



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

---

ESCUELA DE BIOLOGÍA

TÍTULO:

ARQUITECTURA FOLIAR DEL GÉNERO *Schinus* L. (ANACARDIACEAE).

TESIS QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

BIÓLOGO (A)

PRESENTA:

ERIKA PAOLA CARRERA DOMÍNGUEZ.

TUTOR:

DRA. AGUSTINA ROSA ANDRÉS HERNÁNDEZ

MARZO 2016



## ÍNDICE

Resumen.....	4
I. Introducción.....	5
1.1 Género <i>Schinus</i> .....	8
1.2 Taxonomía del género <i>Schinus</i> .....	9
II. Antecedentes.....	13
2.1 Anatomía.....	13
2.2 Arquitectura foliar.....	14
III. Justificación.....	18
IV. Hipótesis.....	18
V. Objetivos.....	19
5.1 Objetivo General.....	19
5.2 Objetivos Particulares.....	19
VI. Materiales y Métodos.....	19
6.1 Aclarado de hojas.....	20
6.2 Análisis cladístico.....	21
VII. Resultados Generales.....	23
7.1 Resultados Generales por sección.....	24

7.2 Descripción de la Arquitectura foliar por especie.....	29
7.3 Especie sin ubicación taxonómica.....	50
7.4 Análisis cladístico.....	51
VIII. Discusión.....	55
8.1 Arquitectura foliar.....	55
8.2 Clasificación infragenérica de <i>Schinus</i> .....	60
IX. Conclusiones.....	63
X. Bibliografía.....	64
XI. Lista de caracteres .....	70

#### ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS.

Cuadro 1. Categorías infragénicas de <i>Schinus</i> según Barkley (1957).....	12
Cuadro 2. Especies del género <i>Schinus</i> estudiadas.....	22
Figura 1. Descripción de caracteres de <i>Schinus</i> .....	27
Figura 2. Tipo de traqueoblastos.....	28
Cuadro 3. Caracteres estudiados.....	29
Figura 3. Árbol parsimonioso.....	53
Figura 4. Árbol de consenso estricto.....	54

## RESUMEN.

El género *Schinus* cuenta aproximadamente con 33 especies que se distribuyen principalmente en América del Sur, se clasifica en dos subgéneros: *Duvaia* y *Euschinus*, con hojas simples y compuestas, respectivamente. En la actualidad no existe un análisis de caracteres del género *Schinus*, por lo que en este estudio tiene como objetivo describir y analizar la arquitectura foliar con la finalidad de organizar una agrupación infragenérica. Las hojas de 22 especies se obtuvieron de los herbarios US y Darwinion, las cuales fueron hidratadas en NaOH, después se lavaron en cloro al 50% por 20 min. Se deshidrataron en alcoholes graduales de 50, 70 y 96% durante 24 horas cada uno, se tiñeron con safranina alcohólica por 24 horas y por último se montaron con resina sintética. Se llevó a cabo el análisis cladístico con ayuda del programa Winclada versión 10.00.08 y Nona versión 2.0. Se observó que el margen es entero y venación cladódromo en la mayoría de las especies. Sin embargo, *S. gracipiles*, *S. montanus*, *S. latifolius*, *S. velutinus*, y *S. kauselii*, presentaron margen crenado y venación semicraspedódromo. Las venas terciarias son ramificado transverso, y reticulado en *S. weinmannifolius*, *S. molle*, *S. pearcei*, *S. montanus*, *S. kauselii* y *S. meyeri*. La vena última marginal es incompleta. Desarrollo de areola es incompleto; los cristales están presentes en forma de drusas. Se observaron 4 tipos de traqueoblastos, el más común

fue el tipo II, que presenta elementos traqueales largos, ramificados múltiplemente y vénulas simples o dobles, solo *S. lentiscifolius* y *S. montanus* presentaron el tipo IV el cual presenta elementos traqueales largos y ramificado múltiple con vénulas múltiples. Se reconocieron 27 caracteres utilizados para el análisis cladístico para el género *Schinus*, se recuperaron tres grupos, el subgénero *Euschinus* apoyado por hoja compuesta, raquis presente y número de foliolos de 3-19; el subgénero *Duvaua*, sección *Pseudoduvaua*, se dividió en dos grupos, I) con margen crenado y venación semicraspedódromo y II) venas de cuarto y quinto orden ortogonales; y la sección *Euduvaua* es apoyado por traqueoblastos tipo II.

## I. INTRODUCCIÓN.

La familia Anacardiaceae Lindl., incluye más de 700 especies en 82 géneros que se encuentran principalmente en zonas tropicales de África, Asia y América (Wannan, 2006; Pell *et al.* 2011). En México, la familia está representada por 20 géneros y 62 especies (Rzedowski y Calderón de Rzedowski, 1999). Y en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán por 10 géneros y 16 especies (Medina-Lemos y Fonseca, 2009).

Son árboles, arbustos y sub-arbustos. Se caracterizan por la presencia de canales resiníferos en la corteza y producir reacciones alérgicas. Presentan hojas compuestas o simples, margen entero o dentado. Inflorescencias terminales en panículas, raramente flores solitarias. Flores actinomorfas, plantas dioicas o monoicas, cáliz de 3-5 (-7) sépalos, pétalos 3-5, androceo con 5-10 estambres, gineceo de 1 carpelo, ovario súpero, con 1 o 3 estilos. Frutos en drupa, frescos o secos, mesocarpo con canales de resina, semillas 1-5(-12), (Woodson *et al.* 1967; Rzedowski y Calderón de Rzedowski, 1999; Medina-Lemos y Fonseca, 2009; Pell *et al.* 2011). Posee un gran valor etnobotánico por sus frutos comestibles, como el mango (*Mangifera indica* L.), el pistache (*Pistacia vera* L.) y nuez marañón (*Anacardium occidentale* L.), por sus propiedades medicinales (*Spondias* L., *Rhus* s. str., *Searsia* F.A Barkley y *Schinus*) o

como plantas ornamentales e invasoras de importancia para la agricultura y horticultura, (Pell, 2004; Martínez-Millán y Cevallos-Ferriz, 2005; Luz, 2011).

Marchand (1869) hizo una revisión de la familia Anacardiaceae (antes llamada Terebinthaceae) y la dividió en dos tribus, Anacardieae y Sumachineae, en esta última se encontraban los géneros *Rhus*, *Schinus*, *Mauria* y *Duvaua*. Actualmente la familia Anacardiaceae está situada en el orden Sapindales, junto con Burseraceae y Sapindaceae (Cronquist, 1981; Gadek *et al.* 1996; APG, 2003). Además, se ha incluido a Julianaceae como parte de la familia Anacardiaceae, (Thorne, 1992 y APG, 1998, 2003), pero Cronquist (1981) reconoce su existencia como la familia Juliniaceae. La clasificación más aceptada es la de Engler (1883 y 1896), dividida en cinco tribus, Mangifera, Spondieae, Rhoideae Semecarpeae, y Dobineeae en base a caracteres vegetativos, florales, de fruto, y de hoja. Thakhtajan (1980, 1987) reconoce, Anacardioideae, Spondioideae, Julianioideae, Pistocioideae y Dobineoideae. Posteriormente, Airy-Shaw (1973) renombra a las cinco tribus, Anacardieae, Spondiadeae, Rhoieae, Semecarpeae y Dobineeae.

Actualmente se propone que el esquema de cinco tribus es artificial, ya que se ha identificado dos clados en la familia, 1) Anacardioideae y 2) Spondioideae, con diferencias en la organización de la hoja, en el número de carpelos, lóculos y estilos, así

mismo, se menciona que Anacardiaceae es monofilético y que Burseraceae es su grupo hermano (Wannan y Quinn, 1991; Terrazas, 1994; Aguilar-Ortigoza *et al.* 2003; Aguilar-Ortigoza y Sosa, 2004; Pell, 2004).

El género *Schinus* se encuentra dentro de la tribu Rhoeeae, (Engler, 1896, Aguilar-Ortigoza *et al.* 2003; Pell, 2004; Wannan, 2006). Además se menciona que *Schinus*, *Cotinus* Mill., *Pistacia* L. y *Haplorhus* Engl., forman un grupo monofilético que se define por su madera con porosidad anular, la aparición de traqueidas vasculares y engrosamientos helicoidales. Sin embargo, *Haplorhus* es endémico de los Andes peruanos, *Cotinus* a los hábitats templados de América del Norte y Eurasia; *Schinus* al bosque seco subtropical y frío-seco de América del Sur y *Pistacia* al bosque templado de América del Norte, Asia y la región del Mediterráneo. Estos géneros tienen una distribución disyunta, lo cual, se cree que este grupo se diversificó antes del Eoceno (Terrazas, 1994).

## 1.1 Género *Schinus* L.

Género suramericano, con aproximadamente 33 especies. Su centro de distribución es Argentina, Sur de Brasil, Uruguay, Paraguay, Chile, Bolivia y Perú, y una especie bien establecida en México (*S. molle*); además en California, Texas, Florida, Islas Canarias y China ha sido introducida como ornamental (Barkley, 1944,1957; Luíza Da Silva, 2011).

Son arbustos o árboles perennes, tallos con canales de resina en el córtex, ramas espinescentes o no, y medula pequeña. Hojas simples o compuestas, imparipinadas o paripinnadas, generalmente membranosas, glabrosa a denso pilosas, márgenes enteros, subenteros, crenado, dentado o serrado, venación semicraspedódromo, craspedódromo o cladódromo, raquis (cuando está presente) alado; foliolos opuestos o alternos. Inflorescencia en forma de pseudoracimo, o panícula poco ramificada. Flores pequeñas, polígamas-dioicas. Sépalos 4-5, ovados. Pétalos 4-5 lanceolados a ovados. Estambres de 8-10. Ovario tricarpelar, 3 estigmas, 3 estilos. Fruto en drupa pequeña, exocarpo delgado a menudo con tricomas simples (Barkley, 1944, 1957; Pell *et al.* 2010; Luíza Da Silva, 2011).

El género *Schinus* posee un gran valor etnobotánico y ecológico (Vinícius, 2013). Sus aceites concentrados son utilizados para tratar trastornos respiratorios, micosis e infecciones, y por sus actividades antioxidantes y anticancerígenas (*S. terebinthifolius*). La especie que tiene mayor variedad de usos es *S. molle* ya que posee propiedades aromatizantes, como chicle, colorante, condimento, cosmético, medicinal y como insecticida natural para el control de plagas agrícolas (Morton, 1978; Iannacone y Alvariño, 2010; Muiño, 2011; Martínez, 2014).

## **1.2 Taxonomía del género *Schinus*.**

El género *Schinus* fue creado por Linneo en 1753; por mucho tiempo permaneció indeterminado por la dificultad para diferenciar las flores masculinas y femeninas. La única clasificación infragenérica es la hecha por Barkley (1944, 1957), el cual lo dividió en dos subgéneros, 1) *Euschinus* y 2) *Duvaua*. Las especies del subgénero *Euschinus* son arbustos y árboles usualmente con hojas compuestas, inflorescencias largas en panículas (raro) y en pseudoracimo, distribuido desde Argentina hasta México. Por otro lado el subgénero *Duvaua*, son arbustos o árboles pequeños con hojas simples, inflorescencias en pseudoracimos o panículas pequeñas, distribuido en Suramérica meridional, a su vez, *Duvaua*, está dividido en dos secciones; 1) *Euduvaua*, arbustos pequeños con ramas espinoscentes; y 2) *Pseudoduvaua*, con hojas gruesas y ramas no

espinescentes. Años después, Barkley (1957) menciona que algunos especímenes de la misma especie exhiben los dos estados haciendo difícil la identificación, caso particular es *Schinus pearcei*. Además nombra nuevas entidades taxonómicas: *Schinus odonelli*, *Schinus ramboi*, y *Schinus kauselii*. Y variaciones para *Schinus engleri* var. *uruguayensis*, *Schinus fasciculatus* (*S. fasciculatus* var. *arenicola*), para *Schinus piliferus* (*S. piliferus* var. *cabreræ* y *S. piliferus* var. *boliviensis*), para *Schinus longifolius* (*S. longifolius* var. *paraguayensis*), para *Schinus patagonicus* (*S. patagonicus* var. *crenuloides*), y *Schinus weinmannifolius* (*S. weinmannifolius* var. *hassleri*). Además transfiere a *Schinus andinus* de la sección *Euduvaua* a la sección *Pseudoduvaua* (Cuadro 1).

Estudios de morfología (Barkley, 1957; Brizicky, 1962), describen a los géneros *Mauria* y *Lithraea* como grupos similares a *Schinus*, ya que, los tres géneros presentan tres carpelos, ovario con una semilla por lóculo, flores heteroclamídeas y el doble de estambres que de pétalos. Sin embargo, no se ha podido confirmar esta relación entre los géneros, por la falta de caracteres moleculares.

La clasificación realizada por Barkley (1957), es la única para el género *Schinus*, en el cual, describe 28 especies. Sin embargo, no es suficiente por la falta de inclusión de nuevas especies, como el caso de *S. meyeri* que no está ubicado taxonómicamente.

La arquitectura foliar se ha considerado una gran herramienta que provee caracteres de similitud y diferencias que apoyan la clasificación taxonómica del género *Schinus* hecha por Barkley (1944, 1957). Aunque varios autores han descrito los patrones de venación para varios miembros de la familia Anacardiaceae (Hickey y Wolfe, 1975; Terrazas, 1994; Aguilar-Ortigoza *et al.* 2004; Martínez- Millán y Cevallos-Ferriz, 2005; Andrés-Hernández y Terrazas, 2009) pocas especies de *Schinus* han sido estudiados. El presente estudio pretende describir la arquitectura foliar de las especies de *Schinus* para apoyar o no la clasificación infragenérica del grupo.

**Cuadro 1.** Categorías infragenéricas de *Schinus*. (Barkley, 1957).

Subgénero	Sección	Especies	
<b>Duvaua</b> Hojas simples.	<b>Euduvaua</b> Ramas espinescentes.	<i>Schinus marchandii</i>	<i>Schinus johnstonii</i>
		<i>Schinus odonellii</i>	<i>Schinus praecox</i>
		<i>Schinus ramboi</i>	<i>Schinus piliferus</i>
		<i>Schinus fasciculatus</i>	<i>Schinus polygamus</i>
		<i>Schinus longifolius</i>	<i>Schinus engleri</i>
		<i>Schinus bumelioides</i>	<i>Schinus spinosus</i>
		<i>Schinus ferox</i>	<i>Schinus microphyllus</i>
	<b>Pseudoduvaua</b> Ramas no espinescentes.	<i>Schinus andinus</i>	
		<i>Schinus myrtifolius</i>	
		<i>Schinus venturi</i>	
		<i>Schinus gracipiles</i>	
		<i>Schinus velutinus</i>	
		<i>Schinus kauselii</i>	
		<i>Schinus latifolius</i>	
<b>Euschinus</b> Hojas compuestas.	<b>Euschinus</b>	<i>Schinus pearcei</i>	
		<i>Schinus molle</i>	
		<i>Schinus weinmannifolius</i>	
		<i>Schinus. lentiscifolius</i>	
		<i>Schinus terebinthifolius</i>	

## II. ANTECEDENTES.

### 2.1 Anatomía.

Para el género *Schinus* existen pocos estudios sobre su anatomía y morfología. Los más representativos (Record, 1939; Terrazas, 1994; León, 2003), describen la anatomía de madera, con presencia de anillos de crecimiento, pero no siempre distinguibles. Porosidad anular en *S. patagonicus*, semianular o difuso en *S. molle* y *S. terebinthifolius*, con poros pequeños en grupos y en bandas tangenciales. Placa de perforación simple, con punteaduras intervasculares alternas. Engrosamientos helicoidales. Radios con canales resiníferos, radios heterogéneos de 1 a 4 (-7) células de ancho; parénquima paratraqueal escaso o raro. Fibras septadas o no. Fibras gelatinosas presente en *S. crenatus*, *S. polygamus*, *S. molle* y *S. terebinthifolius*.

En cuanto a estudios sobre peciolo y lamina foliar se han realizado en *S. patagonicus* (Fernández y Castro; 2003) *Schinus areira* (Ruiz et al. 2009), *S. longifolius* var. *longifolius* (Perrota y Arambarri, 2004), y *S. fasciculatus* var. *fasciculatus* (Arambarri et al. 2011). Estos autores coinciden con caracteres anatómicos, como estomas tipo anomocíticos, tricomas glandulares con pie unicelular, cabeza pluricelular alargado y no glandular. Cristales prismáticos distribuidos en el parénquima empalizada y al azar en el parénquima lagunoso. En el haz vascular presenta cambium interfasicular y a

ambos lados del haz principal se ubican dos cordones de colénquima en forma de U y canales resiníferos asociados al floema.

Posteriormente, Castillo-Pineda (2015), realizó el más reciente estudio sobre anatomía foliar de 27 especies del género *Schinus*, en donde observo la presencia de cutícula adaxial y abaxial lisa. Sin embargo, en *S. andinus*, *S. crenatus*, *S. engleri*, *S. longifolius*, *S. marchandii*, *S. pilliferus* y *S. weinmanniifolius* presentan cutícula estriada. La epidermis generalmente es cuadrada o rectangular, con mesófilo bifacial y equifacial, parénquima empalizada bifacial de una a tres capas. El parénquima esponjoso entre tres a diez capas. Presencia de cristales en forma de drusa y prismáticos y tejido vascular en haz vascular con 3-4 canales asociado a floema.

## **2.2 Arquitectura Foliar.**

La arquitectura foliar ha sido una gran herramienta para resolver las relaciones filogenéticas en varios grupos taxonómicos de la familia Anacardiaceae. (Hickey y Wolfe, 1975; Martínez-Millán y Cevallos-Ferriz, 2005; Andrés-Hernández y Terrazas, 2009; Andrés-Hernández *et al.* 2012). Las hojas son entre los órganos de la planta comúnmente fosilizados y los patrones de venación son potencialmente útiles para la identificación taxonómica (Di Michele y Wing, 1988; Dames, 1973; Ramírez *et al.* 2000; Ramírez y Cevallos-Ferriz, 2002; Green *et al.* 2014).

Entre los autores que han estudiado la arquitectura foliar de la familia Anacardiaceae, se encuentran los siguientes; Dames (1973), describió la venación secundaria en la familia Anacardiaceae, como broquidódromo, camptodódromo y ápice acuminado. Con tricomas en forma de pelos unicelulares, uniseriados (2-5 células) en *Astronium urundeuva* Engl., y glandulares pediculares en *S. terebinthifolius*, además de cristales en grupos. Posteriormente, Ramírez *et al.* (2000) describió la arquitectura foliar de la familia Anacardiaceae basado en hojas del Oligoceno del estado de Puebla, las cuales presentan láminas asimétricas, el margen serrado y venación craspedódromo. Además, describe en las venas secundarias curvas que se dividen cerca del margen para formar las venas terciarias ramificadas admediales, y no forman areolas completas especialmente en las especies de América del Sur del género *Schinus*.

Estas mismas características se corroboraron con estudios de hojas del Oligoceno de Tepexi de Rodríguez, Puebla, México, (Ramírez y Cevallos- Ferriz, 2002), las cuales presentan venación craspedódromo, y las venas secundarias terminan libremente cerca del margen, y desarrollo imperfecto de las areolas. Para Martínez–Millán y Cevallos- Ferriz, (2005) explican que la arquitectura foliar es muy diversa, que no hay un solo carácter que sea constante en todos los géneros de la familia Anacardiaceae. Sin embargo, estos autores detectaron, venación secundaria eucamptódromo, además de

identificar dos subtipos de venación cladódromo nombradas como I y II, la diferencia entre subtipos consta en que las venas cercanas al margen se ramifican directamente (tipo I) o simulan ser arcos (tipo II). Algunas especies presentan márgenes dentados, crenados o serrados, mientras que otras tienen márgenes enteros o erosionados. Sin embargo, la presencia de dientes no es una característica común en la familia.

De los caracteres foliares que ha ayudado a distinguir a la familia Anacardiaceae es la venación secundaria tipo cladódromo, ya que, su grupo hermano Burseraceae, presenta venación secundaria broquidódromo, (Hickey y Wolfe, 1975; Terrazas, 1994; Aguilar-Ortigoza *et al.* 2004; Martínez-Millán y Cevallos-Ferriz, 2005).

Los estudios enfocados en el género *Schinus* son escasos; Martínez–Millán y Cevallos-Ferriz, (2005), solo reportan siete especies del género *Schinus*, con hojas de arreglo alterno, simples o compuestas, imparipinnadas o paripinnadas, el raquis (cuando está presente) alado. La textura es cartácea. Con forma elíptica, ovada, obovada u oblonga. La base es de forma variable. El ápice es recto o acuminado. El margen es entero, dentado, serrado y crenado. La venación secundaria es cladódromo. Venas intersecundarias débiles. Venación terciaria es ramificado admedial, excepto en *S. molle* donde es ramificado exmedial. Las venas de cuarto y quinto orden son aleatorias, poligonal regular en *S. meyeri* y *S. molle*. Las areolas, moderadamente

desarrolladas y ausentes en *S. lentiscifolius* y *S. weinmanniifolius*. La venación última marginal es incompleta. Presentan estomas de tipo policítico-ciclocítico en *S. dependens*, *S. meyeri* y *S. molle*, policítico-actinocítico en *S. lentiscifolius* y *S. venturii*, y policítico-anomocítico en *S. weinmanniifolius*; se ubican tanto en cara abaxial como en la adaxial en *S. latifolius* y *S. molle*; únicamente en abaxial en *S. latifolius*, *S. meyeri*, *S. venturii* y *S. weinmanniifolius*. Los tricomas son generalmente escasos; o de tipo unicelular, pluricelular y glandular. La mayoría de las especies presentan cristales en forma de drusas, prismáticos o ausentes en algunos ejemplares de *S. dependens*. *S. meyeri* y *S. weinmanniifolius*.

Los traqueoblastos son células secretoras de taninos, cristales y células conductoras de agua, además, brindan soporte mecánico a las hojas, estas son considerados como un caracter importante ya que se han utilizado para la sistemática de varios grupos taxonómicos, como en el género *Mauriria* (Foster, 1946); en el grupo de Mimosidaceae: *Dichrostachys* (Luckow, 2002); y *Quadrivalves* (Flores-Cruz, 2004); incluidos algunos miembros de la familia Anacardiaceae, como en *Rhus* (Andrés-Hernández y Terrazas, 2009); y en *Bursera* (Burseraceae) (Andrés-Hernández *et al.* 2012), estos estudios muestran que los diferentes tipos de traqueoblastos dependen de su forma y número, además, existe una correlación entre el hábitat y el desarrollo de la especie.

### **III. JUSTIFICACIÓN.**

Estudios morfológicos son indispensables para realizar trabajos sistemáticos ya que contribuyen significativamente en la historia taxonómica de grupos de plantas. Para la familia Anacardiaceae, son escasos los trabajos de arquitectura foliar que se han utilizado en contribución a la sistemática del grupo. Debido a esto, el presente trabajo pretende reunir las características morfológicas de la hoja que contribuyan a la sistemática del género *Schinus*, ya que hasta el momento no existen estudios que sustenten la clasificación propuesta por Barkley (1957). Además de que la información generada en este trabajo, pretende contribuir a la inclusión de especies cuya ubicación taxonómica es inexistente, tal es el caso de *Schinus meyeri*.

### **IV. HIPÓTESIS.**

Debido a que las características foliares han permitido diferenciar y clasificar especies vegetales. La arquitectura foliar proporcionara las diferencias y similitudes suficientes para generar una clasificación infragenérica de *Schinus* con inclusión de especies sin ubicación taxonómica.

## **V. OBJETIVOS.**

### **5.1 Objetivo general.**

Proponer una agrupación infragenérica con base en caracteres de la arquitectura foliar de las especies del género *Schinus* (Anacardiaceae) y bajo la metodología cladista.

### **5.2 Objetivos particulares.**

1. Describir la arquitectura foliar del género *Schinus* (Anacardiaceae).
2. Analizar los caracteres de la arquitectura foliar que contribuyan a una agrupación infragenérica para el género *Schinus* (Anacardiaceae).
3. Realizar análisis cladístico con ayuda del programa Winclada versión 10.00.08 y Nona versión 2.0.

## **VI. MATERIALES Y MÉTODO.**

En el presente estudio se describe la arquitectura foliar de 22 especies pertenecientes a los dos subgéneros de *Schinus*, con 3 a 9 ejemplares por especie incluida una especie que no está ubicada taxonómicamente (Cuadro 2).

**6.1 Aclarado de hojas.** Los ejemplares son muestras de hojas o folíolos laterales, provenientes del Herbario Darwinion y US. La técnica de aclarado de hojas que se utilizó fue propuesta por Ruzin (1999), esta técnica tiene la ventaja de permitir la observación de las características de la hoja con mayor detalle y sin dañar el material.

1. Las muestras se aclararon con NaOH al 5%. El tiempo puede variar por las características diferentes de cada muestra para reconstruir el tejido para aclarar.
2. Cada muestra siguió su aclaración en solución de cloro al 50% por 20 min.
3. Posteriormente se deshidrataron en alcoholes graduales de 50, 70 y 96% cada muestra por 24 horas.
4. Se colocaron en solución aclaradora BB-4 <sup>1/2</sup> (nueve partes 4:2:2:1 85 % de ácido láctico, aceite de clavo, xilol, fenol y una parte de benzil benzoato).
5. Se tiñeron con safranina alcohólica por 24 horas.
6. Por último se retiró el exceso de colorante y se montaron en resina sintética.

Todas las muestras se observaron al microscopio óptico, donde se registraron las características microscópicas y macroscópicas. Como los patrones de venación, características epidérmicas (tricomas, estomas), así como la presencia de drusas o cristales prismáticos en la lámina. Los caracteres fueron determinados en base a los

manuales de Hickey (1973), Manual of Leaf Architecture Working Group (1999) y el de Martínez- Millán (2005). Se presentan todos los caracteres en el apéndice 1.

**6.2 Análisis cladístico.** Se construyó una matriz con 27 caracteres estructurales. Los caracteres y la definición de sus estados de carácter se muestran en el cuadro 3. Veintidós especies de *Schinus* L. fueron sometidas en el análisis morfológico. El grupo externo fue hipotético. La matriz se sometió a análisis de máxima parsimonia mediante Winclada versión 10.00.08 y Nona versión 2.0, se utilizó la opción heurística con 1000 réplicas no aditivos. Los estados de carácter se analizaron como desordenados. A las condiciones no conocidas se les asignó el signo de interrogación. Se calculó el árbol de consenso estricto.

**Cuadro 2.** Especies del género *Schinus* incluidas en este estudio. Se muestra que la especie *S. meyeri* se encuentra sin ubicación taxonómica.

Subgénero	Sección	Especies
<b><i>Euschinus</i></b>	<b><i>Euschinus</i></b>	<i>S. lentiscifolius</i>
		<i>S. terebinthifolius</i>
		<i>S. weinmanniefolius</i>
		<i>S. molle</i>
		<i>S. pearcei</i>
<b><i>Duvaua</i></b>	<b><i>Pseudoduvaua</i></b>	<i>S. gracipiles</i>
		<i>S. montanus</i>
		<i>S. latifolius</i>
		<i>S. velutinus</i>
		<i>S. kauselii</i>
	<b><i>Euduvaua</i></b>	<i>S. patagonicus</i>
		<i>S. andinus</i>
		<i>S. engleri</i>
		<i>S. fasciculatus</i>
		<i>S. johnstonii</i>
<b><i>Duvaua</i></b>	<i>S. longifolius</i>	
	<i>S. polygamus</i>	
	<i>S. spinosus</i>	
	<i>S. bumelioides</i>	
	<i>S. praecox</i>	
<b>Sin ubicación.</b>		<i>S. microphyllus</i>
		<i>S. meyeri</i>

## VII. RESULTADOS GENERALES.

A partir de la descripción morfológica de arquitectura se reconocieron 27 caracteres con sus respectivos estados de carácter (Cuadro 3).

Las especies estudiadas tienen forma variada de sus láminas que va de oblonga, obovada, elíptica u ovada con margen entero o erosionado; ápice agudo, atenuado, obtuso o acuminado; base agudo, obtuso o recurrente. El peciolo, cuando hay, mide en promedio 6.2mm. Sin embargo, especies como *S. gracipiles* y *S. praecox* llega a medir 25mm. La nervadura es pinnada; la vena primaria tiende a ser recta. Las venas secundarias son de tipo cladódromo, y semicraspedódromo en *S. montanus*, *S. latifolius*, *S. velutinus* y *S. kauselii*. Las venas intersecundarias son compuestas con venas terciarias ramificadas transversas. Desarrollo de areolas tiende a ser incompleta pero completa en ejemplar de *S. gracipiles*. Venas de cuarto y quinto orden generalmente se arreglan al azar. La venación última marginal normalmente es incompleta. Se identificaron cuatro tipos de traqueoblastos, el tipo I se presentó en *S. weinmanniifolius*, *S. molle*, *S. gracipiles* y *S. latifolius*; la mayoría de las especies presentan el tipo II; el tipo III, solo *S. terebinthifolius*, en ejemplares de *S. latifolius* y *S. fasciculatus*; el tipo IV se presentó en *S. lentiscifolius*, y *S. montanus*. Tricomas pilosos y raramente son glandulares en *S. terebinthifolius*, *S. weinmanniifolius*, *S. molle*, *S.*

*gracipiles* y *S. fasciculatus*. Se observaron cristales en forma de drusas en *S. lentiscifolius*, *S. latifolius*, *S. bumelioides*, y *S. praecox*, además de prismáticos solo en ejemplares de *S. terebinthifolius* (Figura.1)

## 7.1 Resultados generales por sección.

Subgénero: ***Euschinus***.

Este grupo se caracteriza por presentar hojas compuestas, con raquis alado. Margen entero, pero crenado en ejemplares de *S. terebinthifolius* y *S. weinmanniifolius*. La venación secundaria es cladódromo, y semicraspedódromo en ejemplares de *S. terebinthifolius* y *S. weinmanniifolius*. El curso de la vena secundaria es recto. Las venas terciarias son ramificadas exmedial en *S. lentiscifolius*, admedial en *S. terebinthifolius*; reticuladas en *S. weinmanniifolius*, *S. molle* y *S. pearcei*. El desarrollo de la areola es incompleto e imperfecto, pero en *S. pearcei* es completa. La vena última marginal es lobada, pero también incompleta en *S. lentiscifolius* y en ejemplares de *S. terebinthifolius*. Presentan traqueoblastos de tipo I en *S. weinmanniifolius* y *S. molle*, tipo III en *S. terebinthifolius* y tipo IV en *S. lentiscifolius*. Presenta cristales en drusas y prismáticos. Los estomas se encuentran en ambos lados de la lámina. Los tricomas generalmente son glandulares.

Subgénero: ***Duvaua***.

Sección: ***Pseudoduvaua***.

Se caracterizan por presentar hojas simples. Presentan margen crenado, pero en *S. andinus* y ejemplares de *S. patagonicus* es entero. La venación secundaria es semicraspedódromo y cladódromo en *S. gracipiles*, *S. patagonicus* y *S. andinus*. El curso de venas primarias y secundarias es recto y sinuoso respectivamente. La venación terciaria generalmente es ramificada transversa y reticulada en *S. montanus* y *S. kauselii*. El desarrollo de la areola es incompleto e imperfecto, Las venas últimas marginales son incompletas, pero lobadas en *S. montanus*, *S. patagonicus* y *S. andinus*. Presentan traqueoblastos de tipo I en *S. gracipiles* y *S. latifolius*, tipo II en *S. patagonicus*, tipo III en ejemplar de *S. latifolius* y tipo IV en *S. montanus*. No presentan cristales pero en *S. latifolius* presenta drusas. Los estomas se encuentran en ambas caras de la lámina. Tricomas pilosos.

Sección: ***Euduvaua***.

Hojas simples generalmente con margen entero. Venación secundaria cladódromo. El curso de las venas primarias es recto y en venas secundarias es sinuoso en *S. fasciculatus*, *S. longifolius*, *S. polygamus*, *S. bumelioides* y *S. microphyllus*. Las venas terciarias son ramificadas transversas, y admedial en *S. johnstonii* y *S. bumelioides*, pero solo en *S. meyeri* es reticulado. El desarrollo de las areolas es incompleto e imperfecto. La vena última marginal es generalmente incompleta, pero lobada en *S. spinosus* y *S. microphyllus*. Presentan traqueoblastos generalmente tipo II, pero en *S. microphyllus* y *S. meyeri* es de tipo I. Los cristales son de tipo prismáticos. Los estomas se encuentran en ambas caras de la lámina. Los tricomas generalmente son pilosos.

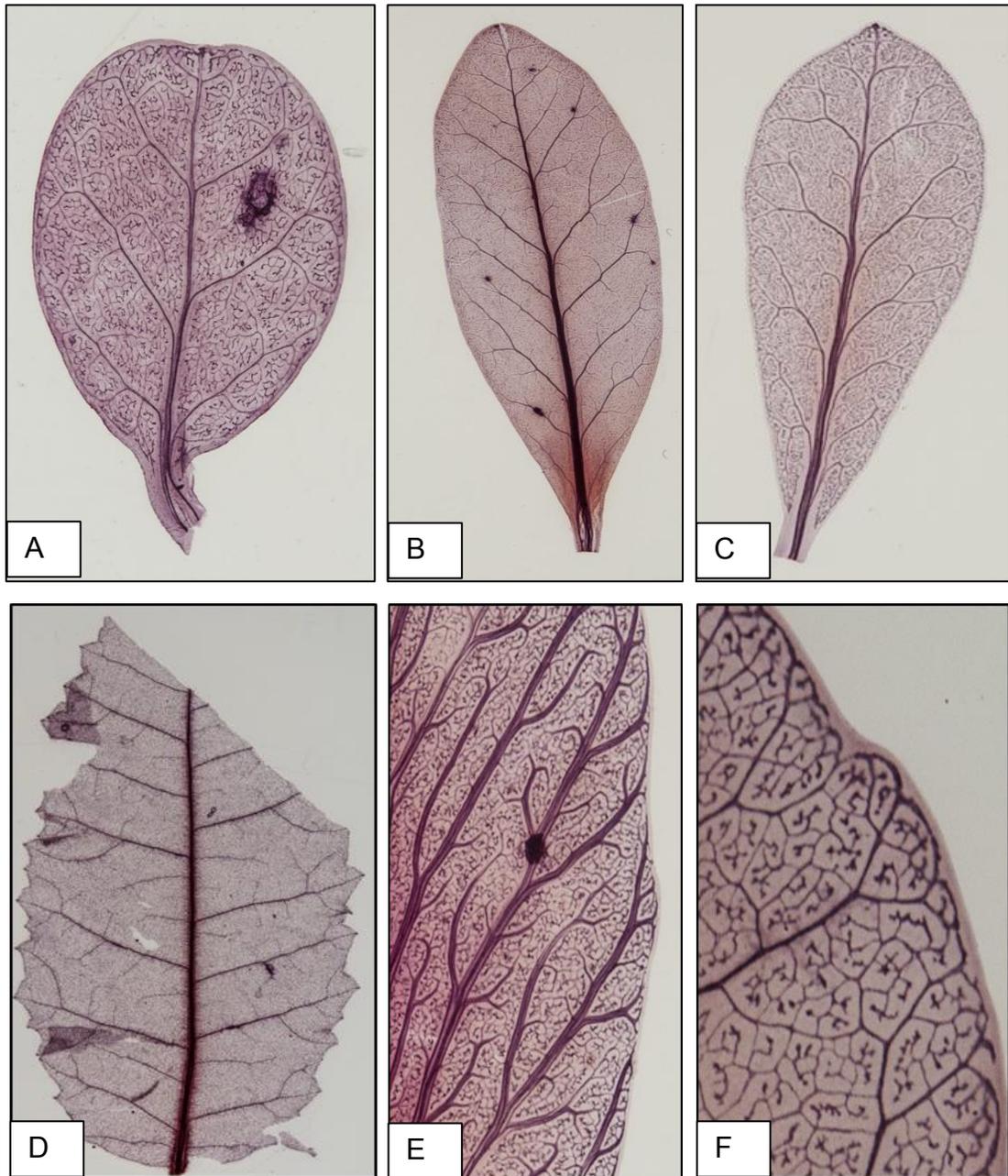


Figura 1. Descripción de caracteres en *Schinus*. A) *S. andinus*. Forma de la hoja obovada. B) *S. polygamus*. Forma de la hoja elíptica y venación secundaria cladódromo. C) *S. johnstonii*. Forma de la hoja ovada. D) *S. velutinus*. Venación secundaria semicraspedódromo y margen crenado. E) *S. lentiscifolius*. Venas secundarias gruesas. F) *S. pearcei*. Desarrollo de areolas completas y vena última marginal lobada.

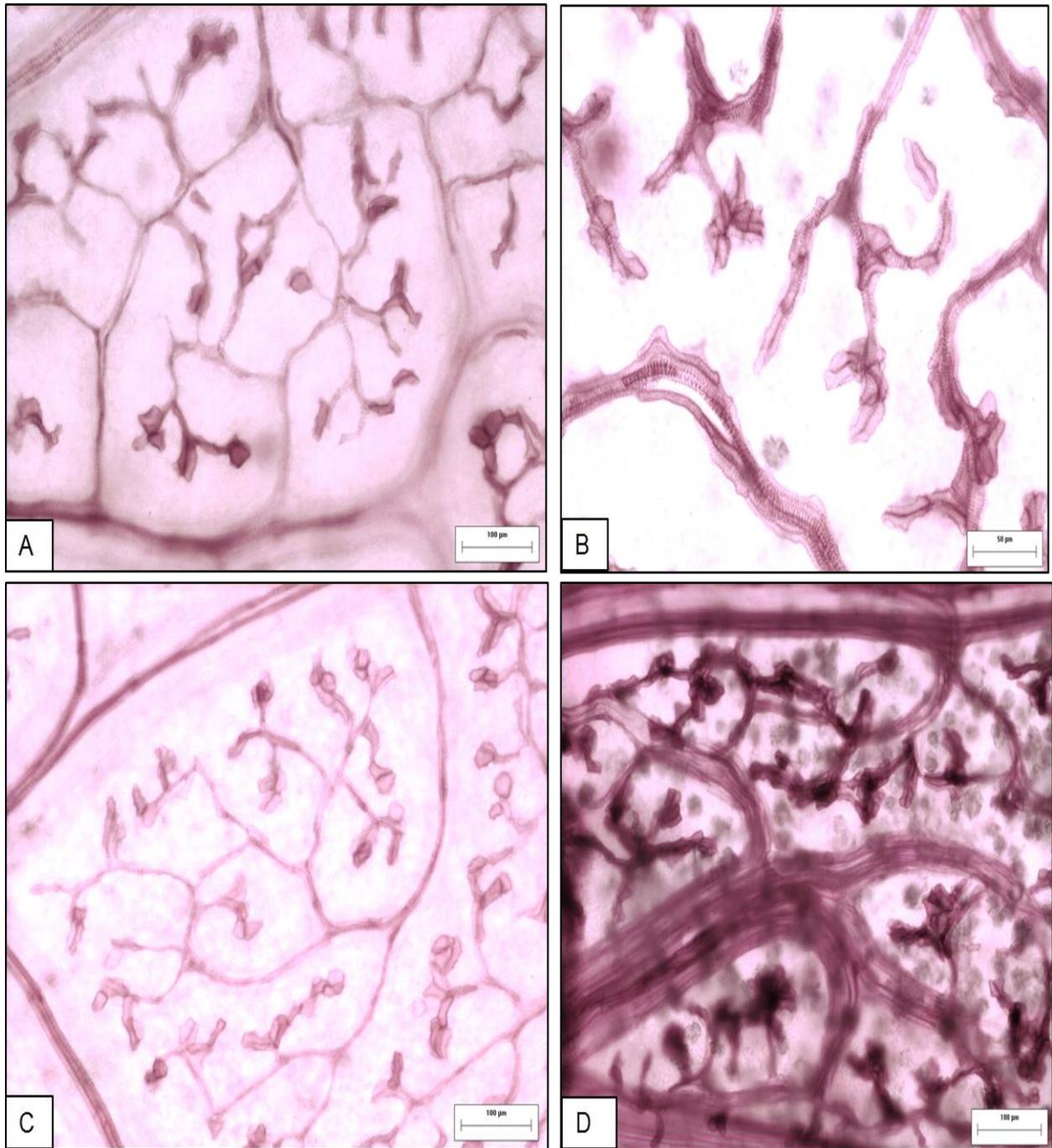


Figura. 2. Tipo de traqueoblastos. A) Tipo I, *S. molle*. B) Tipo II, *S. engleri*. C) Tipo III, *S. fasciculatus*. D) Tipo IV, *S. lentiscifolius*.

**Cuadro 3.** Caracteres y sus estados de caracter.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Subg. <i>Euschinus</i></b>													
<i>S. lentiscifolius</i>	c	9-17	1.0- 1.2	0.4-0.6	p	co	6	obl-obv	at-ac	ob-ag	en	eu	re
<i>S. terebinthifolius</i>	c	4-15	2.0-4.3	0.4-1.2	p	m	8-17	el	ag	ag-ob	en-cr	cl-scr	re
<i>S. weinmannifolius</i>	c	3-7	1.2-2.2	0.2	p	co	3-10	obl	ac-ag	cu	en-cr	cl-scr	re
<i>S. molle</i>	c	2-3	0.8	?	p	m	10-30	ov	ag	ag	en	cl	re
<i>S. pearcei</i>	c	4-20	0.7-2.5	?	p	m	1.5-6	el	ob-mu	cu	en	cl	re
<b>Subg. <i>Duvaua</i></b>													
<b>Sec. <i>Pseudoduvaua</i></b>													
<i>S. gracipiles</i>	s	4-25	-	-	a	m	3-12.5	obl	em	de	en	cl	re
<i>S. montanus</i>	s	2-1	-	-	a	co	0.2-1.0	ov	ob	ob	cr	scr	re
<i>S. latifolius</i>	s	3-7	-	-	a	co	3-5	?	ob	cu	cr	scr	re
<i>S. patagonicus</i>	s	2-12	-	-	a	co	2.5-6	el	em-ob	ob	en	cl	re
<i>S. velutinus</i>	s	?	-	-	a	co	2-7	ov	ag	ob	cr	scr	re
<i>S. kauselii</i>	s	2-4	-	-	a	co	1.5-3	el	ag	ob	cr	scr	re
<i>S. andinus</i>	s	0.5-3	-	-	a	co	0.3-2.6	obv	red	red	en	cl	re
<b>Sec. <i>Eudovaua</i></b>													
<i>S. engleri</i>	s	1-2	-	-	a	co	17-38	obv- obl	ag	ag	en	cl	re
<i>S. fasciculatus</i>	s	1-2	-	-	a	m	8-20	obv-ov	red-ob	ag-red	en	cl	re
<i>S. johnstonii</i>	s	≤ 1	-	-	a	co	3-7	obv-obl	ob	ag-cu	en	cl	re
<i>S. longifolius</i>	s	2-5	-	-	a	co	25-50	el	ob-ag	de-cu	en	cl	re
<i>S. polygamus</i>	s	1-12	-	-	a	m	9-35	el-ov	ag-red	cu-ag	en	cl	re
<i>S. spinosus</i>	s	?	-	-	a	co	1.8-3.1	obv-obl	ob	cu	en	cl	re
<i>S. bumelioides</i>	s	3-7	-	-	a	co	18-48	el	em-ob	ob	en	cl	re
<i>S. praecox</i>	s	5-25	-	-	a	co	1-20	el-ov	ag	ob-ag	en	cl	re
<i>S. microphyllus</i>	s	1-3	-	-	a	co	0.4-1.8	obv	ag	ag	en	cl	re
<b>Sin ubicación.</b>													
<i>S. meyeri</i>	s	?	-	-	a	co	?	ov	?	ob	en	cl	re

Continuación.

	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
<b>Subg. <i>Euschinus</i></b>														
<i>S. lentiscifolius</i>	re	c	ex	im-in	in	d	IV	am	a	e	-	3-4	d	d-p
<i>S. terebinthifolius</i>	re-sn	c	ra-re	im-in	lo-in	a-d	III	am	a-p	b	1	-	d	d-p
<i>S. weinmannifolius</i>	re	c	re	im-in	lo	a	I	am	a-p	b	2-3	-	d	d-p
<i>S. molle</i>	sn	c	re	im-in	lo	a	I	am	p-g	?	?	?	?	?
<i>S. pearcei</i>	sn	c	re	cm-in	f	?	?	?	a	e	-	2	c	d
<b>Subg. <i>Duvaua</i></b>														
<b>Sec. <i>Pseudoduvaua</i></b>														
<i>S. gracipiles</i>	sn	s	ra	im-in	in	a	I	am	p-g	b	1-2	-	c	d
<i>S. montanus</i>	sn	c	re	im-in	lo	a	IV	?	a	b	1-2	-	d	a
<i>S. latifolius</i>	sn	c	ra	im-in	in	d	I, III	am	a	b	1-2	-	c	d-p
<i>S. patagonicus</i>	sn-re	c	ra-re	im-in	lo	a	II	am	a-p	b	1-2	-	c	d-
<i>S. velutinus</i>	sn	c	re	im-in	in	?	?	?	p	?	?	?	?	?
<i>S. kauselii</i>	sn	c	re	im-in	lo	?	?	?	p	?	?	?	?	?
<i>S. andinus</i>	sn	c	re	im-in	in	?	?	?	?	b	1-2	-	d	d
<b>Sec. <i>Euduvaua</i></b>														
<i>S. engleri</i>	re-sn	c	ra	im-in	in	a-d	II	am	a-p	b	1-2	-	c	d
<i>S. fasciculatus</i>	sn	c	ra	im-in	lo-in	d	II, III	am	p-g	e	-	1-3	c	d-p
<i>S. johnstonii</i>	re-sn	c	ra	im-in	in	d	II	am	a	b-e	3-4	4-5	c	d-p
<i>S. longifolius</i>	sn	c	ra	im-in	in	a-d	II	am	a	b-e	2	2-3	c	a
<i>S. polygamus</i>	sn-zi	c	ra-re	im-im	lo-in	a-d	II	am	a-p	e	-	1-3	c	d-p
<i>S. spinosus</i>	re	c	ra	im-in	in	a	II	am	p	b	1-2	-	c	a
<i>S. bumelioides</i>	sn	c	ra	im-in	in	d	II	am	a	e	-	1	?	d
<i>S. praecox</i>	re-sn	c	ra	im-in	in	d	II	am	a-p	b	3-4	-	c	d
<i>S. microphyllus</i>	zi	c	ra	lm-in	lo	a	I	am	a	b	1-2	-	c	d
<b>Sin ubicación.</b>														
<i>S. meyeri</i>	zi	c	re	im-in	f	a	I	am	a	b	1-2	-	c	d-p

## 7.2 Descripción de la Arquitectura foliar por especie.

### Subgénero *Euschinus*.

Especie: ***S. lentiscifolius* Marchand.**

Lajes Santa Catarina, Brasil. Esmeralda, Brasil.

Descripción macroscópica. Hojas compuestas imparipinnadas o paripinnadas con foliolos opuestos, de 6 cm de largo. Tamaño del peciolo de 9-17 mm, inserción marginal o sécil. Raquis alado. Con textura coriácea. Numero de foliolos desde 6-(8)-12, de 1.0-1.2 de largo (cm) y 0.4-0.6 de ancho (cm). Forma de los foliolos oblongos a obovados. Ápice atenuado u acuminado. Base aguda a obtusa. Margen entero.

Descripción microscópica. Patrón de venación cladódromo. Vena primaria recta. Venas secundarias de 12-15, recta. Venas intersecundarias compuestas. Venas terciarias ramificadas exmedial. Venas del cuarto y quinto orden con curso aleatorio, nivel de venación sexto. Venas intramarginales ramificadas más de tres veces. Desarrollo de areola incompleta e imperfecta. Vena última marginal incompleta. Cristales tipo drusas. Traqueoblastos tipo IV. Estomas anomocítico en ambas caras de la lámina. Tricomas ausentes.

Especie: ***S. terebinthifolius* Raddi.**

Jardín Botánico Sao Paulo, Brasil. Guanabara, Brasil. Palm Beach, Florida. Lee Country, Florida. Callier Country, Florida. San Carlos, Argentina. Iguazú, Argentina.

Descripción macroscópica. Hojas compuestas imparipinnadas, con 8-17 cm de largo. Tamaño del peciolo de 4-15mm. Raquis alado o no. Con textura membranosa. Numero de foliolos de 7-(9)- 13, de 2.0-4.3 (cm) de largo y 0.4-1.2 (cm) de ancho. Forma de foliolos, elíptica, oblonga y ovada. Ápice agudo, emarginado, mucronado, obtuso y acuminado. Base obtusa, aguda y cuneada. Margen entero o serrado.

Descripción microscópica. Patrón de venación cladódromo. Sin embargo algunos ejemplares mostraron ser semicraspedódromo, de las localidades de Iguazú y San Carlos, Argentina. Vena primaria recta. Venas secundarias de 9-15, sinuoso o recto. Venas intersecundarias compuestas. Venas terciarias en la mayoría son ramificadas, transverso y admedial. Venas del cuarto y quinto orden con curso aleatorio, nivel de venación séptimo. Venas intramarginales ramificadas más de tres veces. Desarrollo de areola es incompleto e imperfecto. Vena última marginal lobada o incompleta. Cristales ausentes, prismáticos o drusas. Traqueoblastos tipo III. Estomas anomocítico en ambas caras de la lámina. Tricomas ausentes.

Especie: ***S. weinmanniifolius* Engl.**

M. Burucuyá, Argentina. Bella Vista, Argentina.

Descripción macroscópica. Hojas opuestas imparipinnadas o paripinnadas, con 3-10 cm de largo. Tamaño del peciolo de 3-7mm. Raquis alado. Con textura coriácea. Número de folíolos de 3-(13)-19, de 1.2-4.3 (cm) de largo y 0.2 (cm) de ancho. Forma de los folíolos, oblonga o asimétrica. Ápice acuminado o agudo. Base cuneada. Margen entero, pero en el ejemplar de M. Burucuyá, Argentina presentó dientes 2/5 distales de la lámina y dicotomía distal. Descripción microscópica. Patrón de venación cladódromo y semicraspedódromo. Vena primaria recta. Venas secundarias de 11-12, recto. Venas intersecundarias compuestas. Venas terciarias reticuladas. Venas del cuarto y quinto orden con curso aleatorio, nivel de venación quinto o sexto. Venas intramarginales ramificadas más de tres veces. Desarrollo de areola incompleta e imperfecta. Vena última marginal lobada. Cristales ausentes. Traqueoblastos tipo I. Estomas anomocítico en ambas caras de la lámina. Tricomas, ausentes, pilosos y glandulares.

Especie: ***S. molle* L.**

Puebla, México.

Descripción macroscópica. Hojas compuestas imparipinnadas alternas. Con 10-30 (cm) de largo. Tamaño del peciolo de 2-3mm. Raquis alado. Con textura membranosa. Numero de foliolos de 19-41, de 0.8 (cm) de largo. Forma ovada. Ápice agudo. Base agudo. Margen entero. Descripción microscópica. Patrón de venación cladódromo. Vena primaria recto. Venas secundarias hasta 27 venas, sinuoso. Venas intersecundarias compuestas. Venas terciarias reticuladas. Venas del cuarto y quinto orden con curso aleatorio, nivel de venación quinto o sexto. Venas intramarginales ramificadas más de tres veces. Desarrollo de areola incompleta e imperfecta. Vena última marginal lobada. Cristales ausentes. Traqueoblastos tipo I. Estomas anomocítico en el ambas caras de la lámina. Tricomas pilosos y glandulares.

Especie: ***S. pearcei*** Engl.

Urumbambi, Perú. Coquimba, prov. Limari, H. Gonzales.

Descripción macroscópica. Hojas compuestas imparipinnadas. Con 1.5-6 (cm) de largo. Tamaño del peciolo de 4-20mm. Raquis alado. Con textura membranosa. Numero de foliolos de 3-11, de 0.7-2.5 (cm) de largo. Forma elíptica. Ápice obtuso o mucronado. Base cuneado. Margen entero. Descripción microscópica. Patrón de venación cladódromo. Vena primaria recto. Venas secundarias de 11-12 venas, sinuoso. Venas intersecundarias compuestas. Venas terciarias reticulado. Venas del cuarto y quinto orden con curso aleatorio, nivel de venación quinto o sexto. Venas intramarginales ramificadas más de tres veces. Desarrollo de areola completo e imperfecto. Vena última marginal lobado. Cristales no observables. Traqueoblastos no observables. Estomas no observables. Tricomas ausentes.

**Subgénero *Duvaua*.**

## **Sección *Pseudoduvaua*.**

Especie: ***S. gracilipes* I.M.Johnst.**

Capital, Argentina.

Descripción macroscópica. Hojas simples alternas. Con 2.2 (cm) de largo y 1.0 (cm) de ancho. Tamaño del peciolo 4-25mm. Con textura membranosa. Forma oblonga. Ápice emarginado. Base decurrente. Margen crenado. Descripción microscópica. Patrón de venación semicraspedódromo. Vena primaria recta. Venas secundarias no observables, con curso sinuoso. Venas intersecundarias compuestas. Venas terciarias ramificadas transverso. Venas del cuarto y quinto orden con curso aleatorio, nivel de venación sexto. Venas intramarginales ramificadas más de tres veces. Desarrollo de areola incompleta e imperfecta. Vena última marginal incompleta. Cristales ausentes. Traqueoblastos tipo I. Estomas en ambas caras de la lámina. Tricomas pilosos y glandulares.

Especie: ***S. montanus* Engl.**

Leg, Phillipi, Chile.

Descripción macroscópica. Hojas simples alternas, de 2.3–2.5 (cm) de largo y 1.5–2.5 (cm) de ancho. Tamaño del peciolo 2-10mm. Con textura coriáceo. Forma ovalada. Ápice obtuso. Base obtuso. Margen crenado, cada diente presenta dicotomía distal. Descripción microscópica. Patrón de venación semicraspedódromo. Vena primaria recta. Venas secundarias no observables, con curso sinuoso. Venas intersecundarias compuestas. Venas terciarias reticuladas ortogonal. Venas del cuarto y quinto orden con curso aleatorio, nivel de venación sexto. Venas intramarginales ramificadas más de tres veces. Desarrollo de areola incompleta e imperfecta. Vena última marginal lobada. Cristales ausentes. Traqueoblastos tipo IV. Estomas no observables. Tricomas ausentes.

Especie: ***S. latifolius* Engl.**

E. Ravello, R. Metropolitano, Jardín Botánico 560120796, Chile. F. Barrera, 12-06-93, carr. San. Valparaíso, Chile.

Descripción macroscópica. Hojas simples alternas, de 3-5 (cm) de largo y 1-2.5 (cm) de ancho. Tamaño del peciolo 3-7mm. Con textura coriácea. Forma no observable. Ápice obtuso. Base cuneado u obtuso. Margen crenado y cada diente con vena secundaria. Descripción microscópica. Patrón de venación semicraspedódromo. Vena primaria recta. Venas secundarias hasta 8, sinuoso. Venas intersecundarias simples y compuestas. Venas terciarias ramificado transverso. Venas del cuarto y quinto orden con curso aleatorio, nivel de venación sexto. Venas intramarginales ramificadas más de tres veces. Desarrollo de areola incompleta e imperfecta. Vena última marginal incompleta. Cristales prismáticos. Traqueoblastos tipo I y III. Estomas anomocítico en ambas caras de la lámina. Tricomas ausentes.

Especie: ***S. patagonicus* (Phil.) I.M. Johnst. ex Cabrera.**

Huapí, Argentina. La Rinconada 5600551729, Chile.

Descripción macroscópica. Hojas simples alternas, de 3.0 (cm) de largo y 1.3 (cm) de ancho. Tamaño del peciolo 4-12mm. Con textura coriácea. Forma elíptica. Ápice emarginado u obtuso. Base obtuso. Margen entero. Descripción microscópica. Patrón de venación cladódromo. Vena primaria recta. Venas secundarias hasta ¿-(7)-?, recto. Venas intersecundarias compuestas. Venas terciarias ramificado admedial, y reticuladas. Venas del cuarto y quinto orden con curso aleatorio, nivel de venación séptimo. Venas intramarginales ramificadas más de tres veces. Desarrollo de areola incompleta e imperfecta, Vena última marginal lobada. Cristales ausentes. Traqueoblastos tipo II. Estomas anomocítico en ambas caras de la lámina. Tricomas ausentes o pilosos.

Especie: ***S. velutinus*** (Turcz.) I.M.Johnst.

I. Meza 157, Villagram.

Descripción macroscópica. Hojas simples alternas, de 2-7(cm) de largo y 1.2-3.7 (cm) ancho. Tamaño 2-7(cm). Con textura coriácea. Forma ovada. Ápice agudo. Base obtuso. Margen crenado. Descripción microscópica. Patrón de venación semicraspedódromo. Vena primaria recta. Venas secundarias hasta ¿-(22)-?, sinuoso. Venas intersecundarias compuestas. Venas terciarias ramificado transverso. Venas del cuarto y quinto orden con curso no observable. Nivel de venación no observable. Venas intramarginales ramificadas más de tres veces. Desarrollo de areola incompleta e imperfecta. Vena última marginal incompleta. Cristales no observables. Traqueoblastos no observables. Estomas no observables. Tricomas pilosos

Especie: ***S. kauselii*** F.A.Barkley.

560059794.

Descripción macroscópica. Hojas simples alternas, de 1.5-3(cm) de largo y 1-3 (cm) ancho. Con textura coriácea. Forma elíptica. Ápice agudo. Base obtuso. Margen crenado. Descripción microscópica. Patrón de venación semicraspedódromo. Vena primaria recta. Venas secundarias hasta ¿-(16)-?, sinuoso. Venas intersecundarias compuestas. Venas terciarias reticuladas. Venas del cuarto y quinto orden con curso no observable. Nivel de venación sexto. Venas intramarginales ramificadas más de tres veces. Desarrollo de areola incompleta e imperfecta. Vena última marginal incompleta. Cristales no observables. Traqueoblastos no observables. Estomas no observables. Tricomas pilosos.

Especie: ***S. andinus* (Engl.) I.M. Johnst.**

Anzaldo, Bolivia. La Paz, Bolivia

Descripción macroscópica. Hojas simples alternas, de 0.3-2.6 (cm) de largo y 0.2-1 (cm) ancho. Con textura coriácea. Forma obovada. Ápice redondo. Base redondo. Margen entero. Descripción microscópica. Patrón de venación cladódromo. Vena primaria, sinuoso. Venas secundarias hasta ¿-(7)-?, sinuoso. Venas intersecundarias compuestas. Venas terciarias ramificado transverso. Venas del cuarto y quinto orden con curso ortogonales. Nivel de venación sexto. Venas intramarginales ramificadas más de tres veces. Desarrollo de areola incompleta e imperfecta. Vena última marginal lobada. Cristales no observables. Traqueoblastos no observables. Estomas no observables. Tricomas no observables.

**Sección *Euduvaua*.**

Especie: ***S. engleri F.A. Barkley.***

Agua Doce, Brasil. Campo Alegre, Brasil. Serrada da Boa Vista, Brasil.

Descripción macroscópica. Hojas simples alternas, de 1.1 (cm) de largo y 6 (cm) de ancho. Tamaño del peciolo 1-2mm. Con textura coriácea. Forma oblonga u obovada. Ápice agudo. Base agudo. Margen entero. Descripción microscópica. Patrón de venación cladódromo. Vena primaria recta. Venas secundarias 5-7, recto o sinuoso. Venas intersecundarias compuestas. Venas terciarias ramificado transverso. Venas del cuarto y quinto orden con curso aleatorio, nivel de venación séptimo. Venas intramarginales ramificadas más de tres veces. Desarrollo de areola incompleta e imperfecta. Vena última marginal incompleta. Cristales ausentes o drusas. Traqueoblastos tipo II. Estomas anomocítico en ambas caras de la lámina. Tricomas ausentes o pilosos.

Especie: ***S. fasciculatus* (Griseb.) I.M. Johnst.**

Presidente Hajes, Paraguay. Sol de Julio, Paraguay.

Descripción macroscópica. Hojas simples, de 0.6-1.1 (cm) de largo y 0.6-0.9 (cm) de ancho. Tamaño del peciolo 1-2mm. Con textura membranosa. Forma oblonga u obovada. Ápice redondo u obtuso. Base agudo o redondo. Margen entero o erosionado.

Descripción microscópica. Patrón de venación cladódromo. Vena primaria recta o sinuoso. Venas secundarias 6-7, sinuoso. Venas intersecundarias compuestas. Venas terciarias ramificado transverso. Venas del cuarto y quinto orden con curso aleatorio, nivel de venación sexto. Venas intramarginales ramificadas más de tres veces. Desarrollo de areola incompleta e imperfecta. Vena última marginal incompleta o lobada. Cristales en forma de drusas. Traqueoblastos tipo II y III. Estomas anomocítico en ambas caras de la lámina. Tricomas pilosos y glandulares.

Especie: ***S. johnstonii* F. A. Barkley.**

La Pampa, Argentina. Mendoza, Argentina.

Descripción macroscópica. Hojas simples, de 0.5 (cm) de largo y 0.5 (cm) de ancho. Tamaño del peciolo  $\leq 1$ mm. Con textura coriácea. Forma oblonga u obovada. Ápice obtuso. Base agudo o cuneado. Margen entero o erosionado. Descripción microscópica. Patrón de venación cladódromo. Vena primaria recta o sinuoso. Venas secundarias de 6-11, recta o sinuoso. Venas intersecundarias compuestas. Venas terciarias ramificado transverso. Venas del cuarto y quinto orden con curso aleatorio, nivel de venación sexto. Venas intramarginales ramificadas más de tres veces. Desarrollo de areola incompleta e imperfecta. Vena última marginal incompleta. Cristales en forma de drusas. Traqueoblastos tipo II. Estomas anomocítico en ambas caras de la lámina. Tricomas ausentes.

Especie: ***S. longifolius* Speg.**

Quarari, Brasil. Rincón de Ombú, Argentina.

Descripción macroscópica. Hojas simples, de 2.0-3.9 (cm) de largo y 0.4 (cm) de ancho. Tamaño del peciolo 2-5mm. Con textura coriácea. Forma elíptica. Ápice obtuso o agudo. Base decurrente o cuneada. Margen entero. Descripción microscópica. Patrón de venación cladódromo. Vena primaria recta o sinuoso. Venas secundarias de 14-17, sinuoso. Venas intersecundarias compuestas. Venas terciarias ramificado transverso. Venas del cuarto y quinto orden con curso aleatorio, nivel de venación séptimo. Venas intramarginales ramificadas más de tres veces. Desarrollo de areola incompleta e imperfecta. Vena última marginal incompleta. Cristales ausentes o en forma de drusas. Traqueoblastos tipo II. Estomas anomocítico en ambas caras de la lámina. Tricomas ausentes.

Especie: ***S. polygamus* (= *S. polygama* (Cav.) Cabrera.)**

E. Bermoth 765, Chile. La Viña Córdoba, Argentina. C. Muñoz, Chile. E. Barrera 12-6-93, Chile. Quebrada de Peña 101m, Chile. Jujuy, Argentina.

Descripción macroscópica. Hojas simples, de 1.1-2.5 (cm) de largo y 0.6-2.5 (cm) de ancho. Tamaño del peciolo 1-12mm. Con textura membranosa. Forma elíptica u ovada. Ápice agudo, redondo o mucronado. Base cuneada, agudo y obtuso. Margen entero o con dientes 2/5 distales de la lámina, cada diente presenta dicotomía distal.

Descripción microscópica. Patrón de venación cladódromo. Vena primaria recta, sinuoso. Venas secundarias de 6-14, sinuoso. Venas intersecundarias compuestas. Venas terciarias ramificado transverso. Venas del cuarto y quinto orden con curso aleatorio, nivel de venación hasta séptimo. Venas intramarginales ramificadas más de tres veces. Desarrollo de areola incompleta e imperfecta. Vena última marginal incompleta. Cristales en forma de drusas o ausentes. Traqueoblastos tipo II. Estomas anomocítico en ambas caras de la lámina. Tricomas ausentes o pilosos.

Especie: ***S. spinosus* Engl.**

Do Soil, Brasil.

Descripción macroscópica. Hojas simples, de 1.8-3.1 (cm) de largo y 0.8-1.5 (cm) de ancho. Tamaño del peciolo largo. Con textura coriácea. Forma obovado a oblongo. Ápice obtuso. Base cuneado. Margen entero. Descripción microscópica. Patrón de venación cladódromo. Vena primaria recta. Venas secundarias no observables, curso recta. Venas intersecundarias compuestas. Venas terciarias ramificado transverso. Venas del cuarto y quinto orden con curso aleatorio, nivel de venación séptimo. Venas intramarginales ramificadas más de tres veces. Desarrollo de areola incompleta e imperfecta. Vena última marginal lobada. Cristales ausentes. Traqueoblastos tipo II. Estomas anomocítico en ambas caras de la lámina. Tricomas pilosos.

Especie: ***S. bumelioides*** .I.M. Johnst.

Descripción macroscópica. Hojas simples, de 1.8-4.8 (cm) de largo y 0.6-2.7 (cm) de ancho. Tamaño del peciolo 3-7mm. Con textura coriácea. Forma elíptica. Ápice emarginado u obtuso. Base obtuso. Margen entero. Descripción microscópica. Patrón de venación cladódromo. Vena primaria recta. Venas secundarias ¿-(9)-?, sinuoso a recto. Venas intersecundarias compuestas. Venas terciarias ramificado admedial. Venas del cuarto y quinto orden con curso ortogonal, nivel de venación séptimo. Venas intramarginales ramificadas más de tres veces. Desarrollo de areola incompleta e imperfecta. Vena última marginal incompleta. Cristales en forma de drusas. Traqueoblastos tipo II. Estomas anomocítico en ambas caras de la lámina. Tricomas ausentes.

Especie: ***S. praecox* Speg.**

Rosario, Argentina. Malagueño, Argentina.

Descripción macroscópica. Hojas simples, de 0.7-1.0 (cm) de largo y 0.4-0.6 (cm) de ancho. Tamaño del peciolo 5-2.5mm. Con textura coriácea. Forma elíptica u ovada. Ápice agudo. Base obtusa o agudo. Margen entero. Descripción microscópica. Patrón de venación cladódromo. Vena primaria recta o sinuoso. Venas secundarias 2-(6)-?, recto o sinuoso. Venas intersecundarias compuestas. Venas terciarias ramificado transverso. Venas del cuarto y quinto orden con curso aleatorio, nivel de venación séptimo. Venas intramarginales ramificadas más de tres veces. Desarrollo de areola incompleta e imperfecta. Vena última marginal incompleta. Cristales en forma de drusas. Traqueoblastos tipo II. Estomas anomocítico en ambas caras de la lámina. Tricomas ausentes o pilosos.

Especie: ***S. microphyllus*** I.M.Johnst.

Ollantaytambo, Perú.

Descripción macroscópica. Hojas simples alternas, de 4-18 (cm) de largo y 0.3-1.0 (cm) de ancho. Tamaño del peciolo 1-3mm. Con textura coriácea. Forma oblonga. Ápice agudo. Base agudo. Margen entero. Descripción microscópica. Patrón de venación cladódromo. Vena primaria recto. Venas secundarias no observables, sinuoso. Venas intersecundarias compuestas. Venas terciarias ramificado transverso. Venas del cuarto y quinto orden con curso ortogonal, nivel de venación sexto. Venas intramarginales ramificadas más de tres veces. Desarrollo de areola incompleta e imperfecta. Vena última marginal lobada. Cristales ausentes. Traqueoblastos tipo I. Estomas anomocítico en ambas caras de la lámina. Tricomas ausentes.

### **7.3 Especie sin ubicación taxonómica.**

Especie: ***S. meyeri* FA.Barkley.**

Toldos, Argentina.

Descripción macroscópica. Hojas simples alternas, de 3.9 (cm) de largo y 2.5 (cm) de ancho. Tamaño del peciolo no observable. Con textura coriácea. Forma ovada. Ápice emarginado. Base obtusa. Margen entero. Descripción microscópica. Patrón de venación cladódromo. Vena primaria recta. Venas secundarias ¿-(12)-?, recto. Venas intersecundarias compuestas. Venas terciarias reticulado. Venas del cuarto y quinto orden con curso ortogonal, nivel de venación sexto. Venas intramarginales ramificadas más de tres veces. Desarrollo de areola incompleta e imperfecta. Vena última marginal incompleto. Cristales ausentes. Traqueoblastos tipo I. Estomas anomocítico en ambas caras de la lámina. Tricomas ausentes.

#### **7.4 Análisis Cladístico.**

Se obtuvieron 115 árboles igualmente parsimoniosos con una longitud de 63 pasos, más un índice de consistencia (Ci) de 42 y un índice de retención (Ri) de 60. El 88.89 % de los caracteres fueron informativos. La figura 3 muestra uno de los árboles más parsimoniosos y la figura 4 el árbol de consenso estricto. Las especies de *Schinus* se recuperan en dos clados A y B. En el clado A corresponde al subgénero *Euschinus*, donde se agrupa a las cinco especies por las sinapomorfías, hoja compuesta (0), presencia de raquis (1), y de 3- 19 foliolos (3). El clado B corresponde al subgénero *Duvaua*; este grupo se subdivide en 3 subclados que corresponden a la sección *Pseudoduvaua* y a la sección *Euduvaua*; la sección *Pseudoduvaua* está dividida en dos grupos, *Pseudoduvaua* I, donde se encuentran las especies, *S. montanus*, *S. latifolius*, *S. gracipiles*, *S. velutinus* y *S. kauselii*, sustentados por presentar las sinapomorfías, margen crenado (5) y venación secundaria semicraspedódromo (6); y *Pseudoduvaua* II, con las especies *S. meyeri*, *S. andinus* y *S. microphyllus* y presentan venas de cuarto y quinto orden como ortogonales. El clado que corresponde a la sección *Euduvaua* es apoyado solo por la presentar la sinapomorfía de traqueoblastos tipo II.

El árbol de consenso estricto, mostro la recuperación de dos grupos, el clado correspondiente al subgénero *Euschinus* (Fig. 4). Y el clado correspondiente a la sección *Duvaua*, se recupera la subsección *Pseudoduvaua* I, soportado por las sinapomorfías: margen crenado (5) y venación secundaria semicraspedódromo (6).

Además, las especies *S. fasciculatus* y *S. polygamus* presentaron un conjunto de caracteres, como la textura tipo membranacea (2), curso de vena secundaria sinuoso (8) y el tipo de mesófilo equifacial. Las especies restantes no mostraron relaciones filogenéticas.

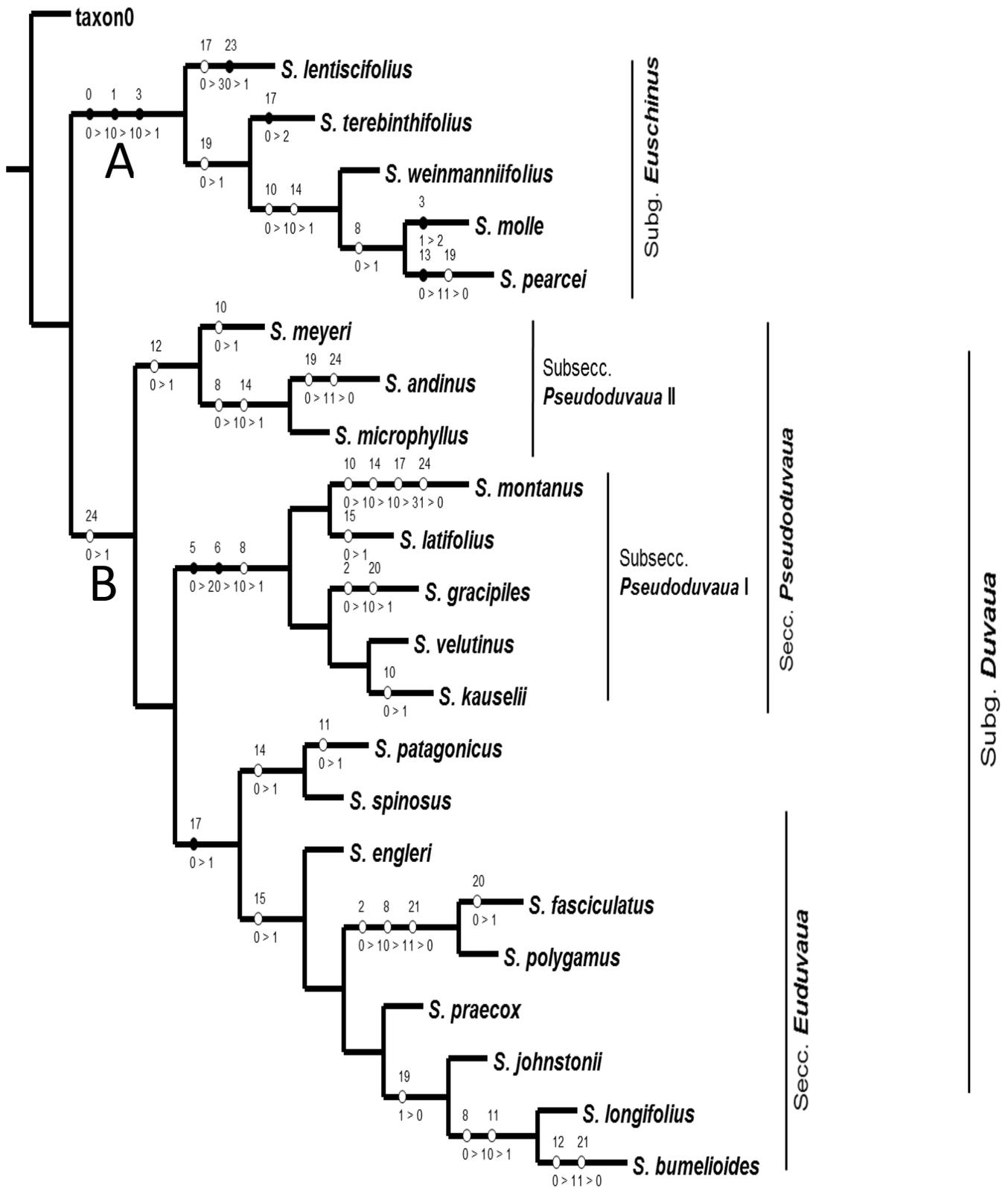


Figura 3. Uno de los árboles más parsimoniosos, L=63, Ci=42 y Ri=60.

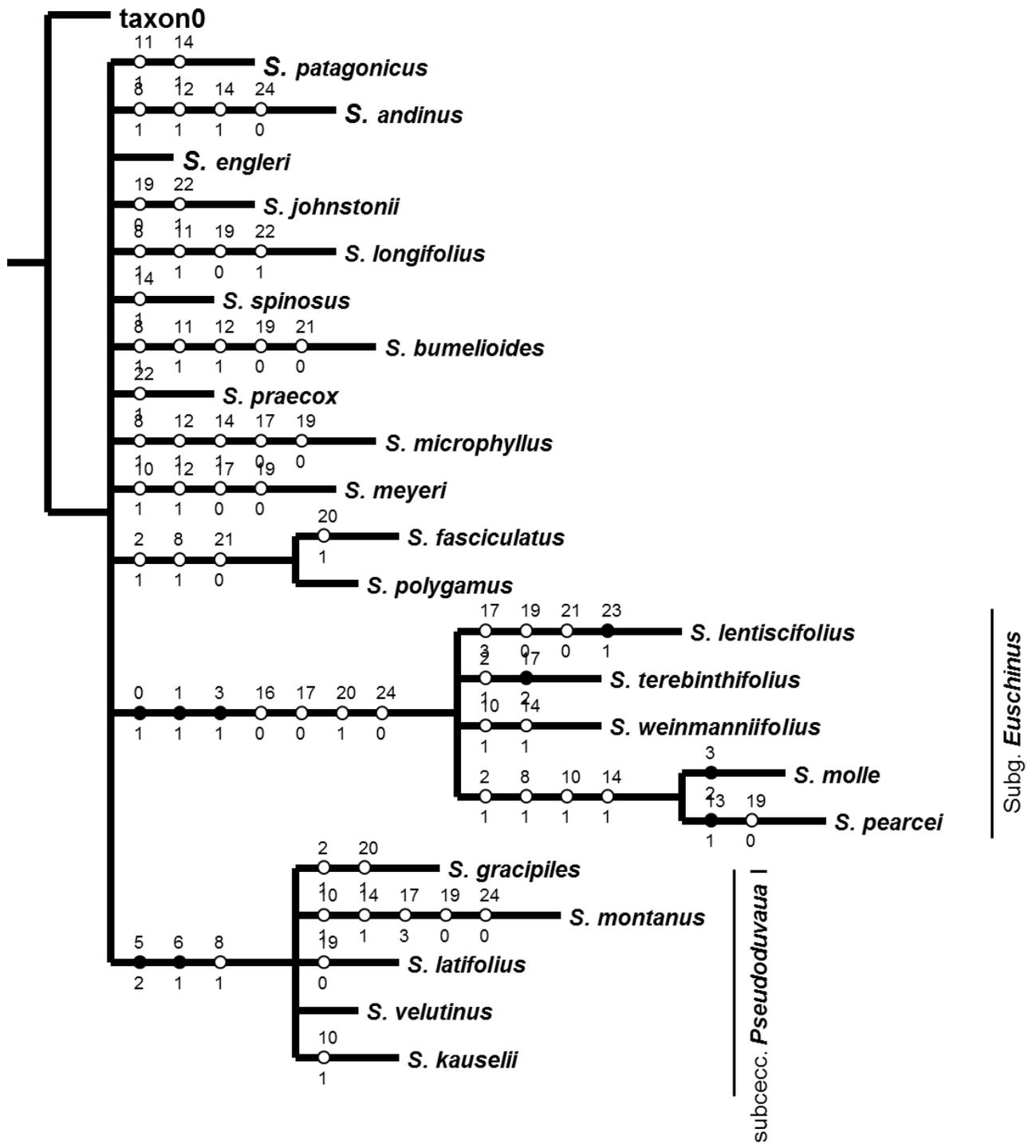


Figura 4. Árbol de consenso estricto.

## VIII. DISCUSIÓN.

### 8.1 Arquitectura foliar.

La arquitectura foliar ha sido una herramienta que puede ayudar a proponer relaciones filogenéticas de varios taxones (Hickey y Wolf, 1975; Andrés-Hernández y Terrazas, 2009; Andrés-Hernández *et al.* 2012). Para la familia Anacardiaceae se han realizado estudios donde se describen caracteres morfológicos asociados a la arquitectura foliar en los géneros de *Rhus*, *Cotinus*, *Anacardium*, *Lithraea* son algunos ejemplos (Hickey y Wolfe, 1975; Terrazas, 1994; Ramírez *et al.* 2000; Ramírez y Cevallos-Ferriz, 2002; Martínez-Millán y Cevallos-Ferriz, 2005; Andrés-Hernández, 2009). Sin embargo, para el género *Schinus* solo existe un trabajo realizado por Martínez-Millán y Cevallos-Ferriz, (2005), donde se describen las especies *S. molle*, *S. lentiscifolius*, *S. terebinthifolius*, *S. weinmanniifolius*, *S. meyeri*, *S. latifolius* *S. dependens* y *S. venturii*, este trabajo menciona que el género *Schinus* muestra caracteres con gran variación. Sin embargo, se hace notar la venación secundaria cladódromo, con margen entero, pero también crenado y serrado, además la organización de la hoja generalmente es compuesta.

Sin embargo, en el presente estudio, las especies estudiadas del género *Schinus* en su mayoría tienen margen entero, y crenado solo en 5 especies: *S. gracipiles*, *S. montanus*, *S. latifolius*, *S. velutinus* y *S. kauselii*. Los márgenes dentados o crenados son interpretados como novedades morfológicas de la hoja (Hickey y Wolfe, 1973). Sin embargo, en hojas fosilizadas del Oligoceno de algunos miembros de la familia Anacardiaceae muestran márgenes con dientes (Ramírez *et al.* 2000). Con respecto a la venación secundaria, para el género *Schinus* se ha descrito como broquidódromo, camptodódromo (Dames, 1973), craspedódromo en hojas fosilizadas y cladódromo (Ramírez *et al.* 2000; Martínez-Millán y Cevallos-Ferriz, 2005). En este trabajo se observó que en la mayoría de las especies de *Schinus* presenta venación secundaria tipo cladódromo, esto se debe a la presencia de margen entero, el cual está asociado a este tipo de venación secundaria que el subgénero *Duvaua* presenta. Por otro lado, Martínez-Millán y Cevallos-Ferriz, (2005), describen dos tipos de venación cladódromo a) tipo I, donde las venas cercanas al margen se ramifican directamente; b) tipo II, donde las venas cercanas al margen, parecen ser arcos. Sin embargo, en la mayoría de las especies del género *Schinus*, presentaron las venas últimas marginales incompletas. Así también, identificamos la venación semicraspedódromo con margen crenado en ejemplares de *S. terebinthifolius* y *S. weinmanniifolius*, que pertenecen al

subgénero *Euschinus*, y las especies *S. montanus*, *S. latifolius*, *S. velutinus*, *S. kauselii*, pertenecientes a la sección *Pseudoduvaua*.

El curso de las venas terciarias en este trabajo se describió en la mayoría de las especies como ramificado transverso, seguido del admedial en ejemplares de *S. terebinthifolius*, *S. patagonicus*, *S. longifolius* y *S. bumelioides*; y por último exmedial en *S. lentiscifolius*. Para *S. molle*, Martínez-Millán y Cevallos-Ferriz (2005) la reportaron como exmedial, concordando con lo observado en este estudio. Sin embargo, Ramírez *et al.* (2000), la reporta como ramificada admedial en hojas fosilizadas del Oligoceno, lo que muestra que este estado de carácter ha evolucionado en el género *Schinus*. Otro tipo que no se había reportado es el reticulado ortogonal, donde solo está presente en *S. pearcei*. Las areolas en todas las especies se describió como incompleta e imperfecta, concordando con lo descrito por Martínez-Millán y Cevallos-Ferriz (2005), donde mencionan que las areolas en la mayoría de las especies de *Schinus* están moderadamente desarrolladas, y ausentes en *S. lentiscifolius* y *S. weinmannifolius*.

En cuanto a los estomas su distribución está fuertemente relacionado con factores ambientales por ejemplo, especies en climas fríos o húmedos presentan estomas en cara adaxial y abaxial, por el contrario, las especies de climas xerofitos, los estomas se encuentran solo en la cara abaxial de la lámina, para evitar la gran pérdida de agua en

la planta (Metcalf y Chalk, 1987; Luckow, 2002). En nuestro trabajo, todas las especies presentaron estomas de tipo anomocítico, en ambos lados de la lámina, lo que concuerda con la distribución nativa de climas húmedos (Metcalf y Chalk, 1987; Luckow, 2002). Sin embargo, para Martínez-Millán y Cevallos-Ferriz (2005), describieron varios tipos de estomas en el género *Schinus*, policítico-ciclocítico, policítico-actinocítico, policítico-actinocítico, y policítico-anomocítico.

Los traqueoblastos, han sido descritos para algunas familias como Burseraceae y Mimosoideae, incluyendo a Anacardiaceae (Terrazas, 1994; Andrés-Hernández y Terrazas, 2009; Luckow, 2002; Andrés-Hernández *et al.* 2012). Aunque se ha mencionado que las modificaciones de los traqueoblastos e idioblastos se encuentran en correlación con el ambiente en donde se desarrolla la planta (Tucker, 1946), en trabajos como en el género *Bursera* (Burseraceae) (Andrés-Hernández *et al.* 2012), y en el género *Rhus* (Anacardiaceae) (Andrés-Hernández y Terrazas, 2009), se menciona que esta correlación ambiente-planta no es siempre constante, ya que los traqueoblastos no presentan gran plasticidad genómica en la planta; es por eso que ha resultado ser un carácter importante para establecer relaciones filogenéticas entre grupos taxonómicos. En el género *Schinus* se identificaron cuatro tipos de traqueoblastos pero en la mayoría de las especies mostraron los traqueoblastos tipo II, donde los elementos traqueales son largos, con poca ramificación y vénulas simples,

que caracterizó a la sección *Euduvaua*. Sin embargo, en el subgénero *Euschinus* y la sección *Pseudoduvaua*, presentaron los cuatro tipos de traqueoblastos.

La presencia de tricomas es común en la familia Anacardiaceae, (Metcalf y Chalk; 1987; Martínez-Millán y Cevallos-Ferriz, 2005; Andrés-Hernández y Terrazas, 2009). Sin embargo, en el género *Schinus* se ha reportado en pocas especies como en *S. meyeri*, *S. weinmannifolius*, *S. molle*, *S. dependens*, *S. lentiscifolius*, *S. latifolius* y *S. venturii*, lo que se ha considerado como un género glabro (Perrota y Arambarri, 2004; Martínez-Millán y Cevallos-Ferriz, 2005; Ruiz *et al.* 2009). Pero en este estudio se incluyó la mayoría de las especies que conforman al género *Schinus*, los cuales presentaron tricomas pilosos y tipo glandular escasos, es por eso, que consideramos a *Schinus* como un grupo que generalmente presenta tricomas.

Una característica que se observó en el género *Schinus* es la presencia de cristales en forma de drusas y prismáticos. Se ha sugerido que la única funcionalidad de los cristales en la planta es proporcionar soporte estructural ante la desecación y protección ante la herbivoría (Jauregui-Zuñiga y Moreno-Cárcamo, 2004; Saadi y Mondal, 2012). Sin embargo, la apariencia y la ubicación de las mismas podrían proporcionar información para establecer relaciones filogenéticas en grupos taxonómicos, como en la familia Burseraceae y el género *Rhus* (Anacardiaceae)

(Andrés- Hernández y Terrazas, 2009; Andrés-Hernández *et al.* 2012). En el género *Schinus*, Martínez- Millán y Cevallos-Ferriz, (2005) mencionan la ausencia de cristales en ejemplares de *S. meyeri* y *S. weinmannifolius*, lo que concuerda con lo descrito en este estudio. Sin embargo, los cristales están presentes en diez especies del género *Schinus*, ya que su distribución natural es en climas húmedos donde la desecación no es un problema para las especies de este grupo.

## **8.2 Clasificación infragenérica de *Schinus*.**

La única clasificación del género *Schinus* fue la de Barkley (1944, 1957), con base en caracteres morfológicos y la dividió en dos subgéneros, *Euschinus* y *Duvaua*, los cuales se diferencian por la organización de la hoja compuesta y simple, respectivamente; al subgénero *Duvaua* lo divide en dos secciones, *Euduvaua* y *Pseudoduvaua*, por presentar o no ramas espinescentes. El análisis cladístico realizado en este estudio, mostraron que los caracteres que soportan a los grupos del género *Schinus* fueron la organización de la hoja, el tipo de margen, la venación secundaria y el tipo de traqueoblastos. En particular, para el subgénero *Euschinus* es la organización de la hoja tipo compuesta, la presencia de raquis y de 3-19 folíolos, semejante con lo descrito por Barkley (1944, 1957). Y caracterizó al subgénero *Duvaua*, sección *Pseudoduvaua* por la presencia de ramas no espinescentes. Sin embargo, en el presente estudio la

sección *Pseudoduvaua* formo dos grupos, *Pseudoduvaua* I donde se encuentran las especies *S. montanus*, *S. latifolius*, *S. gracipiles*, *S. velutinus* y *S. kauselii* por la presencia de margen crenado y venación semicraspedódromo, recuperándose como grupo natural; y *Pseudoduvaua* II, con *S. meyeri*, *S. andinus*, y *S. microphyllus*, agrupados por presentar las venas de cuarto y quinto orden ortogonales. Sin embargo este grupo no se recupera en el consenso estricto.

Barkley (1944, 1957) describe a la sección *Euduvaua*, por la presencia de ramas espinescentes, y en este estudio fue apoyado por la presencia de los traqueoblastos tipo II. Sin embargo, la especie *S. microphyllus*, no se incluyó en la sección *Euduvaua* como lo hizo Barkley (1944,1957) sino en la sección *Pseudoduvaua* II por presentar caracteres comunes entre las especies de esta grupo.

En este trabajo, solo se recuperaron dos grupos, el subgénero *Euschinus* constituido por *S. lentiscifolius*, *S. terebinthifolius*, *S. weinmannifolius*, *S. molle* y *S. pearcei*; y el grupo *Pseudoduvaua* I con *S. montanus*, *S. latifolius*, *S. gracipiles*, *S. velutinus* y *S. kauselii*. Por lo que consideramos que la clasificación de Barkley (1944,1957) no está sustentada por arquitectura foliar del género *Schinus*.

La especie *S. meyeri* no está incluida en la clasificación de Barkley (1944, 1957) ya que fue descrita en 1973 por este mismo autor. En el análisis cladístico se agrupo junto

a las especies de la subsección *Pseudoduvaua* II por presentar las venas de cuarto y quinto orden como ortogonales.

Autores como Dames, (1973), Ramírez *et al.* (2000) y Ramírez y Cevallos-Ferriz, (2002), en hojas fosilizadas y actuales, han descrito el margen serrado, además venación secundaria craspedódromo, broquidódromo y camptodódromo en la familia Anacardiaceae. Sin embargo, Martínez-Millán y Cevallos-Ferriz, (2005) describieron en *Schinus*, el margen como entero, así como la venación tipo cladódromo con sus dos tipos (I y II); Estos caracteres son considerados basales por (Hickey y Wolfe, 1973). Este estudio, se observó el margen entero y venación cladódromo para la mayoría de las especies. El margen crenado y venación semicraspedódromo son considerados como caracteres novedosos (Hickey y Wolfe, 1973), característicos del grupo *Pseudoduvaua* I, constituido por *S. gracipiles*, *S. montanus*, *S. latifolius*, *S. velutinus* y *S. kauselii*,

El presente trabajo reveló la existencia de caracteres distintivos en el género *Schinus* como es la organización de la hoja simple/compuesta, tipo de margen entero/crenado, tipo de venación secundaria cladódromo/semicraspedódromo. Siendo estos caracteres representativos de la familia Anacardiaceae (Metcalf y Chalk, 1979; Rzedowsky y Calderón de Rzedowsky, 1999; Martínez-Millán y Cevallos-Ferriz, 2005).

## IX. CONCLUSIONES.

- Se reconocieron en total 27 caracteres para describir la arquitectura foliar del género *Schinus*, de los cuales la organización de la hoja, el tipo de margen crenado, el tipo de venación secundaria semicraspedódromo, y traqueoblastos tipo II, fueron los caracteres que permitieron proponer una agrupación del género *Schinus* con base en su arquitectura foliar.
- Con el análisis cladístico realizado, se recuperaron los grupos de *Euschinus* con hojas compuestas, la presencia de raquis alado y 3-19 foliolos; y *Euduvava* con traqueoblastos tipo II.
- En la sección *Pseudoduvava* se forman dos grupos, *Pseudoduvava* I con margen crenado y venación semicraspedódromo y *Pseudoduvava* II con venas de cuarto y quinto orden como ortogonales.
- Proponemos que *S. meyeri* pertenece al subgénero *Duvava*, sección *Pseudoduvava*, ya que presenta venas de cuarto y quinto orden ortogonales semejantes a dicha sección.

## X. BIBLIOGRAFÍA.

- Aguilar-Ortigoza C.J., Sosa V. y Aguilar-Ortigoza M. 2003. Toxic Phenols in Various Anacardiaceae Species. *Economic Botany* **57**:354-364.
- Aguilar-Ortigoza C.J. y Sosa V. 2004. The Evolution of Toxic Phenolic Compounds on a Group of Anacardiaceae genus. *Taxon* **53**: 357-364.
- Airy-Shaw H.K. 1973. Dictionary of the flowering plants and ferns. *New Phytologist* **73**: 374-375.
- Andrés-Hernández A.R. y Terrazas T. 2009. Leaf architecture of *Rhus* s.str. (Anacardiaceae). *Feddes Repertorium* **120**:293–306.
- Andrés-Hernández A.R., Espinosa D., Fraile-Ortega M. Eugenia y Terrazas T. 2012. Venation patterns of *Bursera* species Jacq. ex L. (Burseraceae) and systematic significance. *Plant Systematic Evolution* **298**:1723–1731
- APG (Angiosperm Phylogeny Group).1998. An ordinal classification for the families of flowering plants. *Annals of the Missouri Botanical Garden* **85**: 531–553.
- APG (Angiosperm Phylogeny Group).2003. An uptade 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.
- Arambarri A.M., Naupa M.C., Bayón N.D., Hernández M.P., Colares M.N. y Monti C. 2011. Anatomía foliar de arbustos y árboles medicinales de la región Chaqueña semiárida de la Argentina. *Dominguezia* **27**: 5-24.
- Barkley F.A. 1944. *Schinus* L. *Brittonia* **5**:160-198.
- Barkley F.A. 1957. A study of *Schinus* L. *Lilloa*. **28**: 5-110.

- Bendaoud H., Romdhane M., Souchard, J.P., Cazaux S., Bouajila J. 2010. Chemical composition and anticancer and antioxidant activities of *Schinus molle* L. and *Schinus terebinthifolius* Raddi berries essential oils. *Journal of Food and Science* **75**: 466-72.
  
- Brizicky G.K. 1962. The Genera of Anacardiaceae in the Southeastern United States. *Journal of Arnold Arboretum* **43**: 359-375.
  
- Castillo-Pineda L.Y. 2015. Anatomía foliar del género *Schinus* L. (Anacardiaceae). Tesis de Licenciatura, Escuela de Biología, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. México, Puebla. 73 pp.
  
- Cronquist, A. 1981. An Integrated System of Classification of Flowering Plants. Copyright © 1981 Columbia University Press.
  
- Luz, C.L.S. 2011. Anacardiaceae R.Br. in the Phanerogamic flora of the Sao Paulo State. Tesis de maestría. Instituto de Biociencias de la Universidad de Sao Paulo, Brasil. 94 pp.
  
- Dames E.S.J. 1973. Catálogo de nervación foliar das Anacardiaceae da Caatinga- I. *Arquivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro* **19**: 249-256.
  
- Dimichele W.A., y WING S.L. (eds.). 1988. Methods and applications of plant paleoecology. *Paleontological Society Special Publication* **3**:1-171.
  
- Engler A.1883. Burseraceae et Anacardiaceae dans: Candolle A. Ed. *Monographie Phanerogamarum*. Pp. 171-500. G. Masson, Paris.
  
- Engler A. 1896. Anacardiaceae. En: Engler A. y Prantl K.A.E. Eds. *Die Natürlichen Pflanzenfamilien*, Pp. 138-178, Leipzig, Alemania.
  
- Fernández S. y Castro M.A. 2003. Anatomía y Arquitectura Foliar de *Schinus patagonicus* (Anacardiaceae). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* **38**: 84-85.

- Flores-Cruz M., Santana-Lira H.D. Koch S.D, y Grether R. 2004. Taxonomic Significance of Leaflet Anatomy in *Mimosa* Series *Quadrivalves* (Leguminosae, Mimosoideae). *Systematic Botany*. **29(4)**:892-902.
- Foster S.A. 1946. Comparative Morphology of the Foliar Sclereids in the Genus *Mauriria* AUBL. *Journal of the Arnold Arboretum*. **27(3)**: 253- 271.
- Gadek, P.A., Edwino. S.F., Quinn C.J., Hoot S., Terrazas T., Sheahan M. y Chase M.W. 1996. Sapindales: molecular delimitation and infraordinal groups. *American Journal Botany* **83**: 802-81 1.
- Green, W.A., Little S.A., Price C.A., Wing S.L., Smith S.Y., Kotrc B., y Doria G. 2014. Reading the leaves: A comparison of leaf rank and automated areole measurement for quantifying aspects of leaf venation. *Applications in Plant Sciences* **2(8)**: 1-14.
- Hickey J.L y Wolfe J.A. 1975. The Bases of Angiosperm Phylogeny: Vegetative Morphology, *Annals of the Missouri Botanical Garden* **62**: 538-589.
- Hickley J.L.1973. A revised classification of the Architecture of Dicotyledonous leaves. *American Journal of Botany* **60**: 17-33.
- Iannacone J. y Alvariño L., 2010. Toxicidad de *Schinus molle* L. (Anacardiaceae) a cuatro controladores biológicos de plagas agrícolas en el Perú. *Acta Zoológica Mexicana* **26**: 603-615.
- Jáuregui-Zuñiga D. y Moreno-Cárcamo A. 2004. La Biomineralización del Oxalato de Calcio en Plantas: Retos y Potencial. *Revista de Educación en Química* **23(1)**:18-23.
- 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.
- Luckow M. 2002. Anatomical Features of the Leaves in the *Dichrostachys* Group (Leguminosae: Mimosoideae) and their utility for Phylogenetic Studies. *Systematic Botany* **27(1)**: 29-40.

- Manual of Leaf Architecture (1999) morphological description and categorization of dicotyledonous and net-veined monocotyledonous angiosperms by Leaf Architecture Working Group. 65p.
- Marchand N.L. 1869. Révision du Groupe Des Anacardiaceés. *J.B. Baillière et fils*, Paris.
- Martínez C.R.N. 2014. Some data on mocoví's ethnobotany. *Bonplandia* **23**: 119-131.
- Martínez-Millán M. y Cevallos-Ferriz S.R.S. 2005. Arquitectura foliar de Anacardiaceae. *Revista mexicana de Biodiversidad* **76(2)**:137-190.
- Medina-Lemos R. y Fonseca R.H. 2009. Anacardiaceae. Flora del Valle de Tehuacán- Cuicatlán. Universidad Autónoma de México. Mexico D.F., **7**:1-54.
- 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.
- Morton J.F. 1978. Brazilian Pepper: Its impact on people, animals and the environment. *Economy Botany* **32**: 9-353.
- Muiño W.A. 2011. Medical ethnobotany of the transitional area between Pampa and Cuyo region. *Bonplandia* **20**: 353-369.
- Pell S.K. 2004. Molecular systematic of the cashew family (Anacardiaceae). Tesis Doctotal, Department of Biological Sciences Louisiana State University and Mechanical College. EU. Louisiana. 2-193 pp.
- Pell S.K., Mitchell J.D., Miller A. J. y Lobova T. A. 2011. Anacardiaceae. En: Kubitzki K. Ed: *The families and Genera of vascular plants*, Pp. 7-50, Univesität Hamburgo, Germany.
- Perrota V.G y Arambarri A.M. 2004. *Schinus longifolius* var. *longofolia* (Anacardiaceae): Anatomía Foliar y Caulinar. *Acta Farmacéutica Boraerence*. **23 (2)**:142-147.

- Ramírez J.L., Cevallos-Ferriz S.R.S., y Silva-Pineda A. 2000. Reconstruction of the Leaves of Two New Species of *Pseudosmodingium* (Anacardiaceae) from Oligocene Strata of Puebla, Mexico. *International Journal of Plant Sciences*. **161**:509-519.
- Ramírez J.L., y Cevallos-Ferriz S.R.S. 2002. A Diverse Assemblage of Anacardiaceae from Oligocene Sediments, Tepexi de Rodríguez, Puebla, México. *American Journal of Botany* **89**:535-545.
- Record S.J. 1939. American Woods of the family Anacardiaceae. *Tropicals Woods* **60**: 11-45.
- Ruiz A.I, Mercado M.I, Gantay M.E y Panessa G.I. 2009. Morfoanatomía y Arquitectura Foliar de *Schinus areira* (Anacardiaceae). *Lilloa* **46(1-2)**: 137-146.
- Ruzin E.S. 1999. Plant Microtechnique and Microscopy, New York: Oxford University Press.
- Rzedowski J. y Calderón de Rzedowski G. 1999. Anacardiaceae. Flora del Bajío y de regiones adyacentes. 78. Instituto de ecología, A.C. Centro Regional del Bajío. Pátzcuaro, Michoacán.
- Saadi A.I y Mondal A.K. 2012. Studies on the calcium oxalate crystals (Raphides) and idioblast of some selected members of Araceae in Eastern India. *African Journal of Plant Science* **6(9)**:256-269.
- Takhtajan A.1980. Classification of Flowering Plants. *Taxon* **31**:211-232.
- Takhtajan A. 1987. System of Magnoliophyta. Soviet Sciences Press, Leningrad.
- Terrazas S. T.1994. Wood anatomy of the Anacardiaceae: Ecological and phylogenetic interpretation. Tesis Doctoral, University of North Carolina at Chapel Hill. 294 Pp.
- Thorne F.R. 1992. Classification and Geography of the Flowering Plants. *The Botanical Review* **58**: 225-348.
- Tucker S.C. 1964. The Terminal Idioblasts in Magnoliaceous Leaves. *American Journal of Botany* **51(10)**: 1051-1062.

- Vinícius Da L.L. 2013. Caracterização Citogenética e de Crescimento de *Schinus terebinthifolius* Raddi. Tesis de Maestría. Área de Concentracion en Agrobiologia, Universidad Federal de Santa Maria, Brasil. 1-107 Pp.
  
- Wannan B. S. y Quinn C. F. 1991. Floral Structure and Evolution in the Anacardiaceae. School of Biological Science, University of New South Wales.
  
- Wannan B.S. 2006, Analysis of Generic Relationships in Anacardiaceae. *Blumea*, **51**:165-195.
  
- Woodson E.R, Schery R.W, Blackwel H.W y Dodson H.C. 1967. Flora of Panama. Part VI. Family 101. Anacardiaceae. *Annals of the Missouri Botanical Garden* **54**:351-379.

XI. **Cuadro 3.** Lista de caracteres y estados de carácter de las especies del género *Schinus*. Los asteriscos (\*) muestran los caracteres utilizados en el análisis cladístico.

1. **Organización de la lámina\*:** **Simples** (s)=0. **Compuestas** (c)=1.
2. **Tamaño del peciolo (mm):** Menos de 1mm. Entre 2-15mm. Más de 15mm.
3. **Largo del foliolo (cm):** Entre 0.7- 1.2mm. Entre 2.0- 4.3mm.
4. **Ancho del foliolo (cm):** Menos de 0.6mm. Más de 0.6mm.
5. **Raquis \*:** **Ausente** (a)=0. **Presente** (p)=1.
6. **Textura\*:** **Coriácea** (co)=0. **Membranácea** (me)=1.
7. **Tamaño de la lámina (cm).** Entre 0.2-17mm. Entre 18-50mm.
8. **Forma de lámina \*:** **Elíptica** (el)=0. **Ovada** (ov)=1. **Oblonga** (obl)=2. **Obovada** (obv)=3.
9. **Forma de ápice:** **Acuminada** (ac). **Aguda** (ag). **Atenuada** (at). **Emarginada** (em).
10. **Forma de base:** **Aguda** (ag). **Cuneada** (cu). **Obtusa** (ob). **Redonda** (re).  
**Decurrente** (de).
11. **Margen\*:** **Entero** (en)=0. **Erosionado** (er)=1. **Crenado** (cr)=2. **Serrado** (se)=3

**12. Patrón de venación \*:** Cladóromo (cl)= 0. Semicraspedóromo (scr)= 1.

**Eucamptóromo** (eu)= 2.

**13. Curso de vena primaria \*:** Recto (re)=0. Zig-zag (zi)=1. Sinuoso (sn)=2.

**14. Curso de vena secundaria\*:** Recto (re)=0. Zig-zag (zi)=1. Sinuoso (sn)=2

**15. Venas intersecundarias\*:** Simples (s)=0. Compuestas (c)=1.

**16. Patrón de venas terciarias\*:** Exmedial (ex). Venas terciarias orientadas hacia el margen de la lámina. **Ramificado (ra)= 0.** Venas terciarias ramificadas que no se juntan con otras venas secundarias. **Reticulado (ro)= 1.** Venas terciarias que se juntan formando ángulos rectos.

**17. Desarrollo de areola\*:** Incompleta (in)= 0. Completa (cm)= 1

**18. Vena ultima marginal \*:** Incompleta (in)= 0. Lobada (lo)= 1. Frimbriada (f)= 2.

**19. Cristales\*:** Ausentes (a)= 0. Drusas (d) y Prismáticos (p)= 1

**20. Tipo de Traqueoblastos\*:** I (I) = 0. Elementos traqueales largos, poco o nada ramificadas y vénulas simples. II (II) = 1. Elementos traqueales largos, ramificados múltiplemente con vénulas simples o dobles. III (III) =2. Elementos traqueales esféricos, ramificados múltiple y con vénulas múltiples. IV (IV) = 3. Elementos traqueales largos múltiples y ramificados múltiples con vénulas múltiples.

- 21. Distribución de los estomas\*:** **Adaxial** (ad)= 0. Estomas solo se ubican en el haz. **Abaxial** (ab)= 1. Estomas solo se ubican en el envés. **Ambos lados** (am)= 2. Estomas se encuentran en ambas caras de la lámina.
- 22. Tricomas\*:** **Ausente** (a). **Pilosos** (p)= 0. **Glandulares** (g)= 1.
- 23. Tipo de mesófilo\*:** **Equifacial** (e)= 0. **Bifacial** (b)= 1
- 24. Número de capas de parénquima en empalizada en mesófilo bifacial\*:** De 1-2 capas= 0. De 3-4 capas= 1.
- 25. Número de capas de parénquima en empalizada en mesófilo equifacial\*:** De 1-2 capas= 0. De 2-3 capas= 1.
- 26. Tipo de parénquima en empalizada en vena media\*:** **Discontinuo** (d)= 0. **Continuo** (c)= 1.
- 27. Cristales en vena media\*:** **Ausentes** (a)= 0. **Drusas** (d) y **Prismáticos** (p) = 1.