tangencial de los vasos de la madera tardía muy pequeños, que van desde 19 +/-3 en *S. patagonicus* a 58 +/- 30m en *S. polygamus*.

Más tarde León (2003) realiza un estudio anatómico del xilema secundario de 17 especies de la familia Anacardiaceae en Venezuela, este autor propone dos grupos: uno con conductos gomíferos transversales y el otro sin dicha característica, además observó la presencia de placas de perforación escalariforme en *Mauria heterophylla* y *Thyrsodium spruceanum*, lo cual es un nuevo reporte para la familia, y placas escalariformes en *Tapirira guianensis* y *T. obtusa*, nuevo reporte para el género. Posteriormente, León (2006) describe la anatomía de la madera de 13 especies del orden Sapindales, observa que las características como tipo y tamaños de punteaduras intervasculares, tipo de punteaduras radiovasculares, presencia de fibras septadas, composición de los radios, tipo y ubicación de cristales y desarrollo de estructuras secretoras entre la familia Anacardiaceae y Burseraceae tienen una alta similitud; además, reporta que para *Turpinia occidentalis* (Staphyleaceae) las características de su madera se alejan de lo

comúnmente encontrado dentro del orden Sapindales observando una estructura más primitiva en comparación con el resto de las especies estudiadas.

2.3 Estudios de anatomía foliar

Metcalf y Chalk (1979) reportan para la familia Anacardiaceae tricomas simples no ramificados cortos y largos, glandulares o no glandulares y tricomas estrellados, en cuanto a los caracteres de la hoja mencionan que Anacardiaceae puede presentar epidermis papilosa en la cara abaxial y epidermis mucilaginosas, dos o más capas de epidermis, presencia de hipodermis, estomas anomocíticos, paracíticos, ciclocíticos, tetracíticos, paralelocíticos, un mesofilo homogéneo y nectarios extraflorales presentes.

Existen pocos trabajos de la anatomía foliar en Anacardiaceae entre ellos está el de AL-Saghir y Porter (2005) quienes realizan un estudio sobre la distribución estomática de 15 especies del género *Pistacia* describiendo para dicho género que presentan estomas anomocíticos donde las células guarda no están situadas en el mismo nivel que las células epidérmicas adyacentes y no hubo células subsidiarias que rodearan a las células guarda; en la mayoría de las especies, la densidad fue mayor en la superficie adaxial, el radio de la densidad estomática adaxial y abaxial varía de 0.0 a 1.7. Posteriormente AL-Saghir *et al.* (2006) describen la anatomía de 10 especies del género *Pistacia* reconociendo epidermis de paredes delgadas en ambas superficies de todas las especies, cubiertas con una capa relativamente gruesa de cutina en *P. aethiopica*, *P. lentiscus*, *P. mexicana*, *P. texana* y *P.*

weinmannifolia. Todas las especies presentan tricomas. Las hojas de *Pistacia vera* difieren del resto de las especies ya que presentan mesofilo equifacial donde la superficie adaxial y abaxial son similares. Las diferencias anatómicas pueden utilizarse como rasgos taxonómicos clave para distinguir entre las especies altamente similares de *Pistacia*.

Álvarez *et al.* (2008) realizan un estudio anatómico foliar de *Pistacia terebinthus* describiendo una epidermis simple cuadrática cubierta por una gruesa cutícula, tricomas tanto unicelulares como glandulares, estomas anomocíticos, mesofilo bifacial, presencia de cristales prismáticos y en forma de drusa en las hojas viejas y en el mesofilo, la vena media y las venas secundarias más grandes están rodeadas por una vaina esclerenquimatosa,

Para el género *Rhus*, Andrés-Hernández y Terrazas (2006) realizan un estudio sobre la anatomía foliar y del peciolo de especies del género *Rhus* describiendo la cutícula adaxial y abaxial lisa para la mayoría de las especies, 12 presentan cutícula estriada; epidermis simple en todas las especies. El mesofilo es bifacial en todas las especies y en la mayoría se presenta una capa de parénquima en empalizada. Posteriormente Andrés-Hernández *et al.* (2014) analizan estos caracteres bajo un enfoque cladístico y reconoce que los miembros del subgénero *Rhus* comparten una cutícula delgada, células de la epidermis no papilosas, una capa de parénquima en empalizada, drusas en mesofilo y la ausencia de fibras en el xilema secundario de la vena media; y para el subgénero *Lobadium*, los taxones de la sección *Terebinthifolia* presentan fibras gelatinosas en el xilema de la vena media y el peciolo. Los taxones de la sección *Styphonia* se caracterizan por tener una

cutícula gruesa, dos capas de parénquima en empalizada y xilema de la vena media y peciolo con fibras. En este género las secciones se reconocen por la combinación única de rasgos anatómicos foliares y del peciolo.

Otros trabajos encontrados sobre anatomía foliar son en la familia Sapindaceae donde Buijsen (1995) realiza la descripción anatómica de la hoja de *Harpullia*, *Majidea* y *Conchopetalum*, reporta tricomas estrellados junto con tricomas solitarios unicelulares en *Harpullia* y *Majidea* y sólo tricomas unicelulares en *Conchopetalum*; para el género *Harpullia* se reportan caracteres significativos como son el tipo de estomas y en algunas especies la presencia de braquiesclereidas en el mesofilo; en la base de la hoja de las especies del género *Harpullia*, subgénero *Ontonychium* se observan estomas ciclocíticos, ésta es una característica muy importante ya que no ha sido registrada en otro taxón dentro de la familia Sapindaceae.

Solís y Ferrucci (2000) describen la morfo-anatomía foliar de *Cardiospermum procumbens* y *C. pterocarpum*; *C. procumbens* presenta hojas simples, siendo un carácter único en la tribu mientras que *C. pterocarpum* posee una lámina trifoliada. Anatómicamente son similares, observándose en *C. pterocarpum* mayor cantidad de células secretoras, distribuidas entre las células epidérmicas, mesofilo, en el parénquima de la vena media y del peciolo. Este estudio permitió corroborar la presencia de “domacios en repliegue” en la cara adaxial de *C. procumbens* siendo un carácter inédito para la tribu; mientras que las hojas de *C. pterocarpum* carecen totalmente de domacios.

2.4 Morfología y anatomía foliar del género *Schinus*

Para el género *Schinus* son pocos los estudios que se han realizado, Martínez-Crovetto (1963) realizó un estudio taxonómico-biométrico de la morfología foliar de *S. areira* y *S. molle*. En el estudio analiza algunos caracteres biométricos de folíolos con base en el número de folíolos, la longitud y anchura, la longitud del pecíolo y raquis, lo que demuestra que es independiente de las curvas de variación, y prueba que se trata de dos especies completamente diferentes. Para la especie *S. areira* más recientemente Ruiz *et al.* (2009) analizan la morfoanatomía y arquitectura foliar de *S. areira*; la cual presenta hojas compuestas, subcoriáceas, alternas imparipinadas a veces paripinnadas, raquis subcilíndrico con mesofilo isolateral, anfiestomático. Epidermis uniestratificada con cutícula delgada y lisa; las células epidérmicas abaxiales son papilosas en la vena media con hipodermis abaxial y adaxial. Presenta 6-7 estratos de parénquima en empalizada. Alrededor de los haces vasculares se encuentra clorénquima. El pecíolo es subcircular con epidermis uniestratificada, con pequeñas alas adaxiales, y en cada una de ellas presenta un canal. El sistema vascular con cinco haces dispuestos en forma de U a cada uno asociado un canal de resina.

Perrotta y Arambarri (2004) estudiaron la anatomía foliar y caulinar de *S. longifolius*, reportan una epidermis con células poligonales y tricomas no glandulares distribuidos sobre toda la superficie. Presenta estomas de tipo anomocítico, la venación tipo camptódroma y braquidódroma. La lámina es bifacial con dos capas de parénquima en empalizada y de 5-6 capas de parénquima esponjoso. Se encuentran cristales solitarios y otros agrupados formando drusas. El pecíolo es

semicircular con epidermis uniestratificada, el colénquima angular subepidérmico es discontinuo; en la cara dorsal del peciolo se distribuye en 2-3 capas aumentando hacia los extremos de la cara ventral. Presenta 4-5 haces vasculares dispuestos en forma de arco cada uno rodeado de una vaina parenquimática. En todo el parénquima del peciolo con taninos y abundantes cristales solitarios y drusas.

La cuarta especie de *Schinus* la reportan Duarte *et al.* (2009) quienes comparan la anatomía foliar de *Myracrodruon urundeuva* y *Schinus terebinthifolius*. Ambas presentan estomas anomocíticos, mesofilo bifacial, conductos secretores asociados con la vena media, presentan haces vasculares colaterales en disposición centrada, células que contienen compuestos fenólicos y cristales de oxalato de calcio.

III. JUSTIFICACION

Los estudios anatómicos descriptivos son fundamentales para poder hacer trabajos sistemáticos ya que pueden proporcionar una base sólida para la definición y codificación de caracteres. Estudios recientes, han contribuido significativamente en trabajos sistemáticos ayudando a conocer y describir ampliamente la historia taxonómica de diversos grupos de plantas. Para la familia Anacardiaceae son pocos los trabajos de anatomía foliar que se utilicen para contribuir a la sistemática. Debido a esto, el presente trabajo pretende contribuir con la descripción anatómica de lámina de las especies del género *Schinus*, principalmente porque no hay una propuesta anatómica que sustente a la hecha por Barkley (1957) ni un trabajo que reúna las características anatómicas de todo el género y además porque existen especies no ubicadas taxonómicamente.

IV. HIPOTESIS

Las diferencias y similitudes presentes en la anatomía foliar del género *Schinus* darán información para agrupar a las especies en categorías infragenéricas.

V. OBJETIVOS

5.1 Objetivo general

Describir y analizar la anatomía foliar de las especies del género *Schinus* L. (Anacardiaceae).

5.2 Objetivos particulares

Comparar la anatomía foliar de las especies que componen el género *Schinus* L. (Anacardiaceae).

Organizar con base en la anatomía foliar una agrupación infragenérica para el género *Schinus* L.

VI. MATERIALES Y MÉTODO

En el presente estudio se describe la anatomía de la lámina de 27 especies pertenecientes a los dos subgéneros de *Schinus*, 14 de ellas dentro del subgénero *Duvaua*, sección *Euduvaua*, siete especies pertenecientes al subgénero *Duvaua*, sección *Pseudoduvaua*, cinco de ellas pertenecientes al subgénero *Euschinus* y una más que aún no es agrupada. Todas las hojas pertenecen a la colección de los herbarios US y Darwinion.

6.1 Inclusión en parafina

Las hojas herborizadas se hidrataron con NaOH al 0.5% durante 24 horas, posteriormente se fijaron en F.A.A. durante 48 horas; se lavaron y se colocaron en cassetes de inclusión para su deshidratación con alcoholes graduales del 50% 70% 96%, 100%, Xilol-Alcohol y Xilol dos cambios en cada uno cada 24 horas. Enseguida las muestras se incluyeron en parafina una durante 24 horas a una temperatura constante de 60°C. Las muestras se incluyeron en bloques de parafina en plano transversal y los cortes histológicos se realizaron en un micrótopo de rotación a 12 micras de grosor. Los cortes obtenidos se tiñeron con safranina y verde rápido, por último los cortes se montaron en resina sintética; se describieron los caracteres anatómicos de lo observado. La descripción se realizó siguiendo los criterios de Metcalfe y Chalk (1979, 1987).

VII. RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados de los 15 caracteres que se reconocieron y sus respectivos estados de carácter (Cuadro 1) para el género *Schinus*. Los caracteres que observamos en el género *Schinus* fueron tipo de hoja, tipo de cutícula, tipo de epidermis, presencia de tricomas, presencia de hipodermis, tipo de hoja bifaciada o equifaciada, número de canales, presencia de tricomas, presencia de drusas y cristales, número de haces en la vena media, número de canales en la vena media, parénquima en empalizada continuo y número de capas de colénquima en la vena media.

7.1 Lamina foliar del género *Schinus*.

Cutícula.- La cutícula adaxial y abaxial es lisa en la mayoría de las especies, sólo en *S. andinus*, *S. crenatus*, *S. engleri*, *S. longifolius*, *S. marchandii*, *S. pilliferus* y *S. weinmannifolia* se presenta cutícula estriada.

Epidermis.- Generalmente presentan una epidermis simple, con células de forma cuadrada o rectangular. Generalmente en la región de la vena media la epidermis se vuelve papilosa; se observan tricomas cónicos en *S. andinus*, *S. crenatus*, *S. engleri*, *S. fasciculatus*, *S. ferox*, *S. gracilipes*, *S. johnstonii*, *S. myrtifolius*, *S. pilliferus*, *S. spinosus*, *S. terebinthifolius* y *S. weinmannifolia*.

Mesofilo.- El mesofilo es bifacial en la mayoría de las especies, equifacial para *S. fasciculatus*, *S. lentiscifolius*, *S. marchandii*, *S. pearcei* y *S. polygamus*, y puede ser bifacial o equifacial para *S. johnstonii* y *S. longifolius*. El parénquima en empalizada va de una capa hasta tres cuando es bifacial y de dos a cinco cuando es equifacial.

El parénquima esponjoso presenta entre tres y diez capas; tienen forma irregular y son de diferentes tamaños, con espacios intercelulares amplios en la mayoría de las especies. Con respecto a los contenidos del género *Schinus*, nueve especies contienen cristales en forma de drusa, nueve cristales en forma de drusa y cristales prismáticos, en el caso de *S. crenatus*, *S. montanus*, *S. myrtifolius* y *S. spinosus*, no presentan ningún tipo de cristal. La distribución de ambos tipos de cristales es común en el mesofilo y vena media. En el mesofilo de todas las especies, es común la presencia de haces colaterales con canales resiníferos.

Vena media.- En esta región, la cutícula generalmente se vuelve estriada y la epidermis papilosa, subepidérmicamente se observa de uno hasta diez capas de colénquima lagunar; el tejido vascular presenta un haz vascular con 3-4 canales asociados al floema en la mayoría de las especies, excepto en *S. myrtifolius* donde hay sólo uno; el xilema generalmente es continuo y se dispone en hileras radiales excepto en *S. areira* en el que se observa xilema céntrico. Se encontró además, que la combinación de cristales prismáticos y drusas es exclusiva de *S. johnstonii*, *S. lentiscifolius* y *S. polygama*.

7.2 Resultados generales por sección

Subgénero: *Duvaua*

Sección: *Euduvaua*:

Cutícula: Este grupo se caracteriza por tener una cutícula muy gruesa, es lisa en la mayoría de las especies y estriada en *S. andinus*, *S. engleri*, *S. longifolius*, *S. marchandii* (Fig. 2-B) y *S. pilliferus*.

Epidermis: Este grupo presenta generalmente una epidermis simple con células de forma cuadrática (Fig. 2-B) o rectangular (Fig. 2-A), tricomas no glandulares cónicos para ocho especies (*S. andinus*, *S. engleri*, *S. fasciculatus*, *S. ferox*, *S. johnstonii* (Fig. 2-D), *S. myrtifolius*, *S. pilliferus*, y *S. spinosus*).

Mesofilo: La mayoría de las especies de este subgénero presentan mesofilo bifacial variando de 1-2 capas de parénquima en empalizada y de 4-6 de parénquima esponjoso (Fig. 3-C, D), en cambio, cuando el mesofilo es equifacial (Fig. 3-A, B) como es el caso de *S. fasciculatus*, *S. marchandii* y *S. polygamus* el parénquima en empalizada va de 2-4 capas en el lado abaxial y 1-3 en el lado adaxial. El sistema vascular de la lámina se dispone en haces colaterales.

Vena media: La cutícula en esta región se vuelve estriada y la epidermis papilosa. En casi todas las especies de esta sección el parénquima en empalizada es continuo en la vena media con excepción de *S. andinus* y *S. pilliferus*; todas las especies presentan colénquima de tipo lagunar en la vena media variando de una hasta seis capas. La mayoría de las especies presentan un haz vascular excepto *S.*

fasciculatus y *S. johnstonii* que tienen dos haces (Fig. 4-A); todas las especies presentan canales de resina que varían de dos a cuatro (Fig. 4-B, C, D).

Contenidos: Diez especies presentan cristales en forma de drusa y, en el caso de *S. fasciculatus* (Fig. 3-E), *S. johnstonii*, *S. longifolius*, *S. marchandii* y *S. polygamus* (Fig. 3-F) presentan cristales en forma de drusa y también prismáticos y sólo *S. myrtifolius* y *S. spinosus* no presentan contenidos minerales.

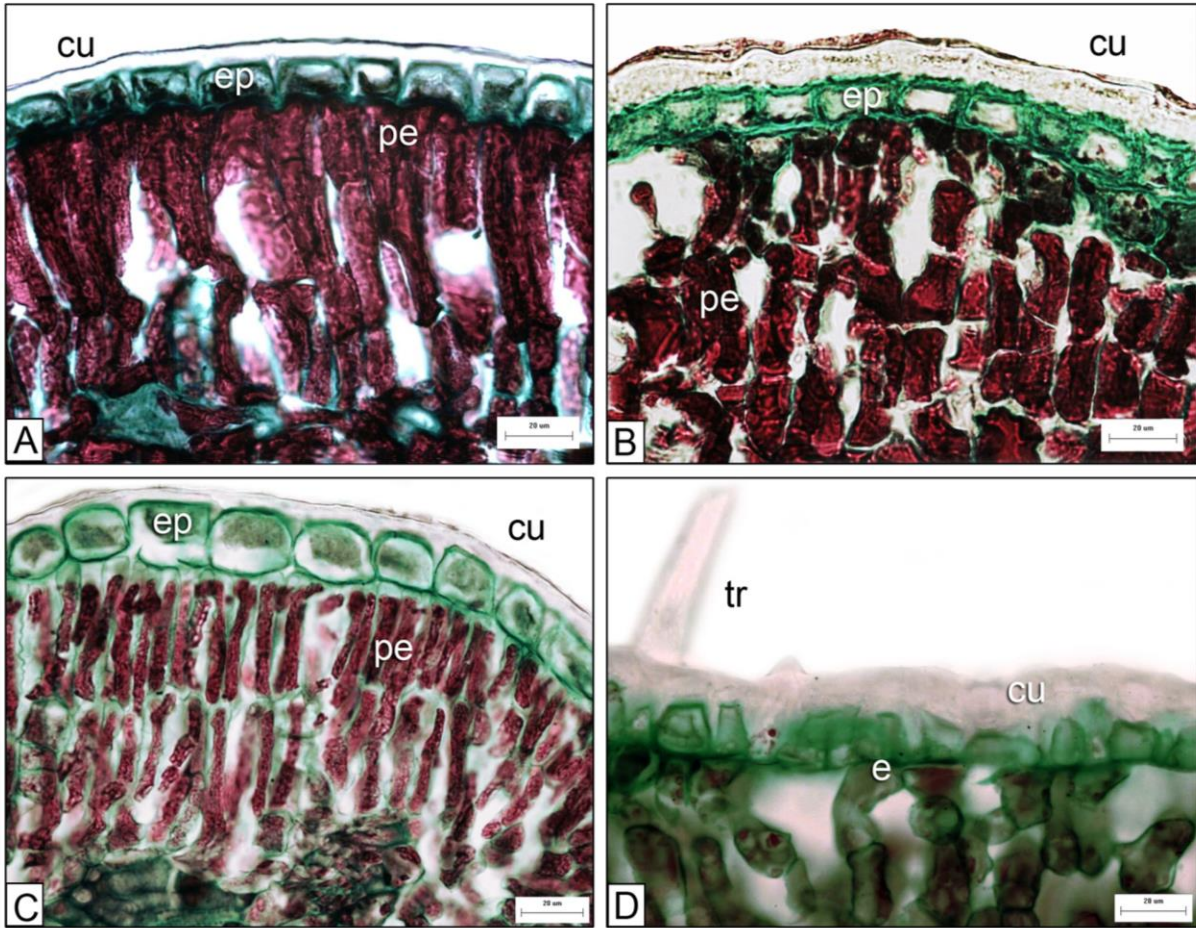


Figura 2. Epidermis y cutícula en la sección *Euduvaua*: Cutícula gruesa en todas las especies, epidermis rectangular en a) *S. ferox*, cuadrada en b) *S. marchandii* y c) *S. fasciculatus* e irregular con cutícula que penetra en las paredes anticlinales y tricoma simple en d) *S. johnstonii*. Pe= parénquima en empalizada, e= epidermis, c= cutícula, tr= tricoma.

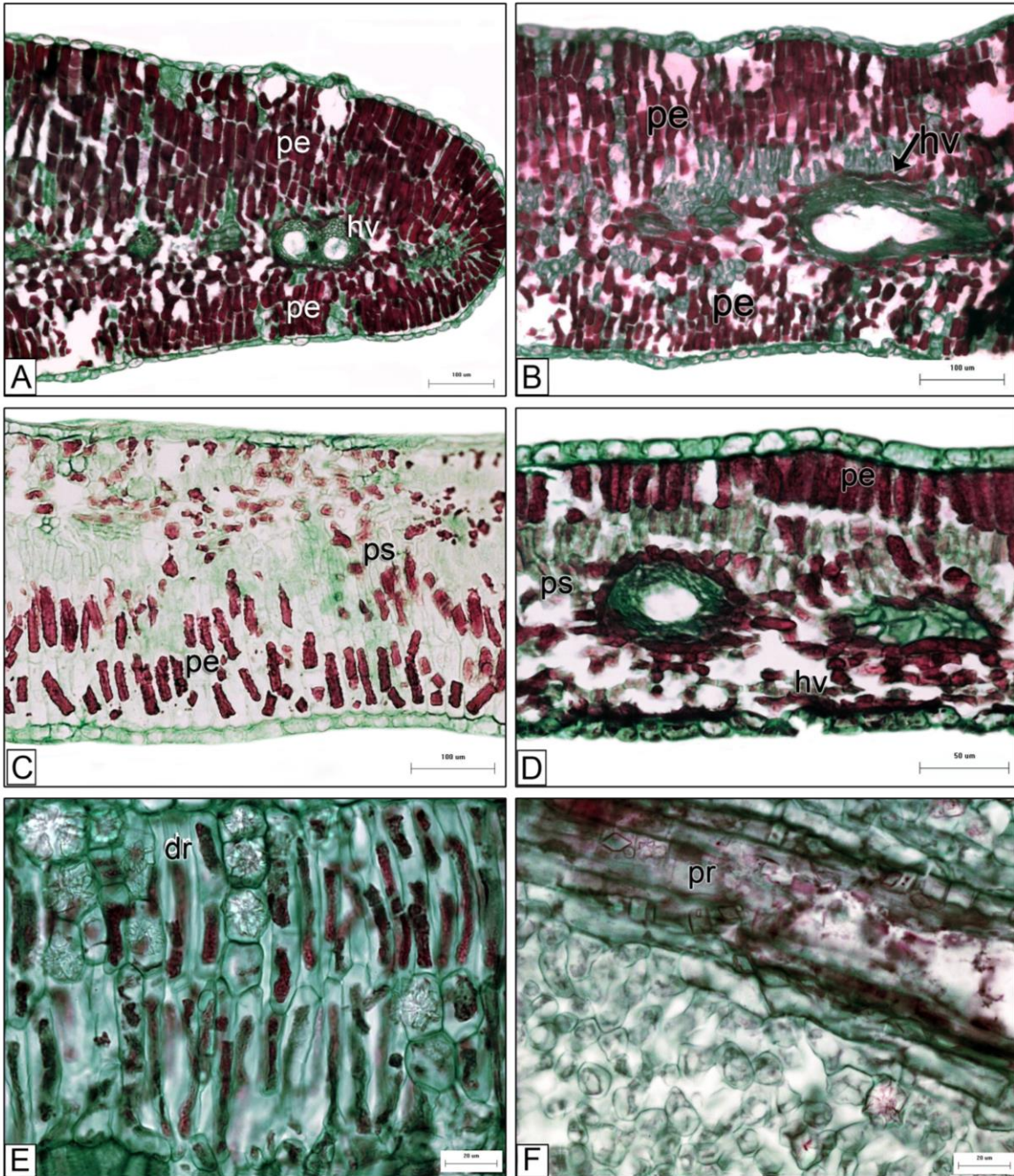


Figura 3. Mesofilo de la sección *Euduvaua*: Mesofilo equifacial en A) *S. longifolius* y B) *S. johnstonii* y bifacial en C) *S. microphyllus* y D) *S. myrtifolius*. Drusas en E) *S. fasciculatus* y cristales prismáticos en F) *S. polygamus*. Pe=parénquima en empalizada, ps= parénquima esponjoso, hv=haz vascular.

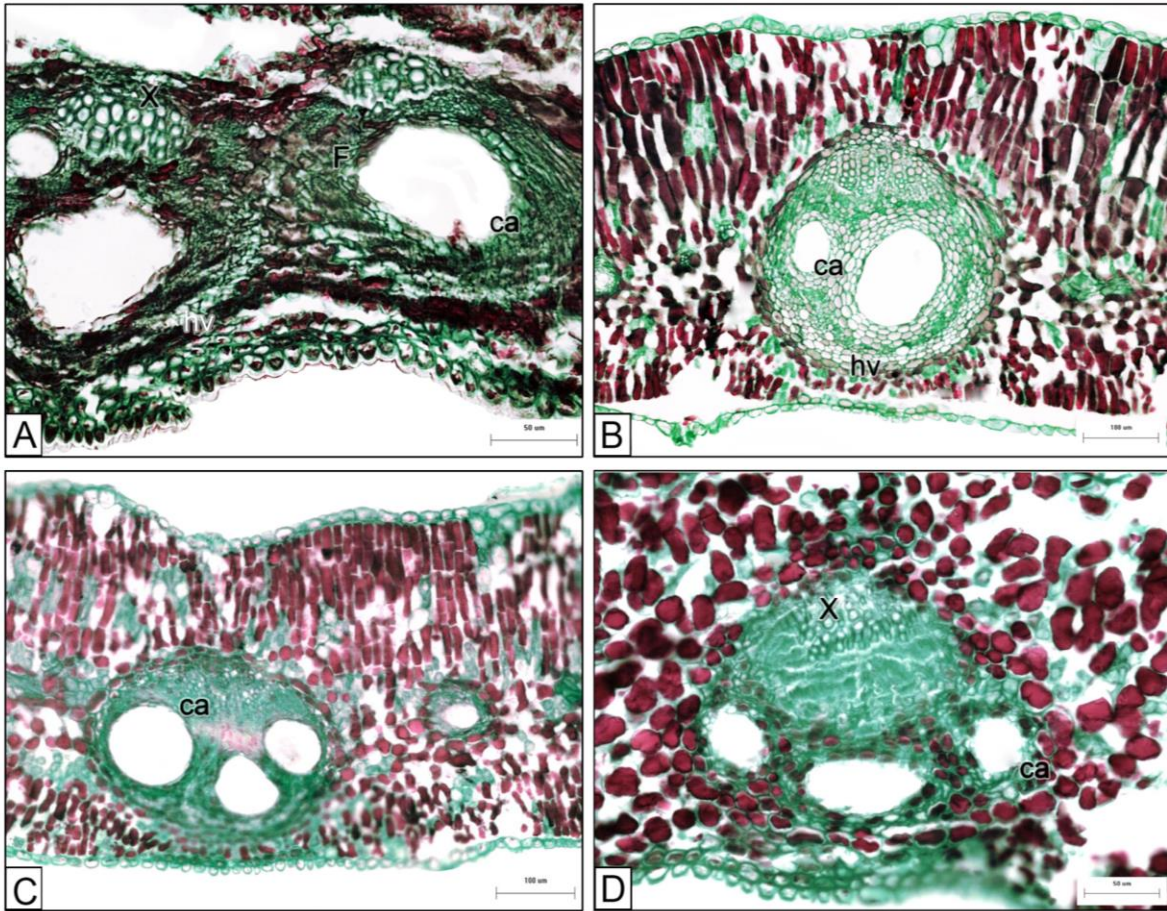


Figura 4. Vena media en la sección *Euduvaua*: Vena media con dos haces vasculares en A) *S. myrtifolius*, un haz envuelto en una vaina parenquimatosa con contenidos oscuros con dos canales en B) *S. longifolius* y con tres canales en C) *S. johnstonii* y un haz con tres canales en D) *S. polygamus*.

Subgénero: **Duvaua**

Sección: **Pseudoduvaua:**

Cutícula: Lisa en todas las especies excepto en *S. crenatus* que presenta cutícula estriada (Fig. 5B).

Epidermis: Simple, por lo regular de forma cuadrática y rectangular; sólo en *S. crenatus* y *S. gracilipes* (Fig. 5-B, D) y tricomas no glandulares cónicos (Fig. 6-A).

Mesofilo: El mesofilo es bifacial en todas las especies de esta sección, donde el parénquima en empalizada presenta dos capas y el parénquima esponjoso de cinco a diez (Fig. 5-D, E). El sistema vascular se dispone en haces colaterales.

Vena media: En esta región el parénquima en empalizada no es continuo, excepto en *S. latifolius* y se observan capas de colénquima lagunar en esta zona variando desde 2-7 capas. El sistema vascular de la vena media presenta un haz vascular excepto *S. crenatus* que presenta dos haces (Fig. 6-C); todas las especies presentan entre tres a cinco canales resiníferos.

Contenidos: *Schinus crenatus* y *S. montanus* no presentan ningún tipo de contenido, *S. gracilipes* y *S. venturii* presentan cristales en forma de drusa (Fig. 6-B) y sólo *S. latifolius* contiene cristales en forma de drusa y prismáticos.

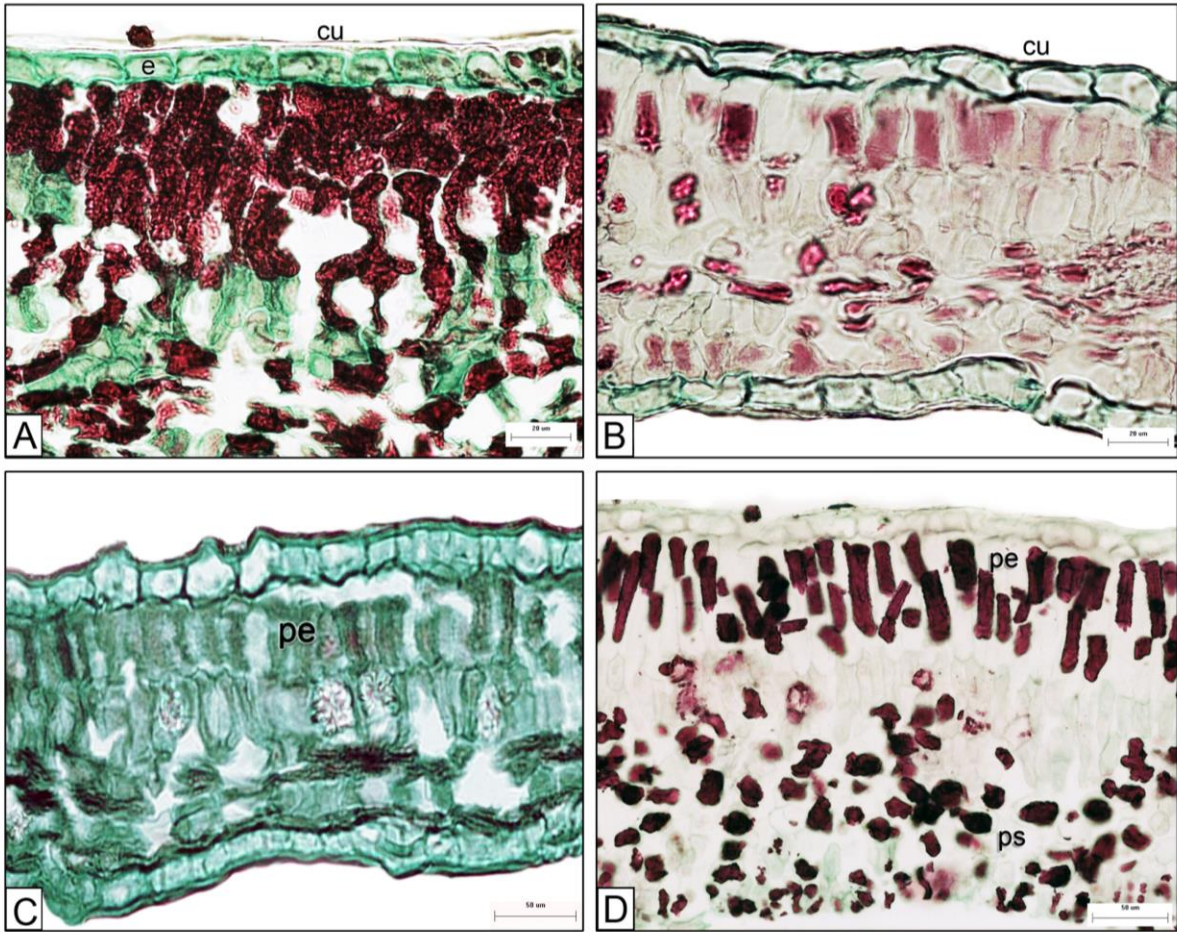


Figura 5. Sección *Pseudoduvaua*: Cutícula estriada y epidermis con células rectangulares de A) *S. venturii*, y B) *S. crenatus*. El mesofilo bifacial con dos capas de parénquima en empalizada en D) *S. gracilipes* y en E) *S. latifolius*. E= epidermis, cu= cutícula, pe= parénquima en empalizada, ps= parénquima esponjoso.

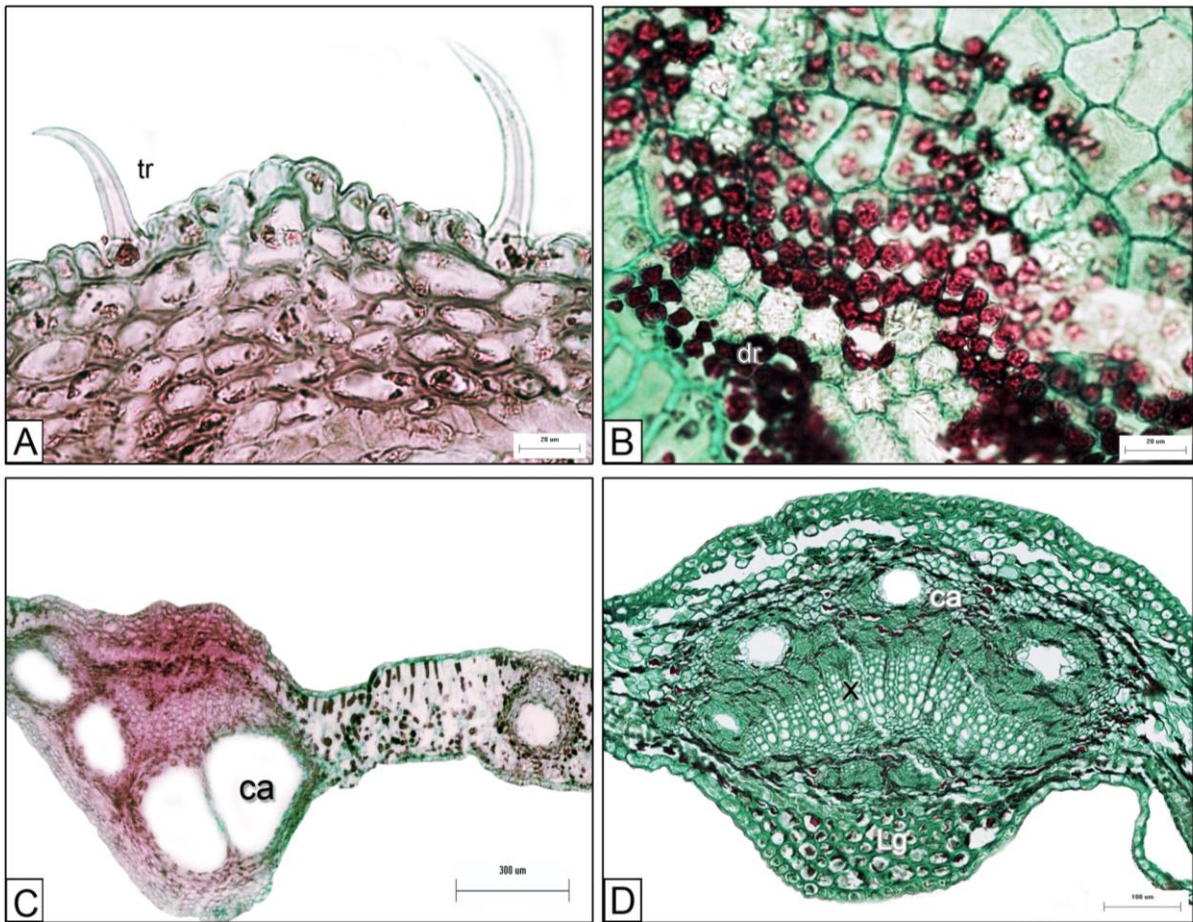


Figura 6. Vena media y contenidos en la sección *Pseudoduvaia*: Tricomas simples cónicos en A) *S. crenatus*, presencia de drusas en lámina en B) *S. venturi*. La vena media con un haz vascular y cuatro canales para C) *S. crenatus* y en D) *S. gracilipes*, ambas con colénquima lagunar. Tr= tricoma, dr= drusa, ca= canal, hv= haz vascular, x= xilema y Lg= colénquima lagunar.

Subgénero: ***Euschinus***

Cutícula: La cutícula es lisa; sólo *S. weinmannifolia* y *S. terebinthifolius* pueden presentar cutícula estriada (Fig. 7-A, D).

Epidermis: Simple, generalmente con células rectangular y cuadrada (Fig. 7-A-D). Se observan tricomas no glandulares cónicos en *S. terebinthifolius* y *S. weinmannifolia* (Fig. 8-C).

Mesofilo: Bifacial para *S. areira*, *S. terebinthifolius* y *S. weinmannifolia* con 2-3 capas de parénquima en empalizada (Fig. 8-B) y en *S. lentiscifolius* y *S. pearcei* el mesofilo es equifacial (Fig. 8-A), donde el parénquima en empalizada tiene de 2-4 capas en la cara adaxial y de 4-5 en la abaxial. El sistema vascular se dispone en haces colaterales.

Vena media: El parénquima en empalizada no es continuo excepto en *S. pearcei*; todas presentan colénquima lagunar variando de 3 a 10 capas, en *S. pearcei* se observa colénquima laminar en la cara abaxial con 3 capas. En las especies de este subgénero se observa un haz vascular en la vena media de *S. pearcei*, *S. lentiscifolius* y *S. terebinthifolius* (Fig. 9-C), dos haces con dos canales en cada haz en *S. areira* (Fig. 9-A) y en *S. weinmannifolia* se observan tres haces con un canal en cada haz (Fig. 9-D); es común observar de 3 a 4 canales conductores de resina y en *S. lentiscifolius* observamos cinco (Fig. 9-B).

Contenidos: *Schinus pearcei* y *S. terebinthifolius* presentan cristales en forma de drusa, *S. areira*, *S. lentiscifolius* y *S. weinmannifolia* presentan tanto cristales prismáticos como cristales en forma de drusa (Fig. 8-D).

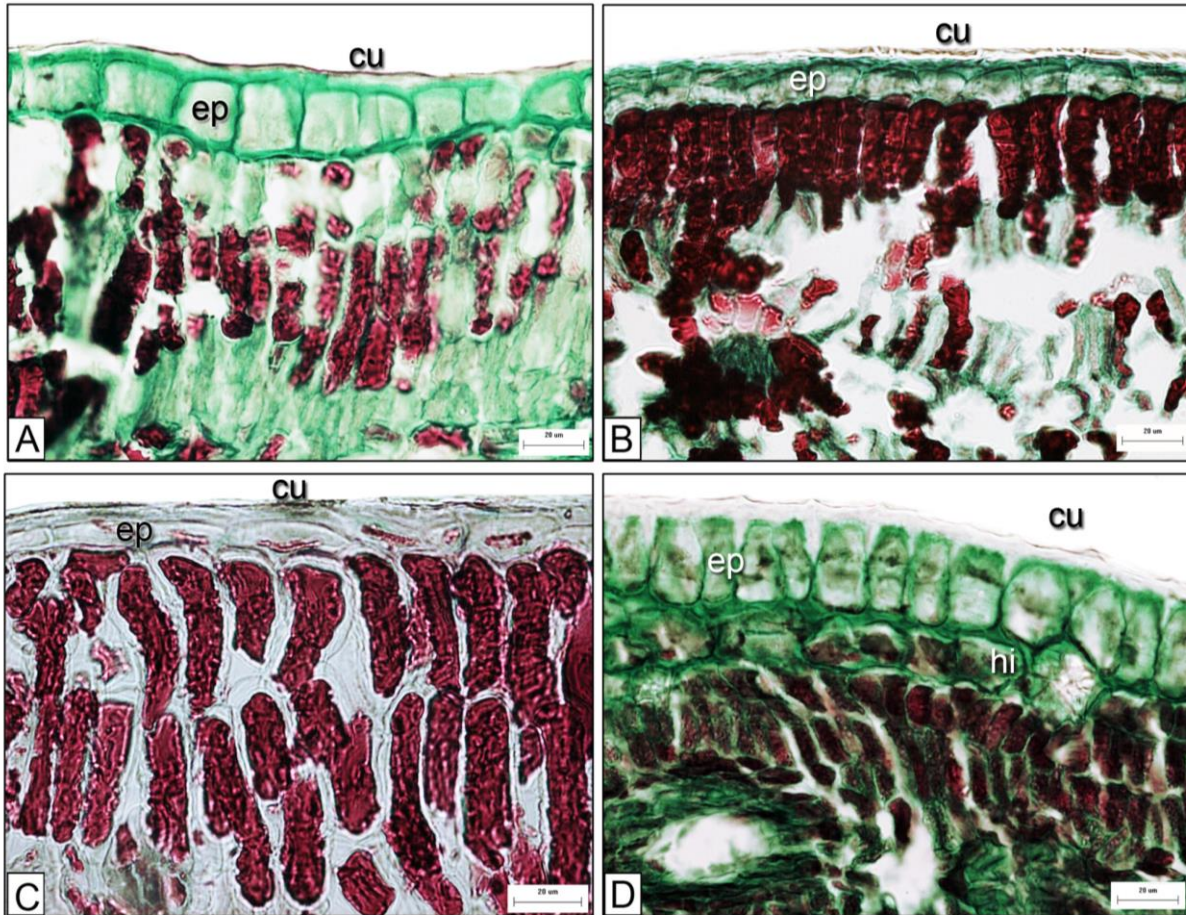


Figura 7. Cutícula y epidermis del subgénero *Euschinus*: Se presenta la cutícula lisa y epidermis rectangular de A) *S. areira*, cutícula estriada y epidermis rectangular para B) *S. terebinthifolius*, cutícula lisa y epidermis cuadrática para C) *S. pearcei*, y cutícula estriada con epidermis papilosa e hipodermis en D) *S. weinmannifolius*. Ep= epidermis, cu=cutícula, hi=hipodermis.

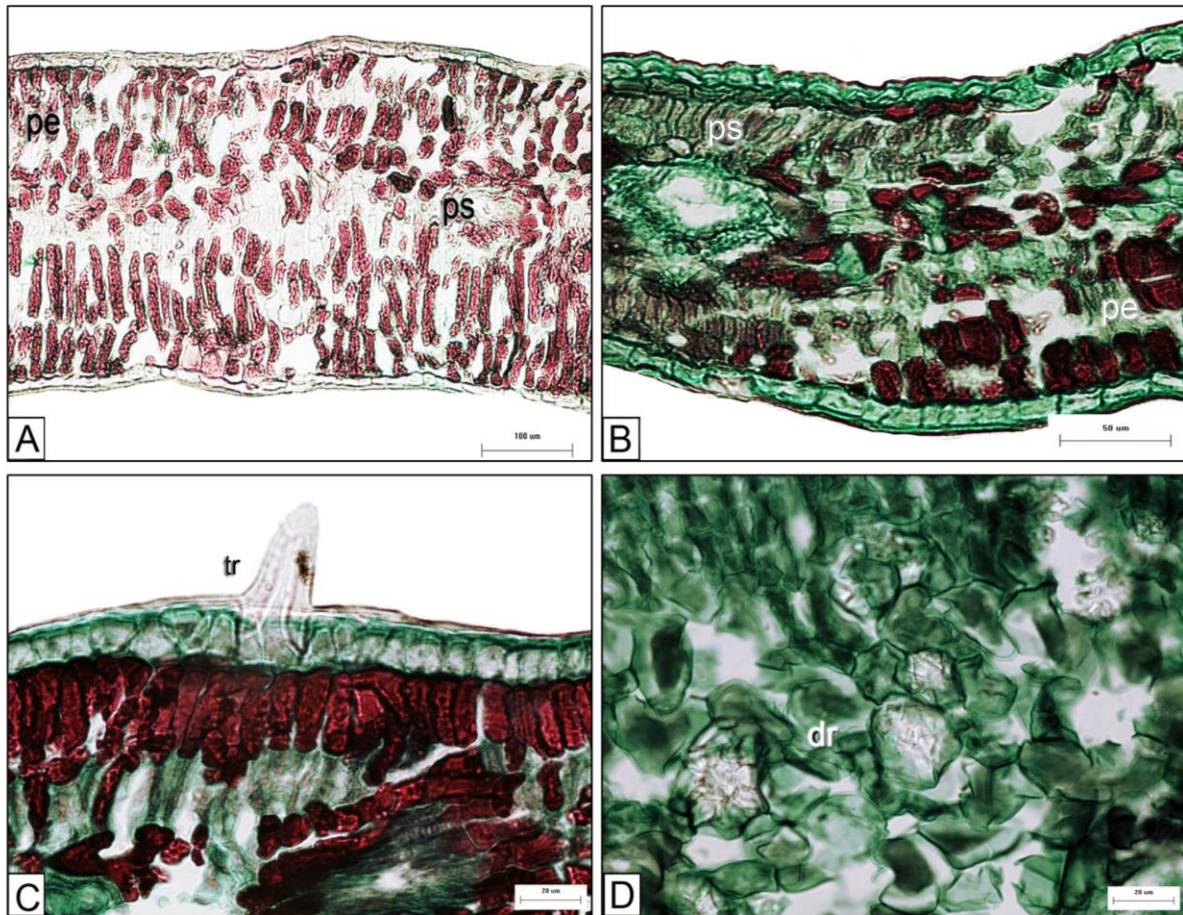


Figura 8. Mesofilo del subgénero *Euschinus*: Se observa un mesofilo equifacial en A) *S. pearcei* y bifacial en B) *S. areira*, tricomas simples en C) *S. terebinthifolia* y cristales en forma de drusa en D) *S. lentiscifolius*.

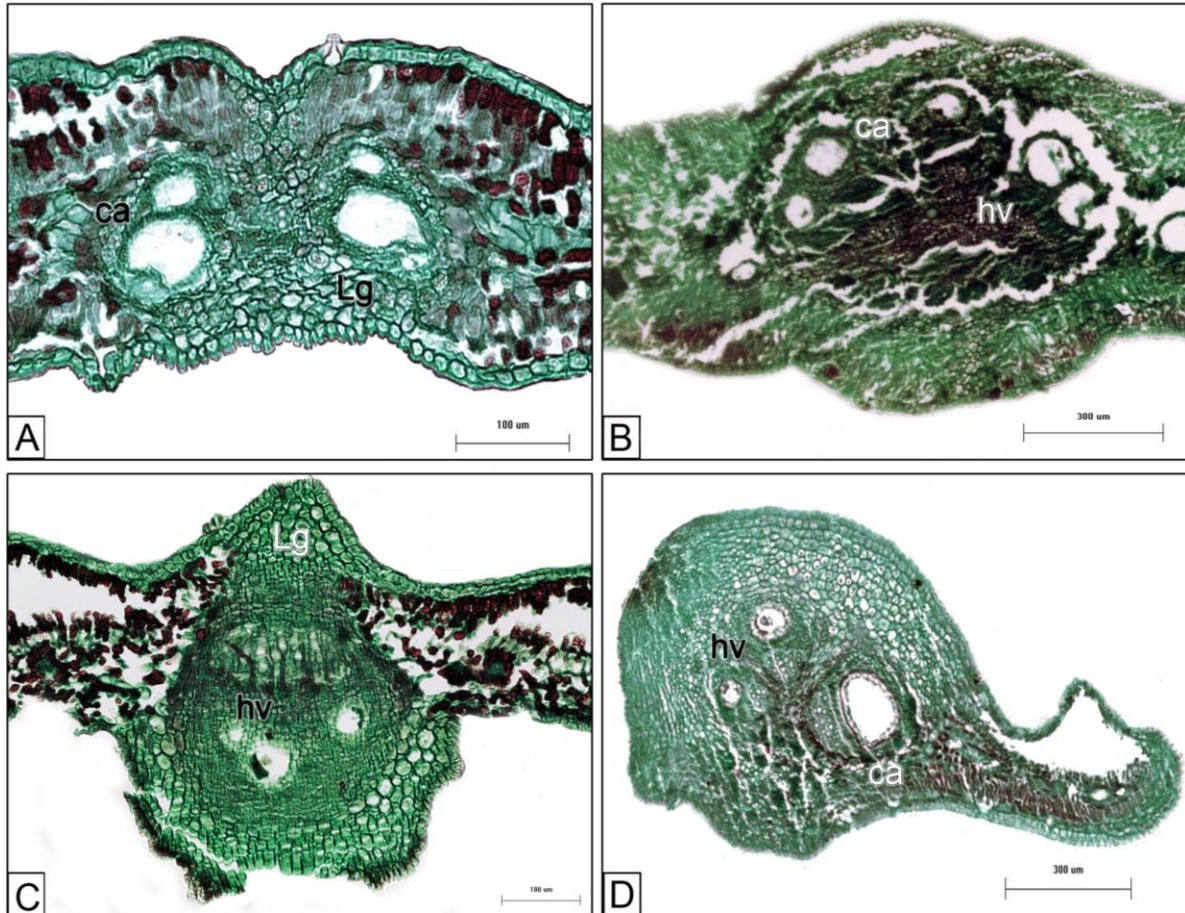


Figura 9. Vena media en el subgénero *Euschinus*: Vena media con dos haces y cuatro canales en A) *S. areira*, un haz con cinco canales en B) *S. lentiscifolius*, un haz con tres canales en C) *S. terebinthifolius* y tres haces con un canal cada uno en D) *S. weinmannifolia*. Ca=canal, hv=haz vascular, Lg=colénquima lagunar.

7.3 Resultados por especie

Subgénero: *Duvaua*

Sección: *Euduvaua*

Especie: ***Schinus marchandii***

La cutícula es estriada, la epidermis en algunas zonas presenta dos capas pero normalmente en ambas caras, con células de forma cuadrática, el mesofilo es equifacial, donde el parénquima en empalizada tiene de dos a tres capas en la cara adaxial y de tres a cuatro capas en la cara abaxial, en el lado adaxial de la región media de la lámina el parénquima en empalizada es continuo; el parénquima esponjoso se sitúa al centro del mesofilo, a lo largo del corte contiene cristales prismáticos y en forma de drusa, en la lámina presenta un tejido vascular dispuesto en haces colaterales con un canal en cada haz; en la vena media la cutícula es muy gruesa y de forma estriada, la epidermis es papilosa, en el lado abaxial presenta cuatro capas de colénquima lagunar; el tejido vascular presenta un haz vascular con tres canales resiníferos dispuestos en el floema, el xilema presenta los elementos de vaso en hileras radiales y además pueden observarse cristales prismáticos y en forma de drusa.

Especie: ***Schinus longifolius***

La cutícula es lisa o ligeramente estriada tanto en la cara adaxial como en la abaxial, presenta una epidermis simple en ambas caras con células de forma rectangular más o menos redondeada; el mesofilo puede ser tanto bifacial como

equifacial, cuando es bifacial el parénquima en empalizada presenta dos capas y se sitúa en la cara adaxial, y cuando se trata del mesofilo equifacial el parénquima en empalizada tiene una o dos capas en la cara adaxial y de dos a tres en la abaxial; el parénquima esponjoso se sitúa al centro y contiene de tres a cuatro capas. En cualquiera de los dos casos se presentan cristales prismáticos, y drusas en poca cantidad debajo de la epidermis, el tejido vascular en la lámina se dispone en haces colaterales con floema escaso y un canal resinífero, estos haces se encuentran envueltos en una vaina de células con taninos. En la región de la vena media la cutícula es estriada, la epidermis cuadrada, el parénquima en empalizada es continuo en ambas caras y parénquima esponjoso también es continuo aunque muy escaso, en el lado adaxial tiene tres capas y en el abaxial una, en ambas caras se observa una pequeña capa de colénquima lagunar; el tejido vascular está dispuesto en un haz vascular rodeado de células de taninos y presenta de dos a cuatro canales resiníferos en el floema, el xilema es continuo y presenta elementos de vaso en hileras radiales. No se observan contenidos.

Especie: ***Schinus myrtifolius***

La cutícula es estriada, la epidermis es simple con células de forma redonda; presenta un mesofilo bifacial con dos capas de parénquima en empalizada y de seis a siete de parénquima esponjoso; no se observan contenidos, el tejido vascular en la lámina se dispone en haces colaterales con floema escaso algunos con canales resiníferos y algunos sin canal. En la región de la vena media podemos observar que la cutícula es estriada en la zona adaxial, con epidermis redonda y lisa en la abaxial con epidermis papilosa; se encuentran tres capas de colénquima lagunar

en ambas caras. El tejido vascular de la vena media está dispuesto en dos haces uno con un canal y el otro con dos, el xilema presenta los elementos de vaso en hileras radiales; no se observan contenidos en esta región.

Especie: ***Schinus ferox***

La cutícula es de forma lisa, presenta una epidermis simple con células de forma rectangular, presenta tricomas no glandulares cónicos; mesofilo bifacial, donde el parénquima en empalizada tiene dos capas y el parénquima esponjoso tiene de cuatro a cinco capas, el parénquima en empalizada es continuo en la vena media. Hay presencia de cristales en forma de drusa; el tejido vascular en la lámina se dispone en haces colaterales con floema escaso y con un canal en cada uno, estos haces se encuentran rodeados por cristales prismáticos y drusas; en la vena media la cutícula es lisa y la epidermis papilosa; en la cara abaxial se observan seis capas de colénquima lagunar; el tejido vascular de la vena media está dispuesto en un haz con dos canales que se encuentran en el floema, también se encuentran rodeados por cristales prismáticos y en forma de drusa, el xilema es continuo con elementos de vaso en hileras radiales. No presenta contenidos.

Especie: ***Schinus spinosus***

La cutícula es lisa, presenta una epidermis simple con células en forma rectangular y presenta tricomas no glandulares cónicos; cuenta con un mesofilo bifacial donde el parénquima en empalizada tiene una o dos capas y el parénquima esponjoso cinco o seis, no se observan contenidos en el mesofilo; el tejido vascular en la lámina se dispone en haces colaterales con un canal resinífero tiene abundante

xilema y floema; en la vena media la cutícula es estriada y la epidermis papilosa en la cara adaxial y en la zona abaxial de esta región observamos cutícula lisa y epidermis cuadrada, tiene tricomas no glandulares cónicos; presenta parénquima en empalizada continuo, en la cara adaxial presenta 5 capas de colénquima lagunar y dos en la abaxial. El tejido vascular de la vena media se dispone en un haz con cuatro canales, presenta xilema dispuesto en hileras radiales y no se observan contenidos.

Especie: ***Schinus johnstonii***

La cutícula adaxial y abaxial es lisa y puede llegar a presentar tricomas no glandulares cónicos, la epidermis es simple en ambas caras con células de forma cuadrática o rectangular más o menos redondeadas, en algunas zonas de la lámina puede observarse la presencia de hipodermis; el mesofilo puede llegar a ser equifacial o bifacial, cuando presenta mesofilo bifacial tiene de tres a cuatro capas de parénquima en empalizada y el parénquima esponjoso cinco a seis capas, el parénquima es continuo en la vena media, no se observan contenidos; el tejido vascular de la lámina se dispone en haces colaterales con un canal en cada uno. En la región de la vena media la cutícula abaxial es estriada y su epidermis se vuelve papilosa; presenta dos capas de colénquima lagunar solo en la cara abaxial; el tejido vascular de la vena media se dispone en dos haces vasculares con un canal en cada uno, el xilema se dispone en hileras radiales y los canales se disponen sobre el floema. Cuando el mesofilo es equifacial, presenta cuatro o cinco capas tanto de parénquima en empalizada como de parénquima esponjoso, el parénquima es continuo en la vena media solo en una cara y en la otra se ve

interrumpido por colénquima lagunar, se pueden observar cristales prismáticos y en forma de drusa; el tejido vascular de la lámina se dispone en haces colaterales con xilema escaso. En la región media la cutícula abaxial y adaxial es estriada, la epidermis es redonda, se observa dos capas de colénquima lagunar en la cara abaxial y tres en la cara adaxial; el tejido vascular de la vena media se dispone en un haz con tres canales dispuestos en el floema, el xilema presenta los elementos de vaso en hileras radiales, se observa la presencia de cristales prismáticos y en forma de drusa.

Especie: ***Schinus piliferus***

La cutícula es lisa; la epidermis simple con células de forma cuadrática o papilosa, el mesofilo es bifacial, presenta una o dos capas de parénquima en empalizada y de cuatro a cinco de parénquima esponjoso; hay poca presencia de drusas y éstas se encuentran agrupadas; el tejido vascular de la lámina se dispone en haces colaterales con xilema y floema escaso; en la región de la vena media la cutícula adaxial y abaxial es estriada y la epidermis papilosa, presenta de cuatro a cinco capas de colénquima laminar en la región abaxial mientras que en la región adaxial solo se observa colénquima lagunar con tres o cuatro capas; el sistema vascular de la vena media está dispuesto en un haz con tres canales dispuestos sobre el floema; el xilema presenta los elementos de vaso en hileras radiales; en la vena media son abundantes las drusas y los cristales prismáticos alineados.

Especie: ***Schinus polygamus***

La cutícula es lisa; la epidermis adaxial y abaxial es simple con células de forma

rectangular; presenta un mesofilo equifacial donde en la cara abaxial tiene de dos a tres capas de parénquima en empalizada y en la cara adaxial una o dos mientras que el parénquima esponjoso presenta de dos a tres capas; en el mesofilo no se observan contenidos, el tejido vascular de la lámina está dispuesto en haces colaterales con escaso xilema y abundante floema; en la vena media observamos que la cutícula abaxial es lisa mientras que en la cara adaxial se vuelve estriada, ambas con epidermis de forma rectangular; subepidérmicamente se encuentra una capa de colénquima lagunar en la cara abaxial; el tejido vascular de la vena media está dispuesto en un haz vascular con tres canales asociados al floema; el xilema presenta los vasos en hileras radiales, hay presencia de cristales en forma de drusa y se encuentran abundantes cristales prismáticos.

Especie: ***Schinus fasciculatus***

La cutícula es lisa; epidermis: adaxial y abaxial simple con células de forma cuadrática; El mesofilo es equifacial donde en la cara abaxial presenta dos capas de parénquima en empalizada y en la cara adaxial solo una y solo en algunas regiones, el parénquima esponjoso tiene de tres a cuatro capas, hay presencia de drusas agrupadas y cristales prismáticos; el parénquima en empalizada es continuo sólo en la cara adaxial, el sistema vascular de la lámina se dispone en haces colaterales. En la región media la cutícula adaxial es estriada y la abaxial lisa, la epidermis adaxial es papilosa y la abaxial cuadrada, se observan tricomas no glandulares cónicos, subepidérmicamente se observan tres capas de colénquima lagunar; el tejido vascular de la vena media presenta dos haces rodeados por una vaina parenquimatosa, uno de ellos con un canal y el otro con dos, los vasos del

xilema se disponen en hileras radiales, contiene cristales prismáticos y en forma de drusa.

Especie: ***Schinus engleri***

Presenta una cutícula de forma estriada, su epidermis es simple, con células de forma rectangular, tricomas no glandulares cónicos; presenta un mesofilo bifacial con dos capas de parénquima en empalizada, cinco de parénquima esponjoso, aquí se observan cristales en forma de drusa; el tejido vascular de la lámina se dispone en haces colaterales con un canal en cada uno con abundante xilema y floema. En la región media la cutícula se vuelve estriada y la epidermis papilosa, subepidérmicamente se observan cuatro capas de colénquima lagunar tanto en la región adaxial como abaxial; el tejido vascular en la vena media está dispuesto en un haz con cuatro canales sobre el floema; el xilema presenta los elementos de vaso en hileras radiales. No presenta contenidos en la vena media.

Especie: ***Schinus andinus***

Cutícula estriada, epidermis simple con células rectangulares y tricomas cónicos no glandulares. Se observa un mesofilo bifacial con una a dos capas de parénquima en empalizada y cinco de parénquima esponjoso, en esta región no se observan contenidos y el parénquima en empalizada es discontinuo en la vena media; el tejido vascular de la lámina se dispone en haces colaterales. En la región de la vena media la cutícula es estriada y presenta tricomas, la epidermis se vuelve papilosa y subepidérmicamente se observan seis capas de colénquima lagunar tanto en el lado adaxial como abaxial; el tejido vascular de la vena media está dispuesto en un

haz vascular con cuatro canales dispuestos sobre el floema; el xilema es continuo y presenta los elementos de vaso en hileras radiales. Entre el colénquima y el tejido vascular se observan inclusiones minerales como cristales en forma de drusa.

Especie: ***Schinus microphyllus***

La cutícula es lisa, epidermis simple con células de forma cuadrática, aunque en algunas regiones se observa una capa de hipodermis; el mesofilo es bifacial, con dos capas de parénquima en empalizada y de cuatro a cinco de parénquima esponjoso, el parénquima en empalizada es continuo en la vena media, se observan cristales en forma de drusa. El tejido vascular de la lámina se dispone en haces colaterales a lo largo de la lámina con abundante xilema y floema. En la vena media la cutícula se vuelve estriada y la epidermis papilosa; subepidérmicamente se observa en la cara adaxial tres capas de colénquima lagunar; el tejido vascular en la vena media se dispone en un haz vascular con dos canales resiníferos sobre el floema; el xilema es continuo y presenta los elementos de vaso en hileras radiales; también se puede observar gran presencia de drusas solitarias.

Especie: ***Schinus bumelioides***

Presenta una cutícula estriada; la epidermis es simple con células de forma rectangular o cuadrática y presenta tricomas; presenta un mesofilo equifacial donde el parénquima en empalizada del lado adaxial cuenta con dos o tres capas y del lado abaxial con una, el parénquima esponjoso tiene de cuatro a cinco; el tejido vascular de la lámina se dispone en haces colaterales; cuenta con cristales en forma de drusa. En la región de la vena media la cutícula es estriada, la epidermis

redonda del lado abaxial y cuadrada en el lado adaxial, subepidérmicamente tiene una capa de colénquima lagunar en la cara abaxial; el tejido vascular de la vena media se dispone en un haz con dos canales en el floema; el xilema presenta los elementos de vaso en hileras radiales; los estomas son de tipo anomocítico. Se observan cristales en forma de drusa.

Especie: ***Schinus o'donellii***

Cutícula lisa, epidermis simple con células de forma rectangular; presenta un mesofilo equifacial donde el parénquima en empalizada de la región adaxial tiene de una a dos capas además de que es continuo, y en la región abaxial de dos a tres, el parénquima esponjoso tiene una o dos capas; cuenta con cristales en forma de drusa y su tejido vascular en la lámina está dispuesto en haces colaterales. En la vena media la cutícula es lisa y la epidermis cuadrada; en la cara abaxial se observa una pequeña capa de colénquima lagunar; el tejido vascular de la vena media se dispone en un haz con dos canales en el floema; el xilema presenta los vasos dispuestos en hileras radiales. En el corte paradermal hay presencia de cristales en forma de drusa en la vena media y mesofilo, y cristales prismáticos en el mesofilo. Cuenta con tricomas y los estomas son de tipo anomocítico.

Especie: ***S. praecox***

Cutícula lisa; la epidermis es simple de forma cuadrática con tricomas simples; el mesofilo es bifacial con 3 capas de parénquima en empalizada y de 8 a 9 de parénquima esponjoso; se observan drusas solitarias y agrupadas en todo el mesofilo, el tejido vascular de la lámina está dispuesto en haces colaterales. En la vena media

la cutícula es lisa y la epidermis redonda, subepidérmicamente se observan dos capas de colénquima lagunar en la cara abaxial y tres en la cara adaxial; el tejido vascular de la vena media está dispuesto en un haz vascular con tres canales en el floema; el xilema presenta vasos dispuestos en hileras radiales y en esta región no presenta contenidos.

Sección: *Pseudoduvaua*

Especie: ***Schinus gracilipes***

Cutícula lisa; presenta una epidermis simple con células cuadráticas y redondas, además se observan tricomas; tiene un mesofilo bifacial donde el parénquima en empalizada presenta dos capas al igual que el esponjoso, hay presencia de drusas agrupadas. El tejido vascular en la lámina se dispone en haces colaterales. En cuanto a la anatomía de la vena media observamos que la cutícula es lisa en ambas caras, la epidermis redonda y subepidérmicamente en la cara adaxial se observan seis capas de colénquima lagunar mientras que en la cara abaxial se observan cuatro capas; el tejido vascular de la vena media se dispone en un haz envuelto en una vaina parenquimatosa con cinco canales resiníferos ubicados en el floema; el xilema es continuo y los elementos de vaso se disponen en hileras radiales, en esta zona no se observan contenidos.

Especie: ***Schinus venturii***

Presenta una cutícula estriada; su epidermis es simple, con células de forma cuadrática y rectangular; se observa un mesofilo bifacial con dos capas de parénquima en empalizada y cinco de esponjoso, también pueden observarse cristales en forma de drusa, el tejido vascular de la lámina se dispone en haces colaterales con un canal de resina. En la región de la vena media la cutícula se vuelve estriada, la epidermis redonda y subepidérmicamente observamos dos capas de colénquima en la cara adaxial; el tejido vascular en la vena media se dispone en un haz con tres canales; el xilema es continuo y presenta elementos de vaso dispuestos en hileras radiales, no se observan contenidos en esta región.

Especie: ***Schinus latifolius***

La cutícula es lisa; presenta una epidermis simple, de forma papilosa; se observa un mesofilo bifacial con dos o tres capas de parénquima en empalizada y de cinco a seis de parénquima esponjoso, no se observa ningún tipo de contenido; presenta un tejido vascular en la lámina dispuesto en haces colaterales con abundante xilema y floema. En la región de la vena media la cutícula abaxial y adaxial es lisa mientras que la epidermis es cuadrada en la cara adaxial y en la zona abaxial es papilosa, se observan de tres a cuatro capas de colénquima lagunar; el tejido vascular de la vena media se dispone en un haz con tres canales en el floema; el xilema presenta elementos de vaso en hileras radiales; se observan cristales prismáticos y en forma de drusa.

Especie: ***Schinus crenatus***

Presenta una cutícula abaxial y adaxial estriada, se observan tricomas; epidermis simple con células de forma rectangular; tiene un mesofilo bifacial, donde se observan dos capas de parénquima en empalizada y cinco de parénquima esponjoso. No se observa ningún tipo de cristales; el tejido vascular de la lámina se dispone en haces colaterales. En la región media la cutícula adaxial y abaxial es lisa y la epidermis redondeada; en la superficie adaxial se observan tricomas; subepidérmicamente se observan seis capas de colénquima laminar en la cara adaxial y siete en la abaxial. El tejido vascular en la vena media se dispone en dos haces, uno con tres canales y uno con un solo haz; el xilema presenta los elementos de vaso dispuestos en hileras radiales.

Especie: ***Schinus montanus***

Presenta una cutícula adaxial y abaxial lisa; la epidermis es simple, con células cuadráticas; el mesofilo bifacial con una o dos capas de parénquima en empalizada y de nueve a diez de parénquima esponjoso. No contiene cristales de ningún tipo; el tejido vascular en la lámina se dispone en haces colaterales con un canal en cada haz con escaso xilema y abundante floema. En la vena media la cutícula es estriada tanto en la cara abaxial como adaxial y la epidermis es redonda en el lado adaxial y cuadrada en el abaxial, subepidérmicamente se puede observar que contiene cuatro capas de colénquima lagunar en la cara adaxial al igual que en la cara abaxial; el tejido vascular en ésta región se dispone en un haz con cinco canales en el floema; el xilema es continuo y presenta los elementos de vaso en hileras

radiales, tampoco en esta zona se observan contenidos.

Especie: ***S. patagonicus***

La cutícula es lisa; presenta una epidermis simple con las células de forma cuadrática y rectangular; el mesofilo es bifacial con dos capas de parénquima en empalizada continuo en toda la lámina, el parénquima esponjoso presenta poco espacio intercelular y tiene de 18 a 20 capas; se observan cristales prismáticos y en forma de drusa, el tejido vascular de la lámina se dispone en haces colaterales. En la región de la vena media la cutícula adaxial se vuelve estriada y la abaxial lisa, la epidermis es redonda en ambas caras y subepidérmicamente se observan dos capas de colénquima lagunar. El tejido vascular de la lámina se dispone en haces colaterales con y sin canales, cuando los haces presentan canales el xilema y floema es escaso y cuando si presentan canales el xilema y floema es abundante; el xilema se dispone en hileras radiales. Con respecto a lo observado en el corte paradermal contiene cristales en forma de drusa en vena media y mesofilo y cristales prismáticos solo en vena media; los estomas son de tipo anomocítico.

Subgénero: *Euschinus*

Especie: ***Schinus pearcei***

Presenta una cutícula lisa en ambas caras; epidermis simple, con células de forma cuadrada; mesofilo equifacial, con dos capas de parénquima en empalizada en la cara adaxial y cuatro en la cara abaxial, el parénquima esponjoso situado al centro contiene solo dos capas, el mesofilo también cuenta con cristales en forma de drusa; el sistema vascular de la lámina se dispone en haces colaterales. En la vena media podemos observar que la cutícula se vuelve estriada y la epidermis cuadrada; subepidérmicamente observamos tres capas de colénquima laminar en la región abaxial y tres capas de colénquima lagunar en la región adaxial entre la epidermis y el parénquima en empalizada que no es interrumpido; el tejido vascular de la vena media se dispone en un haz vascular con tres canales asociados al floema; el xilema presenta los elementos de vaso en hileras radiales y en esta región no se observan contenidos.

Especie: ***Schinus areira***

Se observa una cutícula lisa; presenta una epidermis simple y puede presentar hipodermis, las células son de forma rectangular; el mesofilo es bifacial, en donde el parénquima en empalizada tiene dos o tres capas, el parénquima esponjoso tiene muy poco espacio intercelular; presenta escasos cristales en forma de drusa en el mesofilo; el tejido vascular de la lámina se dispone en haces colaterales con escaso xilema y floema. En la región de la vena media la cutícula es lisa en ambas caras, la

epidermis cuadrada en la región adaxial y papilosa en la región abaxial; subepidérmicamente observamos diez capas de colénquima lagunar en la región abaxial y de siete a ocho en la cara adaxial; el tejido vascular de la vena media se dispone en un haz con cuatro canales de resina dispuestos en el floema; el xilema es céntrico y presenta los elementos de vaso en hileras radiales; además en esta región se observan cristales prismáticos y en forma de drusa.

Especie: ***Schinus weinmannifolia***

Puede presentar cutícula lisa o estriada; epidermis simple en la cara adaxial y en la abaxial puede o no presentar hipodermis; se observan tricomas simples, presenta células de forma cuadrática y gran cantidad de estomas, presenta tricomas; el mesofilo es bifacial donde el parénquima en empalizada tiene de dos a tres capas y el parénquima esponjoso de cuatro a cinco; se pueden observar muy pocos cristales prismáticos y escasos cristales en forma de drusa agrupados; el tejido vascular de la lámina se dispone en haces colaterales. En la región de la vena media la cutícula es lisa y la epidermis estriada; tiene doce capas de colénquima lagunar en la cara abaxial y tres en la adaxial; el tejido vascular de la vena media se dispone en un haz con tres o cuatro canales; el xilema presenta vasos alineados en hileras radiales; no se observan contenidos en esta región.

Especie: ***Schinus lentiscifolius***

Cutícula lisa; epidermis adaxial y abaxial es simple con células de forma cuadrática; el mesofilo es equifacial, donde el parénquima en empalizada tiene de tres a cuatro capas en la cara adaxial y de tres a cinco en la cara abaxial; el parénquima no es

continuo; el parénquima esponjoso tiene aproximadamente ocho capas; no se observan contenidos en el mesofilo; el tejido vascular de la lámina se dispone en haces colaterales. En la vena media la cutícula es estriada y la epidermis papilosa en ambas superficies; subepidérmicamente observamos diez capas de colénquima lagunar en la región adaxial; el tejido vascular de la vena media en un haz con cinco canales; el xilema es continuo con los elementos de vaso dispuestos en hileras radiales; se observa la presencia de cristales en forma de drusa agrupados y algunos cristales prismáticos.

Especie: ***Schinus terebinthifolius***

Cutícula estriada; epidermis simple con células de forma rectangular. Presenta tricomas en la cara adaxial; mesofilo bifacial, donde el parénquima en empalizada presenta solo una capa y el parénquima esponjoso seis o siete capas; presenta cristales en forma de drusa en el mesofilo. La cutícula en la región de la vena media es estriada y la epidermis papilosa en ambas caras, presenta tricomas; subepidérmicamente se observan de cinco a seis capas de colénquima lagunar en la cara adaxial y en la abaxial; el tejido vascular de la vena media se dispone en un haz vascular con tres canales en el floema; el xilema es continuo y presenta los elementos de vaso en hileras radiales, se observan también cristales en forma de drusa.

7.4 Resultados de la especie no agrupada taxonómicamente

Especie: *S. meyeri*

Presenta una cutícula estriada; la epidermis es simple y se observan tricomas, cuadrática más o menos redondeada; tiene un mesofilo bifacial, donde el parénquima en empalizada tiene dos capas y el parénquima esponjoso de 8 a 9; se observan cristales en forma de drusa y prismáticos; el tejido vascular de la lámina se dispone en haces colaterales con abundante xilema y escaso floema, los elementos de vaso en estos haces están dispuestos en hileras radiales y presentan un canal en cada haz. En la región media la cutícula es estriada y presenta tricomas, la epidermis es papilosa y subepidérmicamente se observan nueve capas de colénquima lagunar en la región adaxial y cinco en la abaxial; el tejido vascular de la vena media se dispone en un haz vascular con cinco canales en el floema, el xilema se dispone en hileras radiales y también se observan cristales prismáticos y en forma de drusa en esta región.

Se enlistan 15 caracteres con sus estados de carácter, además se concentran estos caracteres en el cuadro 1. Los caracteres anatómicos observados en el presente trabajo permiten sugerir una agrupación en base a la anatomía foliar del género, dicha propuesta divide al subgénero *Schinus* en dos grandes grupos, el grupo A presentando hojas simples y el grupo B hojas compuestas; en el grupo A existen dos tipos de mesofilo, el bifacial y el equifacial donde el parénquima bifacial con 1-2 capas lo presenta la mayoría de las especies del subgénero *Duvaua*, sección *Pseudoduvaua* y sólo *S. praecox* presenta de 3-4 capas de parénquima en empalizada.

Se puede observar en el Cuadro 2 que *Pseudoduvaua* se caracteriza por presentar hojas simples y mesofilo bifacial con 1-2 capas de parénquima en empalizada, caracteres que presenta *S. meyeri* la cual sugerimos que pertenece a este grupo.

LISTA DE CARACTERES ANATÓMICOS ESTUDIADOS:

- 1.- Hoja simple: 0- Ausente; 1- Presente
- 2.- Hoja compuesta: 0- Ausente; 1- Presente
- 3.- Tipo de cutícula: L- Lisa; E- Estriada
- 4.- Forma de la epidermis: Cu- Cuadrática; P- Rectangular con el eje mayor en las paredes anticlinales; R- Redonda; Pa- Papilosa
- 5.- Hipodermis: 0- Ausente; 1- Presente
- 6.- Mesofilo equifacial: 0- Ausente; 1- Presente
- 7.- Número de capas de parénquima en empalizada en el mesofilo equifacial:
Ad-Adaxial; Ab-Abaxial
- 8.- Mesofilo bifacial: 0.- Ausente; 1- Presente
- 9.- Número de capas de parénquima en empalizada y parénquima esponjoso en el mesofilo bifacial. Ad-Adaxial; Ab-Abaxial
- 10.- Tricomas: A- Ausente; B- Presentes
- 11.- Contenidos: A-Ninguno; B-Drusas; C-Cristales prismáticos; D-Drusas y Cristales prismáticos
- 12.- Número de haces en la vena media.
- 13.- Número de canales en la vena media.

14.- Parénquima en empalizada continuo en la vena media:

0- Ausente; 1- Presente

15.- Número de capas de colénquima en la vena media.

Lg- Colénquima lagunar; Lm-Colénquima laminar

Cuadro 1. Atributos de la anatomía foliar del género *Schinus*. Caracteres anatómicos: 1) Hoja simple, 2) Hoja compuesta 3) Tipo de cutícula, 4) Forma de la epidermis, 5) Hipodermis, 6) Mesofilo equifacial, 7) Número de capas de parénquima en empalizada en el mesofilo equifacial, 8) Mesofilo bifacial, 9) Número de capas de parénquima en empalizada y parénquima esponjoso en el mesofilo bifacial, 10) Tricomas, 11) Contenidos, 12) Número de haces en la vena media, 13) Número de canales en la vena media, 14) Parénquima en empalizada continuo en la vena media, 15) Número de capas de colénquima en la vena media. (0) Ausente (1) Presente, (E) Estriada, (L) Lisa, (Cu) Cuadrática, (R) Redonda, (Re) Rectangular y (Pa) Papilosa; (Ad) Adaxial, (Ab) Abaxial; (PE) Parénquima en empalizada, (PS) Parénquima esponjoso. Tricomas: (A) Ausente, (B) Presente. Contenidos: (A) Ninguno, (B) Drusas, (C) Cristales prismáticos, (D) Cristales prismáticos y drusas. (Lg) Colénquima lagunar y (Lm) Colénquima laminar.

Caracteres anatómicos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Subgénero/Sección Especie															
<i>Duvaua/Euduvaua</i>															
<i>S. marchandii</i>	1	0	E	Cu	0	1	Ad: 2-3 Ab: 3-4	0	-	A	D	1	3	1	4 Lg.
<i>S. longifolius</i>	1	0	E	Re	0	1	Ab: 2.-3 Ad: 1-2	1	PE: 2 PS:3-4	A	D	1	2-4	1	1 Lg.
<i>S. ferox</i>	1	0	L	Re	0	0	-	1	PE: 2 PS: 4-5	B	B	1	2	1	Ab: 6 Lg. Ad: 3 Lg.
<i>S. spinosus</i>	1	0	L	Re	0	0	-	1	PE: 1-2 PS: 5-6	B	A	1	4	1	Ad: 5 Lg. Ab: 2 Lg.
<i>S. johnstonii</i>	1	0	L	Cu, Re	1	1	Ab, Ad: 4-5	1	PE: 3-4 PS: 5-6	B	D	2	2	1	2 Lg.
<i>S. piliferus</i>	1	0	E	Cu, Pa	0	0	-	1	PE: 1-2	B	B	1	3	0	Ad: 3-

									PS: 4-5						4 Lg. Ab: 4- 5 Lm Ab: 1 Lg.
<i>S. polygamus</i>	1	0	L	Re	0	1	Ab: 2-3 Ad: 1-2	0	-	A	D	1	3	1	
<i>S. fasciculatus</i>	1	0	L	Cu	0	1	Ab: 2 Ad: 1	0	-	B	D	2	3	1	3 Lg.
<i>S. engleri</i>	1	0	E	Re	0	0	-	1	PE: 2 PS: 5	B	B	1	4	1	Ad: 4 Lg. Ab: 4 Lg.
<i>S. andinus</i>	1	0	E	Re	0	0	-	1	PE: 1-2 PS: 5	B	B	1	4	0	Ad: 6 Lg. Ab: 6 Lg.
<i>S. microphyllus</i>	1	0	L	Cu	1	0	-	1	PE: 2 PS: 4-5	A	B	1	2	1	3 Lg.
<i>S. odonelli</i>	1	0	L	Re	0	1	Ad: 1-2 Ab: 2-3	0	-	A	B	1	2	1	Ab: 1 Lg.
<i>S. praecox</i>	1	0	L	Cu	0	0	-	1	PE: 3 PS: 8-9	A	B	1	3	1	Ab: 2 Lg.
<i>S. bumelioides</i>	1	0	E	Cu, Re	0	1	Ad: 2-3 Ab: 1	0	-	A	B	1	2	1	Ab: 1 Lg.
<i>Duvaua/Pseudoduvaua</i>															
<i>S. myrtifolius</i>	1	0	E	R	0	0	-	1	PE: 2 PS: 6-7	B	A	1	3	1	3 Lg.
<i>S. gracilipes</i>	1	0	L	Cu, R	0	0	-	1	PE: 2 PS: 2	B	B	1	5	0	6Lg.
<i>S. venturi</i>	1	0	E	Cu, Re	0	0	-	1	PE: 2 PS: 5	A	B	1	3	0	2Lg.
<i>S. latifolius</i>	1	0	L	Pa	0	0	-	1	PE: 2 PS: 5	A	D	1	3	1	3-4Lg
<i>S. crenatus</i>	1	0	E	Re	0	0	-	1	PE: 2 PS: 5	B	A	2	4	0	Ad: 6Lg. Ab: 7Lg.
<i>S. patagonicus</i>	1	0	L	Cu, Re	0	0	-	1	PE: 2 PS: 18-20	A	D	1	2	1	Ab: 2 Lg.

<i>S. montanus</i>	1	0	L	Cu	0	0	-	1	PE: 1-2 PS: 9-10	A	A	1	5	0	Ad, Ab: 4 Lg.
Subgénero <i>Euschinus</i>															
<i>S. pearcei</i>	0	1	L	Cu	0	1	Ad: 2 Ab: 4	0	-	A	B	1	3	1	Ab: 3Lm. Ad: 3Lg. Ab:
<i>S. areira</i>	0	1	L	Re	0	0	-	1	PE: 2-3	A	D	1	3	0	10Lg. Ad: 7- 8Lg.
<i>S. weinmannifolius</i>	0	1	L/ E	Cu, Pa	1	0	-	1	PE: 2-3 PS: 4-5	B	D	1	3-4	0	Ad: 3Lg. Ab: 12Lg.
<i>S. lentiscifolius</i>	0	1	L	Cu	0	1	Ad: 3-4 Ab: 3-5	0	-	A	D	1	5	0	Ad: 10Lg.
<i>S. terebinthifolius</i>	0	1	L	Re, R	0	0	-	1	PE: 1 PS: 6-7	B	B	1	3	0	Ad: 5- 6Lg. Ab: 5- 6Lg.
No agrupada															
<i>S. meyeri</i>	1	0	E	Cu, R	0	0	-	1	PE: 2 PS: 8	A	D	1	5	0	Ad: 9 Lg. Ab: 5 Lg.

Cuadro 2. Propuesta basada en caracteres anatómicos para el género *Schinus*: Subgénero *Duvaua*, sección *Euduvaua*, Subgénero *Duvaua*, sección *Pseudoduvaua*, Subgénero *Euschinus* y especie no agrupada taxonómicamente.

<u>GRUPO "A"</u>	Mesofilo bifacial	1 a 2 capas de parénquima en empalizada	Parénquima en empalizada continuo en vena media	Ninguno	<i>S. spinosus</i>	
					<i>S. myrtifolius</i>	
				Drusas	<i>S. ferox</i>	
					<i>S. engleri</i>	
					<i>S. microphyllus</i>	
	Prismáticos y Drusas	<i>S. latifolius</i>				
	Hojas simples			Parénquima en empalizada discontinuo en vena media	Ninguno	<i>S. patagonicus</i>
						<i>S. meyeri</i>
					Drusas	<i>S. montanus</i>
						<i>S. crenatus</i>
<i>S. piliferus</i>						
	<i>S. andinus</i>					
	<i>S. gracilipes</i>					
	<i>S. venturi</i>					
		3 a 4 capas de parénquima en empalizada	Parénquima en empalizada continuo en vena media	Drusas	<i>S. praecox</i>	
Mesofilo equifacial		De 1 a 3 capas de parénquima en empalizada en la cara Adaxial	Parénquima en empalizada continuo en vena media	Drusas	<i>S. odonelli</i>	
				Cristales prismáticos y drusas	<i>S. marchandii</i>	
					<i>S. polygamus</i>	
					<i>S. fasciculatus</i>	
<u>GRUPO "B"</u>	Mesofilo bifacial	Parénquima en empalizada de 2 a 3 capas	Parénquima en empalizada discontinuo en vena media	Cristales prismáticos y drusas	<i>S. areira</i>	
		Parénquima en empalizada con 1 capa		Drusas	<i>S. weinmannifolia</i>	
	Mesofilo equifacial		2 capas de parénquima en empalizada en la cara Adaxial	Parénquima en empalizada continuo	Drusas	<i>S. terebinthifolius</i>
			De 3 a 4 capas de parénquima en empalizada en la cara Adaxial		Parénquima en empalizada discontinuo	Cristales prismáticos y drusas
					<i>S. lentiscifolius</i>	

VIII. DISCUSIÓN

Cutícula. Se observó que las especies de la sección *Euduvaua* presentan una capa gruesa de cutícula y el resto de especies tienen una cutícula delgada, esto puede deberse a aspectos adaptativos de las plantas. En géneros cercanos como *Pistacia*, se ha reportado una epidermis simple cubierta de una cutina gruesa en cinco de sus especies y con cutina delgada (AL-Saghir *et al.* 2006).

Epidermis. En el presente estudio se reporta una epidermis simple de forma cuadrática y rectangular con el eje mayor en las paredes anticlinales para la mayoría de las especies del género *Schinus* siendo este un carácter poco común ya que se ha reportado que la epidermis papilosa en la cara abaxial es común en la familia Anacardiaceae (Metcalf y Chalk, 1979). Sin embargo, en algunas especies de este género se observó que en la cara abaxial y adaxial específicamente en la vena media, la epidermis se vuelve papilosa. La presencia de una hipodermis es común para la familia (Metcalf y Chalk, 1979), para el género *Schinus* se ha reportado sólo en *S. areira* (Ruiz *et al.* 2009). Sin embargo, se observó aquí que en *S. weinmannifolia*, *S. johnstonii* y *S. microphyllus* presenta tal característica. El clima es un factor importante en la variación anatómica de las especies, por ejemplo, la estructura de las células epidérmicas varía ampliamente en las plantas, en aquellas que requieren un hábitat húmedo pueden ser delgadas y en las que se encuentran en ambientes secos, la epidermis puede tener membranas gruesas y lignificadas (Esau, 1985).

Mesofilo. En cuanto al mesofilo de las hojas en este trabajo reconocemos dos tipos, hojas bifaciadas y equifaciadas; según Metcalfe y Chalk (1979) la familia Anacardiaceae contiene un mesofilo homogéneo, esto es que tenga hoja bifaciada con parénquima esponjoso escaso o ausente; se ha registrado en los géneros *Cardiospermum*, *Conchopetalum*, *Harpullia*, *Majidea*, *Pistacia* y *Rhus* (Buijsen 1995; Solís y Ferrucci 2000; Andrés-Hernández y Terrazas 2006; AL-Saghir *et al.* 2006); esto se debe a que en las plantas mesomórficas de las regiones templadas el mesofilo en empalizada está generalmente restringido al lado adaxial de la hoja y en los xerófitos (plantas que pueden soportar ambientes secos) el tejido en empalizada se presenta muchas veces en ambas caras de la hoja con el tejido esponjoso ausente o muy reducido (Esau, 1985; Andrés-Hernández y Terrazas 2006).

En hojas bifaciadas el número de capas de parénquima en empalizada suele ser un carácter muy variable, se han reportado que para el género *Pistacia* se observa una capa de parénquima en empalizada en todas sus especies excepto en *P. vera* quien presenta un mesofilo equifacial, de 1 a 2 capas de parénquima en empalizada en *Cardiospermum*, de 1-3 capas en *Conchopetalum*, *Harpullia* y *Majidea* (Buijsen, 1995; Solís y Ferrucci, 2000; AL-Saghir *et al.* 2006). En este trabajo se observó que el género *Schinus* varía de una hasta cinco capas de parénquima en empalizada siendo lo común de 2-3; en otros géneros es marcada la presencia de dos capas o tres en especies que se distribuyen hábitats xéricos como la sección *Styphonia* del género *Rhus* (Andrés-Hernández y Terrazas 2006; Andrés-Hernández *et al.* 2014). También Esau (1985) indica que el grado de diferenciación del mesofilo y la proporción de tejido esponjoso y en empalizada se debe al hábitat. En el género *Schinus*

se registró que en la sección *Euduvava* el parénquima en empalizada generalmente es continuo en la vena media, mientras que en la sección *Pseudoduvava* no se observa un patrón específico y en la sección *Euschinus* el parénquima en empalizada no es continuo; se considera que éste es un carácter muy importante para apoyar el reconocimiento infragenérico.

Tricomas. Los tricomas se observaron en doce especies del género, los cuales son simples cónicos. Esta característica es muy común en la familia Anacardiaceae según lo descrito por Metcalfe y Chalk (1979). En *Schinus* se han reportado la presencia de tricomas simples en *S. areira*, *S. dependens*, *S. latifolius*, *S. lentiscifolius*, *S. longifolius*, *S. meyeri*, *S. molle*, *S. terebinthifolius*, *S. venturii* y *S. weinmannifolia* lo cual hace un género prácticamente glabro (Perrotta y Arambarri, 2004; Martínez-Millán y Cevallos-Ferriz, 2005, Duarte *et al.*, 2009; Ruiz *et al.*, 2009). Sin embargo, de esos reportes, en este estudio solo se observaron tricomas en *S. terebinthifolius* y *S. weinmannifolia*; para *Pistacia terebinthus* se han reportado tricomas tanto unicelulares como glandulares (Álvarez *et al.* 2008). La ausencia de tricomas puede deberse a diversos factores, entre ellos una verdadera ausencia del carácter en el taxón, cambios ontogenéticos o a las técnicas de colecta, preservación y/o montaje del material.

Contenidos. Una característica que se observa constantemente en el género *Schinus* es la presencia de contenidos ergásticos. El oxalato de calcio presenta diversas formas de cristalización, en este caso se observaron prismas y drusas. Según lo reportado por Franceschi y Horner (1980) la formación de cristales se asocia generalmente con las membranas, cámaras, o inclusiones; los cristales se encuentran

dentro de la vacuola celular; además, se ha sugerido que los cristales sirven únicamente como soportes estructurales o como un dispositivo de protección contra los animales de forrajeo. Sin embargo, el aspecto y ubicación de estos cristales puede contribuir a la clasificación taxonómica. En este trabajo nueve especies del género *Schinus* presentan drusas y otras nueve especies combinan cristales prismáticos con drusas pudiendo ser un carácter diagnóstico para reconocer al género. Martínez- Millán y Cevallos-Ferriz (2005) reportan que *S. meyeri* y *S. weinmannifolia* carecen de cristales prismáticos y drusas; sin embargo, en este trabajo se observa totalmente lo contrario, incluso ambas especies presentan los dos tipos de contenidos, las diferencias pueden deberse al medio ambiente en que se encuentran los individuos de los que se obtuvieron las muestras.

Se han reportado cristales prismáticos en las células de los radios de la madera en los géneros *Cotinus*, *Pistacia*, *Rhus* y *Toxicodendron* y drusas en las células de los radios de la madera de *Rhus* (Dong y Baas 1993). Sin embargo, en las hojas de *Cotinus*, *Haplorhus* y *Toxicodendron* no se presentan ninguno de estos contenidos, (Martínez-Millán y Cevallos-Ferriz 2005) en *Pistacia* se observan cristales prismáticos al interior de las venas y en el mesofilo y drusas sólo en una especie (AL-Saghir *et al.* 2006). En el género *Rhus*, los cristales prismáticos en el mesofilo son una característica de la sección *Styphonia* el cual fue carácter útil para su taxonomía (Andrés-Hernández y Terrazas 2006; Andrés-Hernández *et al.* 2014). En el género *Schinus* la presencia de drusas combinada con la de cristales prismáticos es más común en las especies del subgénero *Duvaua* sección *Euduvaua* y en el subgénero *Euschinus*.

El presente trabajo revela la existencia de caracteres comunes en todas las especies del género *Schinus* como es la presencia de un sistema vascular en la lámina dispuesto en haces colaterales y canales resiníferos en los haces de la vena media, siendo estos caracteres representativos de la familia Anacardiaceae (Metcalf y Chalk 1979; Engler 1896; Rzedowsky y Calderón de Rzedowsky 1999; Martínez-Millán y Cevallos-Ferriz 2005; Pell *et al.* 2011). Sin embargo, solo tres caracteres anatómicos pueden contribuir a la diferenciación entre subgrupos así como lo propuso Barkley (1944, 1957) quien se basó en caracteres morfológicos para agrupar al género. El único carácter que se conserva con respecto a lo citado por este autor, es la subdivisión del grupo con base en el tipo de hoja que presentan las especies (hoja simple/hoja compuesta). En este trabajo se observó que un carácter que anatómicamente distingue a los subgrupos es el mesófilo bifacial con 1-2 capas de parénquima en empalizada en todas las especies de la sección *Pseudoduvaua*.

IX. CONCLUSIONES

- Se reconocieron en total 15 caracteres para describir la anatomía foliar del género *Schinus*, de los cuales el tipo de mesofilo, la presencia y tipo de contenidos y el parénquima en empalizada continuo/discontinuo fueron los caracteres más representativos para proponer una agrupación del género *Schinus* con base en su anatomía foliar.
- Sólo tres caracteres pueden ser caracteres anatómicos foliares que agrupen al género *Schinus* de acuerdo a la propuesta de Barkley.
- Se distingue el parénquima en empalizada continuo en la vena media para la sección *Euduvava* y discontinuo en el subgénero *Euschinus*.
- La presencia de mesofilo bifacial en la sección *Pseudoduvava* es un carácter que apoya la clasificación infragenérica propuesta en por Barkley.
- Sugerimos que *S. meyeri* pertenece al subgénero *Duvava*, sección *Pseudoduvava* ya que presenta los caracteres que agruparon a dicha sección como son la presencia de hoja simple, mesofilo bifacial y de 1-2 capas de parénquima en empalizada.

X. BIBLIOGRAFIA

1. Airy-Shaw H.K. 1973. *A dictionary of the plants and ferns*. Pp. 786, Cambridge University Press, Cambridge.
2. AL-Saghir M. G. y Porter D.M. 2005. Stomatal distribution in *Pistacia* sp. (Anacardiaceae). *International Journal of Botany* **1(2)**: 183-187.
3. AL-Saghir M. G., Porter D.M. y Nilsen E.T. 2006. Leaf anatomy of *Pistacia* species (Anacardiaceae). *Journal of Biological Sciences* **6(2)**: 242-244.
4. Álvarez R., Encina A. y Pérez-Hidalgo N. 2008. *Pistacia terebinthus* L. leaflets: an anatomical study. *Plant Systematics and Evolution* **272**: 107-118.
5. Andrés-Hernández A.R. y Terrazas T. 2006. Anatomía foliar y del pecíolo de especies del género *Rhus* S. str. (Anacardiaceae). *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. **78**: 95-106.
6. Andrés-Hernández A.R., Terrazas T., Salazar G. y Ochoterena H. 2014. Phylogenetic analysis based on structural and combined analyses of *Rhus* s.s. (Anacardiaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society*. **176**: 452–468.
7. APG (Angiosperm Phylogeny Group). 1998. An ordinal classification of the families of flowering plants. *Annals of the Missouri Botanical Garden*. **85**: 531-553.
8. APG (Angiosperm Phylogeny Group). 2003. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. *Botanical Journal of the Linnean Society*. **141**: 399-436.

9. Barkley F.A. 1944. *Schinus* L. *Brittonia* **5(2)**: 160-198.
10. Barkley F.A. 1957. A study of *Schinus* L. *Lilloa* **28**: 5–110.
11. Barkley F.A. 1957. Generic key to the sumac family (Anacardiaceae). *Lloydia* **20(4)**: 255-265.
12. Beerling D.J. y Kelly C.K. 1996. Evolutionary comparative analyses of the relationships between leaf structure and function. *New Phytologist* **134**: 35-51.
13. Buijssen J.R.M. 1995. Leaf anatomy of *Harpullia*, *Majidea*, and *Conchopetalum* (*Sapindaceae*). *Blumea* **40**: 345-361.
14. Cronquist A. 1981. *An integrated system of classification of flowering plants*. Pp. 1265, Columbia University Press, New York.
15. Dong Z. y Baas P. 1993. Wood anatomy of trees and shrubs from China. V. Anacardiaceae. *IAWA Journal* **14(1)**: 87-102.
16. Duarte M.R., Schroder L.M., Toledo M.G., Yano M., Machado A.A. y Modolo A.K. 2009. Anatomia foliar comparada de espécies de aroeira: *Myracrodruon urundeuva* Allemao e *Schinus terebinthifolius* Raddi. *Visao academica* **10(1)**: 18-28.
17. Engler A. 1883. Burseraceae et Anacardiaceae. En: Candolle A. Ed. *Monographie phanerogamarum*. Pp.171-500. G Masson, Paris.
18. Engler A. 1896. Anacardiaceae. En: Engler A. y Prantl K.A.E. Eds. *Die Natürlichen Pflanzenfamilien*, Pp.138-178, Leipzig, Alemania.

19. Esau K. 1985. La hoja. En: Wiley J. y Sons, Inc. Eds. *Plant Anatomy*, pp. 453-512, New York.
20. Franceschi V.R. y Horner Jr.H.T. 1980. Calcium oxalate crystals in plants. *The Botanical Review* **46(4)**: 361-427.
21. Gadek P.A., Fernando E.S., Quinn C.J., Hoot, S.B. Terrazas T., Sheahan M.C. y Chase M.W. 1996. Sapindales: Molecular delimitation and infraordinal groups. *American Journal of Botany* **83(6)**: 802-811.
22. Hickey L.J., Wolfe J.A. 1975. The bases of angiosperm phylogeny: vegetative morphology. *Annals of the Missouri Botanical Garden* **62**: 538–589.
23. Judd W. S., Campbell C. S., Kellogg E. A., Stevens P. F. y Donoghue M. J. 2002. Plant systematics: a phylogenetic approach. Pp. 576, Sinauer, Sunderland, Massachusetts, USA.
24. Kramer F.L. 1957. The pepper tree, *Schinus molle* L. *Economy Botany* **11(4)**: 322-326.
25. León H.W.J. 2003. Estudio anatómico del xilema secundario de 17 especies de la familia Anacardiaceae en Venezuela. *Acta Botánica Venezolana* **26(1)**: 1-30.
26. León H.W.J. 2006. Anatomía de la madera de 13 especies del orden Sapindales que crecen en el Estado de Mérida, Venezuela. *Acta Botánica Venezolana* **29(2)**: 1-30.

27. Luna C.V. 2012. Distribución e importancia maderera de la Familia Anacardiáceas en el Gran Chaco Argentino. *Ra Ximhai* **8(3)**: 83-95.
28. Marchand L. 1869. Historique de la famille des Anacardiacees. En: Marchand L. Ed. *Révision Du Groupe Des Anacardiacees* Pp. 198, Faculté de Médecine, Paris.
29. Martínez-Crovetto R. 1963. Estudio taxonómico-biométrico de *Schinus molle* y *Schinus areira* (Anacardiaceae). *Bonplandia* **1(3)**: 225- 244.
30. Martínez-Millán M. y Cevallos-Ferriz S.R.S. 2005. Arquitectura foliar de Anacardiaceae. *Revista Mexicana de Biodiversidad* **76(2)**: 137-190.
31. Medina-Lemos R., Fonseca R.M. 2009. Anacardiaceae. Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F., **71**: 1-54.
32. Metcalfe C.R. y Chalk L. 1979. Anatomy of the Dicotyledons, pp. 724, Clarendon Press, Oxford University Press, England.
33. Metcalfe C.R. y Chalk L. 1987. Anatomy of the Dicotyledons, Leaves, stem, and wood in relation to taxonomy with notes on economic uses, pp. 452-462, Oxford University Press, Amen House, London.
34. Pell S.K, Mitchell J.D. Miller A.J., y Loboba T.A. 2011. Anacardiaceae. En: Kubitzki K. Ed. *The families and genera of vascular plants*, pp. 7-50, Univesität Hamburg, Germany

35. Perrotta V.G. y Arambarri A.M. 2004. *Schinus longifolia* var. *longifolia* (Anacardiaceae): Anatomía foliar y caulinar. *Acta Farmacéutica Bonaerense* **23(2)**: 142-147.
36. Record S.J. 1939. American Woods of the Family Anacardiaceae. *Tropical Woods* **8(60)**: 11-45.
37. Ruíz A.I., Mercado M.I., Guantay M.E. y Ponessa G.I. 2009. Morfoanatomía y arquitectura foliar de *Schinus areira* (Anacardiaceae). *Lilloa* **46(2)**: 137-146.
38. Rzedowsky J. y Calderón de Rzedowsky. 1999. Anacardiaceae. Flora del Bajío y de regiones adyacentes. 78. Instituto de ecología, A.C. Centro regional del Bajío. Pátzcuaro, Michoacán.
39. Solís S.M. y Ferrucci M.S. 2000. Morfo-anatomía foliar en dos especies de *Cardiospermum* (Sapindaceae). Reunión de comunicaciones Científicas y Tecnológicas de la UNNE. Resistencia. Argentina.
40. Terrazas T. 1994. Wood Anatomy of the Anacardiaceae: Ecological and phylogenetic interpretation. Tesis Doctoral, University of North Carolina at Chapel Hill. 321 Pp.
41. Thorne R.F. 1992. An updated phylogenetic classification of the flowering plants. *Aliso* **13**: 365–389.
42. Wannan B.S. 2006. Analysis of generic relationships in Anacardiaceae. *Blumea* **51**: 165-195.