



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

ESCUELA DE BIOLOGÍA

Estudio comparativo morfo-anatómico de las flores de *Bursera*
bicolor, *B. linanoe*, *B. sarcopoda* y *B. tecomaca* (Burseraceae)

Tesis para obtener el título de
BIÓLOGA

Presenta:

Araceli Castro Rosas

Director de Tesis:

Dra. Agustina Rosa Andrés Hernández



Abril 2014

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer especialmente a la Doctora Agustina Rosa Andrés Hernández por brindarme la oportunidad de dirigirme durante la realización de esta tesis, por toda su paciencia y dedicación.

A la Maestra en Ciencias Florencia Becerril Cruz de la Facultad de Estudios Superiores “Zaragoza” UNAM, por aportar su conocimiento para la revisión de este trabajo y por sus valiosas contribuciones para mejorarlo.

Al Doctor David Martínez Moreno, gracias por su tiempo, observaciones y sugerencias realizadas a este trabajo.

Doy gracias a la escuela de Biología de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla por haberme formado como Bióloga y darme muchas experiencias inolvidables durante la carrera.

A mis amigos de la carrera de Biología, con quienes compartí grandes momentos, risas, emociones fuertes, trabajo y demás, gracias.

DEDICATORIA

A mis padres: José Luis Castro de Jesús - Margarita Rosas Andrés, por creer en mí, por su apoyo incondicional en todo momento y que pasara lo que pasara ellos siempre estaban ahí, por todos los sacrificios y esfuerzos que han tenido que hacer para que mi carrera sea una realidad.

A mis abuelitos: Rafael y Sebastiana por sus motivaciones.

A mis hermanos: Rafael +, Nazario, Verónica, Mariela, Sandra, José Luis por ser parte de mi vida, pasarla de la mejor manera en casa. Especialmente a mi hermano Nazario por su apoyo incondicional, gracias por ser siempre solidario conmigo.

A mi hijo: Luis G. Pérez Castro, que constituye la parte fundamental de mi vida, ya que me ha motivado para luchar por lo que más quiero y así lograr mis metas, por qué tu sonrisa y ternura me alegran la vida y por llegar a mi vida durante mi carrera.

A mi esposo: Luis mi compañero de vida, por su apoyo incondicional, serenidad y paciencia, fundamentales para poder lograr la etapa de la tesis, aportaste mucho, esto es tuyo también.

A mis sobrinos Jesús Yael y Alise Zahira, por quererme tanto y robarme miles de sonrisas con su ingenio e inocencia.

ÍNDICE GENERAL

Agradecimientos	2
Dedicatoria	3
ÍNDICE GENERAL	4
ÍNDICE DE FIGURAS, CUADROS Y TABLAS	6
RESUMEN	7
I. INTRODUCCION	8
II. ANTECEDENTES	10
El género <i>Bursera</i>	10
Taxonomía	14
Fruto	20
Evolución del género <i>Bursera</i>	23
Características generales de la familia Burseraceae	25
Estudios sobre anatomía y morfología floral de Burseraceae	27
Descripción morfológica de las cuatro especies en estudio del género <i>Bursera</i>	32
III. JUSTIFICACIÓN	36
IV. HIPÓTESIS	36
V. OBJETIVOS	37
VI. MATERIAL Y MÉTODOS	38
VII. RESULTADOS	39
A) MORFOLOGÍA DE LA FLOR	39
B) ANATOMÍA DE LA FLOR	40
VIII. DISCUSIÓN	57
A) MORFOLOGÍA DE LA FLOR	57
B) ANATOMÍA DE LA FLOR	59

IX. CONCLUSIONES	63
X. LITERATURA CITADA	65
Apéndice	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura taxonómica del género <i>Bursera</i> , 2003	17
Figura 2. Sección transversal del fruto de la sección <i>Bursera</i>	22
Figura 3. Sección transversal del fruto de la sección <i>Bullockia</i>	22
Figura 4. Género <i>Boswellia</i> , género <i>Bursera</i> y género <i>Commiphora</i>	24
Figura 5. Anatomía del gineceo de <i>Bursera</i> sp. (sección <i>Bursera</i>)	29
Figura 6. Anatomía del gineceo de <i>Commiphora caudata</i>	31
Figura 7. Anatomía de la flor de <i>Bursera linanoe</i>	42
Figura 8. Anatomía de la flor de <i>Bursera sarcopoda</i>	46
Figura 9. Anatomía de la flor de <i>Bursera sarcopoda</i>	47
Figura 10. Anatomía de la flor de <i>Bursera bicolor</i>	51
Figura 11. Anatomía de la flor de <i>Bursera tecomaca</i>	55

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Características morfológicas del género <i>Bursera</i>	12
Cuadro 2. Caracteres morfológicos de las dos secciones del género <i>Bursera</i>	14

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características anatómicas observadas en <i>B. linanoe</i> , <i>B. sarcopoda</i> , <i>B. bicolor</i> , <i>B. tecomaca</i> , sp sección <i>Bursera</i> , <i>C. caudata</i> .	56
---	----

RESUMEN

El género *Bursera* Jacq. ex L. comprende cerca de 100 especies de plantas, de las cuales cerca del 80% son endémicas a México. El género se divide en dos secciones (*Bursera* y *Bullockia*). La sección *Bullockia* se integra por dos grupos bien definidos, el grupo *Copallifera* y el grupo *Glabrifolia*. Actualmente la posición de *B. sarcopoda* y *B. tecomaca* es incierta en la estructura taxonómica del género; por tal motivo se realizó un estudio comparativo morfo-anatómico de sus flores; las cuales se fijaron en FAA posteriormente se deshidrataron e incluyeron en parafina. Se realizaron cortes anatómicos en los planos (transversal, longitudinal) de las flores; se tiñeron con safranina-verde rápido y montaron con resina sintética. Para describir se consultó la literatura citada de la morfología de las estructuras florales, se describió caracteres como: tipo de inflorescencias; número y forma del perianto; número de estambres y número de carpelos. Las diferencias anatómicas observadas en las flores en antesis fueron: en el número de haces vasculares asociados a un canal de resina en el perianto; los pétalos en cara adaxial el número de estratos de parénquima con taninos; el arreglo de los haces vasculares asociados a un canal de resina en el ovario; presencia de contenidos celulares. Se concluye que las especies *B. sarcopoda* y *B. tecomaca* pertenecen al género *Bursera* porque comparten características morfológicas como flores hipóginas, cáliz fusionados en la base, ocho estambres distribuidos en un verticilo. Las características anatómicas compartidas entre *B. tecomaca* y *Bursera* sp. un anillo bien definido de haces vasculares acompañados de su canal de resina en el ovario; *B. sarcopoda* comparten características con *Bursera* sp. en presentar óvulos bitégmicos con tres capas en el tegumento externo e interno.

I. INTRODUCCION

Burseraceae pertenece al orden Sapindales actualmente el orden se considera un grupo natural por tener hojas simples o compuestas, flores haplostémonas o diplostémonas con un disco nectario bien desarrollado, y un ovario sincárpico con usualmente 1-2 óvulos en cada lóculo (Gadek *et al.*, 1996), y es un orden de plantas que tienen un polen tricolporado (Doyle y Hotton, 1991). Las Burseraceae son conocidas por producir resinas aromáticas de valor económico, medicinal, cultural, como el incienso, la mirra, y el copal (Langenheim, 2003). La familia consta de unos 16 a 20 géneros pantropicales y alrededor de 600 especies, distribuidas en los países tropicales del globo terrestre. Esta familia está dividida en tres tribus: *Burserae* (de África y regiones Asiáticas vecinas) *Canariae* (que incluye los géneros *Trattinnickia* y *Dacryodes*, principalmente en el este de Asia y en Australia), *Protieae* (*Protium*, principalmente en América tropical). Ocho géneros están representados en el Continente Americano, seis de los cuales son endémicos; los otros dos (*Dacryodes* y *Protium*) se extiende también al viejo mundo. Burseraceae que se caracteriza por su látex blanco resinoso (Gentry, 1996) y tubos resiníferos esquizógenos verticales en la corteza; estos ductos contienen compuestos triterpenoides y aceites etéreos como componentes típicos (Cronquist, 1981).

La familia presenta inflorescencias axilares o terminales, básicamente cimosas pero también se presentan paniculadas, pseudoracimosas o fasciculadas, rara vez flores solitarias; flores casi siempre unisexuales, pequeñas, actinomorfas, trímeras, tetrámeras o pentámeras, rara vez hexámeras; cáliz más o menos cupuliforme, dividido en 3 a 5(6) segmentos connados o casi libres, valvados, contortos o abiertos en botón;

pétalos 3 a 5(6), rara vez ausentes, libres o en pocos casos unidos para formar un tubo, contortos o valvados en botón; estambres dispuestos en 1 ó 2 verticilos, del mismo número que las divisiones del cáliz o con más frecuencia dos veces más numerosos, por lo general estériles en las flores femeninas (que a menudo dan la apariencia de ser hermafroditas), filamentos por lo común libres, insertos debajo o rara vez sobre el disco, anteras biloculares, con dehiscencia longitudinal, disco anular o cupuliforme, a veces inconspicuo; pistilo 1, el ovario súpero, 2 a 5-locular y de otros tantos carpelos, placentación axilar, óvulos 2 por cada lóculo, estilo corto o casi obsoleto, estigma 2 a 5-lobado (Rzedowski y Guevara-Féfer, 1992).

Estudios filogenéticos moleculares de Sapindales ponen como familia hermana de Burseraceae a Anacardiaceae, confirmando así la estrecha relación inferida anteriormente a partir de datos morfológicos y anatómicos. Las Burseraceae son morfológicamente distintas de las Anacardiaceae por la presencia de resina con fragancias no alérgicas (vs a veces alérgicas) con hojas dispuestas helicoidalmente, generalmente agrupada en los extremos de las ramas, imparipinadas con o sin estipulas. Flores agrupadas en panículas y en los finales de las ramas, son pequeñas y normalmente unisexuales, en plantas separadas con perianto de 3-5 segmentos. Sépalos unidos y pétalos normalmente libres estambres en igual o doble número de pétalos (Weeks *et al.*, 2003).

II. ANTECEDENTES

El género *Bursera*

El género *Bursera* Jacq. ex L. está representado con más de 100 especies. De ellas, cerca del 80% de especies son endémicas de México (Rzedowski y Kruse, 1979; Rzedowski *et al.*, 2005). Este género se distribuye desde el suroeste de los Estados Unidos hasta el norte de Sudamérica y también en los archipiélagos de las Antillas, Galápagos y Revillagigedo y parece haber una disyunción en el extremo noreste de Brasil (Rzedowski y Kruse, 1979). Las especies del noreste de Brasil han sido asignadas al género *Commiphora* (Gillett, 1980).

El género está representado por muchas especies en la selva baja caducifolia o bosque tropical seco de México (Rzedowski, 1988; Aranguren-Becerra, 1994), encontrándose especies de *Bursera* en todos los estados de la República sobre todo en la vertiente del Pacífico (Rzedowski y Kruse, 1979; Rzedowski *et al.*, 2004, 2005). El único estado en el que *Bursera* no se encuentra es Tlaxcala, debido a la elevación de su territorio. La depresión del Balsas es la depresión más rica en especies de *Bursera* con al menos 50 especies (Toledo-Manzur, 1982; Rzedowski *et al.*, 2005).

El género se caracteriza por presentar **árboles** bajos, arbustos caducifolios; perfectamente dióicos o poligamodióicos, rara vez hermafroditas; resinosos y frecuentemente aromáticos; **corteza** externa exfoliante rojiza o amarillenta, o bien lisa no exfoliante (Cuadro 1). **Hojas** generalmente dispuestas en rosetas sobre ramillas del año anterior, o bien alternas o esparcidas sobre ramillas vigorosas jóvenes, sin estipulas, las rosetas a veces rodeadas en la época de floración por una o varias series de catáfilos caedizos o persistentes; hojas generalmente imparipinnadas, o bien

bipinnadas, trifoliadas o unifoliadas, raquis con o sin alas, glabras o pubescentes, margen de los folíolos enteros o aserrado (Toledo-Manzur, 1982). **Inflorescencias** axilares, forma de panículas, tirsos, (pseudo-) racimos, cimas, glomérulos, o bien, las flores solitarias, bractéolas por lo general presentes. **Las flores** casi siempre unisexuales, rara vez funcionalmente hermafroditas, pequeñas trímeras o pentámeras, rara vez hexámeras; **cáliz** profundamente dividido cuadro 1; corola de prefloración valvada, a menudo con valvado duplicada, los pétalos por lo general más largos que el cáliz, blanquecinos, amarillentos, verdosos o rojizos, con frecuencia cuculados; **estambres** dos veces más numerosos que los pétalos, dispuestos en dos series iguales o en ocasiones algo desiguales, insertos en la base del disco, anteras dorsifijas, por lo general más pequeñas y estériles en las flores femeninas; ovario sésil, bi-o trilocular, con 2 óvulos en cada lóculo, estilo por lo general corto o apenas evidente, a veces parcial o totalmente dividido en dos ramas, 2 ó 3 estigmas; **fruto** en forma de drupa ovoide, obovoide, elipsoide a esférico, más o menos asimétricamente trigona, parcial totalmente cubierto por un pseudoarilo que al abrirse el fruto suele ser rojo, anaranjado o amarillento (cuadro 1) (Rzedowski *et al.*, 2004); sólo uno de los óvulos se convierte en semilla (Toledo- Manzur, 1982).

Cuadro 1. Características morfológicas del género *Bursera*.

		Corteza	Cáliz	Fruto	Presencia del Pseudoarilo
sección <i>Bursera</i>	Grupo Simaruba		sépalos libres		Total
	Grupo Microphyla				
	Grupo Fragilis				
	Grupo Fagaroides				
sección <i>Bullockia</i>	Grupo Copallifera		sépalos libres		> 1/3
	Grupo Glabrifolia		sépalos fusionados		> 2/3

La mayoría de las especies florecen al final de la estación seca, en mayo y junio. La fructificación se lleva a cabo generalmente de julio a noviembre (Toledo-Manzur, 1982). Las flores secretan a menudo néctar con aroma dulce, las cuales se ven visitadas por insectos y deben ser principalmente de polinización entomófila (Rzedowski y Kruse, 1979).

El género se caracteriza fácilmente por sus secreciones y exudados de terpenoides volátiles tales como α -pineno, β -phelandrenos, limoninas, careninas, etc., (Johnson, 1992; Becerra, 2003). Estas secreciones surgen de un sistema de canales

de resina que se encuentran en la corteza del tronco y en las hojas (Guillaumin, 1909); son conocidos por ser un factor tóxico en contra de insectos, bacterias y hongos patógenos (Rzedowski *et al.*, 2004). En cuanto a la importancia económica de las diferentes especies de *Bursera*, la resina aromática y aceites esenciales que producen ("copal") se han usado y hasta la fecha se sigue usando como incienso para aromatizar templos y en ceremonias religiosas, en la cosmética y en la medicina popular (Rzedowski y Kruse, 1979; Rzedowski y Guevara-Féfer, 1992). El aceite esencial de *B. linanoe* y de especies afines (aceites de lináloe) se ha estado explotando en algunas partes de México y se exportaba como materia prima para la elaboración de perfumes y se usa además como cerca viva, la madera se utiliza para leña y para la construcción de viviendas rurales (Toledo-Manzur, 1984). En la región de los valles centrales de Oaxaca en el Sur de México se elaboran figuras talladas en madera llamadas alebrijes, madera que proviene del "copalillo" un árbol del género *Bursera* (Semarnat, 2002; Purata *et al.*, 2004). La resina de algunas especies de *Bursera* se han empleado como sedantes y/o antiinflamatorios, para calmar dolores de muelas, dolor de cabeza, para tratar afecciones estomacales y de las vías respiratorias, etc. (Case *et al.*, 2003; Purata *et al.*, 2004)

Taxonomía

Bullock (1936) dividió el género *Bursera* en dos grupos, tomando en cuenta, el número de valvas del fruto (2 y 3). Con base a esta diferencia (McVaugh y Rzedowski, 1965) reconoce estos dos grupos como dos secciones: el de las plantas de flores con ovario bicarpelar (sección *Bullockia*), flores tetrámeras o pentámeras, frutos bivalvados con tronco por lo general de corteza lisa, no exfoliante, que comúnmente se conoce con el nombre de “copales” en México, y el de las plantas de flores con ovario tricarpelar (sección *Bursera*), flores trímeras o pentámeras, frutos trivalvados, con la corteza de los troncos casi siempre vistosa y exfoliante, conocidas muchas de ellas como “cuajotes”, “papelillo” o “xixote”.

Cuadro 2. Caracteres morfológicos de las dos secciones del género *Bursera*

CARÁCTER	SECCIÓN <i>BURSER</i> A	SECCIÓN <i>BULLOCKIA</i>
Corteza	Exfoliante	No exfoliante
Catáfilos	Ausentes	Presentes
Flores	3,4,5 meras	4 (5) meras
Cáliz	Sépalos libres	Sépalos libres (grupo Copallifera) Sépalos fusionados (grupo Glabrifolia)
Ovario	3- locular	2- locular
Fruto	3- valvado	2- valvado
Presencia del pseudoarilo	Total	>1/3 parte (grupo Copallifera) <2/3 parte (grupo Glabrifolia)

Rzedowski (1968) añadió caracteres diagnósticos para cada sección, como la presencia de catáfilos bien desarrollados en la sección *Bullockia* y ausentes en la sección *Bursera*.

Toledo-Manzur (1982) inventario y ubicó ecológicamente a 49 taxa de *Bursera* en el estado de Guerrero, reconoció a las dos secciones, además de tres grupos dentro de la sección *Bursera* y dos dentro de la sección *Bullockia*. En la sección *Bursera* se encuentran tantos los Mulatos, o complejo *Bursera simaruba* (*sensu* Daly, 1993), como los ‘cuajotes rojos’ y ‘cuajotes amarillos’. En la sección *Bullockia* reconoció dos grupos que se distinguen por las características del fruto y la flor, el primer grupo se distingue porque el pseudoarilo cubre las 2/3 de las semillas y el cáliz tiene sépalos fusionados, mientras que el segundo presenta un pseudoarilo cubriendo a la semilla en 2/3 partes o más, y el cáliz presenta sépalos libres, como se muestra en el (Cuadro 1).

Becerra (2003) confirmó la monofilia del género *Bursera* así como de sus dos secciones, al analizar la filogenia con datos moleculares de secuencias de ADN ribosomal de 66 especies. El árbol de consenso muestra cuatro grupos dentro de la sección *Bursera*, tres de ellos quedaron agrupados en lo que Toledo (1982) denominó como ‘cuajotes’: los grupos *B. fragilis*, *B. fagaroides* y *B. microphylla* (Figura 1). Las características que distinguen al grupo de *B. fragilis* son el margen de los foliolos crenados o serrado que difiere del grupo *fagaroides* y *microphylla* que sus foliolos tienen margen entero (Figura 1). El árbol de consenso muestra dos grupos dentro de la sección *Bullockia*, también tiene dos clados principales, y las especies se dividen de acuerdo a Toledo (1982), muestra dos grupos: *Glabrifolia* y *Copallifera*.

- En el grupo *Glabrifolia*. Semillas particularmente cubiertas, menos de las 2/3 partes por el pseudoarilo, flores con sépalos fusionados, lóbulos de los sépalos generalmente menores a 1.5 mm de largo.
- Grupo *Copallifera*. Semilla cubre de las 2/3 partes a la totalidad del hueso, flores con sépalos libres, sépalos mayores a 1.5 mm de largo.

En el caso de *B. sarcopoda* y *B. tecomaca* con datos moleculares revela su relación filogenética con especies de la sección *Bullockia* (Becerra, 2003). Las cuatro especies en estudio se encuentran organizadas dentro de la sección *Bullockia*. La especie *B. bicolor* se encuentra agrupada dentro del grupo *Copallifera*. A su vez, *B. linanoe* y *B. sarcopoda* se encuentran ubicadas dentro del grupo *Glabrifolia*. Sin embargo, *B. tecomaca* no se agrupa con ninguno de estos dos grupos y se muestra como hermana de la sección *Bullockia*.

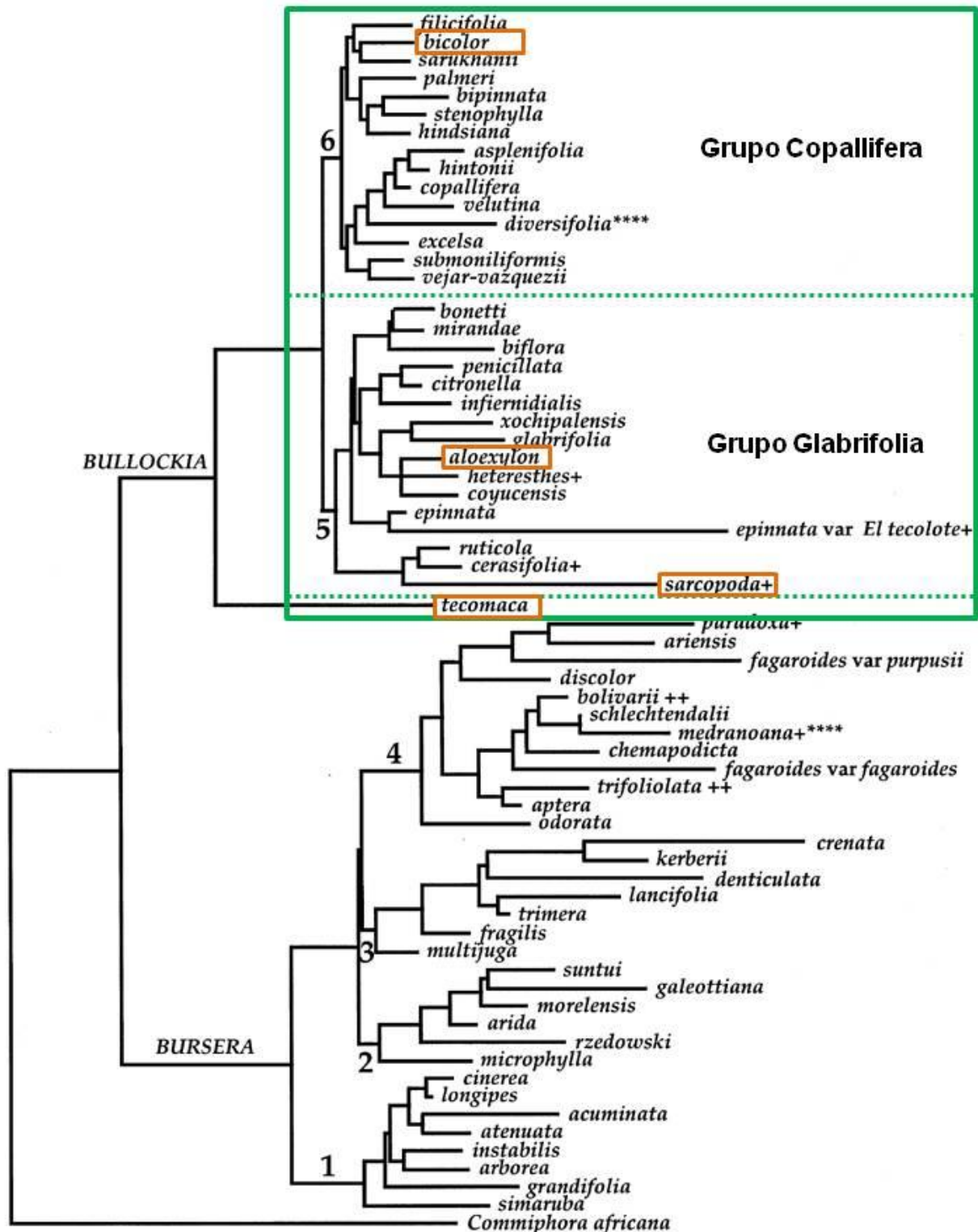


Figura 1. Filogenia de *Bursera* basada en caracteres moleculares (Becerra 2003). Los números indican la subdivisión de la sección *Bursera*: (1) Grupo *simaruba*; (2) Grupo *microphylla*; (3) Grupo *fragilis*; (4) Grupo *fagaroides*; y la subdivisión de la sección *Bullockia*: (5) Grupo *glabrifolia*; (6) Grupo *copallifera*.

El género *Bursera* presenta como grupo hermano al género *Commiphora* (Clarkson *et al.*, 2002; Weeks *et al.*, 2005; Weeks y Simpson, 2007). Específicamente Weeks *et al.* (2005) llevo a cabo la filogenia de Burseraceae, usando como referencia la secuencia de cloroplastos *rps 16* intrón y del ADN ribosomal nuclear de 48 especies de 13 de los 18 géneros de la familia en donde incluyo 12 especies de *Bursera*. Sus resultados muestran que los géneros *Bursera* y *Commiphora* se mantienen separados por los siguientes caracteres: si los sépalos muestran a los pétalos de la flor en botones tiernos (*Bursera*) o si los sépalos cubren a los pétalos de la flor en botones tiernos (*Commiphora*), y por presentar un número diferente de cromosomas, *Bursera* con ($2n=24$) y *Commiphora* con ($2n=26$). La autora también reconoce que el género *Bursera* es parafilético ya que la sección *Bursera* se presentó como grupo hermano del género *Commiphora*, y el grupo hermano de la sección *Bullockia* fueron, la sección *Bursera* y el clado perteneciente al género *Commiphora*. Por otro lado la autora considera que la sección *Bullockia* es el clado más basal de la tribu Bursereae. Sobre la base de lo que ahora puede interpretar como la presencia de caracteres plesiomórficos del polen de *Bursera* y *Commiphora*.

El género *Commiphora* es el más grande en la familia con casi 200 especies, las flores del género son tetrámeras o muy raramente pentámeras; cáliz cupular o tubular, pétalos libres valvados o ligeramente imbricados; ocho estambres en dos verticilos de cuatro, en unas pocas especies solo cuatro, disco nectario con lóbulos; ovario con dos lóculos con raras excepciones de 3-4 lóculos en algunas especies, con dos óvulos colgantes en cada lóculo; estilo corto; estigma subcapitado (Gillett, 1991).

Además, mediante datos basados en la morfología del polen Rzedowski y Palacios-Chávez (1985) estudiaron a 49 especies de *Bursera* revelando la existencia de dos patrones esencialmente diferentes uno correspondiente a 47 taxa, donde el polen es isopolar, triporado o tricolporado; la vista polar generalmente es circular sobresaliendo en ella la elevación de los áspides; y dos taxa presentan el segundo tipo: donde el polen es isopolar, semitectado, tricolporado; este patrón corresponde a *B. sarcopoda* y de *B. tecomaca*.

El primer tipo de polen es típico del género *Bursera* y el segundo tipo polínico es característico de las especies del género *Commiphora*, el autor concluye que las dos especies en cuestión encuentran mejor acomodo en el género *Commiphora* y por consiguiente se propone su transferencia formal. Anteriormente, Guillett (1980) después de analizar las diferencias y semejanzas entre *Commiphora*, la sección *Bursera* y la sección *Bullockia*; llegó a la conclusión de que en realidad existen dos géneros distintos y determinó una serie de diferencias, siendo particularmente importante el carácter del cáliz que en *Commiphora* es cerrado y esconde el resto de la flor en botones tiernos, mientras que en *Bursera* es abierto y permite ver la corola desde su temprana juventud. Las flores de *B. tecomaca* como *B. sarcopoda* no presentan largo tubo de calicino ni estambres dispuestos en dos verticilos disímiles, tanto *B. tecomaca* como *B. sarcopoda* se ajustan a las características de *Commiphora*, inclusive la disposición del cáliz en el botón, aunque en *B. sarcopoda* esto sólo puede observarse en las yemas muy pequeñas. Sin embargo, estos caracteres contradicen a estudios basados en el análisis de secuencias de ADN donde *B. sarcopoda* y *B.*

tecomaca revela sus cercanas relaciones con otras especies de la sección *Bullockia* y no con las del género *Commiphora* (Becerra y Venable, 1999; Becerra, 2003).

Harley *et al.* (2005) quienes propusieron 14 diferentes tipos de polen para la familia Burseraceae, se basa en combinaciones de forma, tamaño, apertura y morfología de la exina. De los 14 tipos de polen descritos 13 son tricolporados, y van desde esferoidal oblato o prolato, características encontradas en otras familias eudicotiledóneas. Dentro de estos 13 tipos de polen se encuentra polen tipo *Bursera* y el polen tipo *Commiphora*. En *Commiphora* el polen característico es isopolar, tricolporado y angulaperturado; oblato-esferoidal o prolato-esferoidal; contorno en vista polar: circular, con menos frecuencia lóbulos triangulares o hexagonales; tamaño del polen: P – 26.5 (22 – 38) μm , E – 29.0 (23 – 40) μm ; exina semitectada, faveolada o espinulosa reticulada, raramente escábrida. En el género *Bursera* presenta polen isopolar, tricolporado y angulaperturado; oblato-esferoidal o prolato-esferoidal; contorno en vista polar: lobado triangular; tamaño del polen: P-26.3 (17 – 41) μm , E – 25.3 (16 – 39) μm ; exina semitectada, claramente estriada-estría.

FRUTO

El trabajo más reciente sobre morfología y anatomía fue realizado por Becerril-Cruz (2009) quien estudio el fruto de 24 especies. El tipo de fruto de *Bursera* es una drupa que se compone de tres partes: un exocarpo delgado o piel, un mesocarpo carnoso y un endocarpo duro, características que presenta el fruto de *Bursera* sección *Bursera* (Figura 2) y *Bullockia* (Figura 3). El exocarpo de las especies de la sección *Bursera* formada por los grupos (Simaruba, Microphylla, Fragilis y Fagaroides) presentan una epidermis simple con una cutícula lisa de espesor variable en la mayoría

de los grupos, a excepción del grupo *Microphylla* que presenta consistentemente una cutícula rugosa y el grupo *Simaruba* y *Fagaroides* presenta tricomas simples en la epidermis. El exocarpo de las especies de la sección *Bullockia*, formado por los grupos *Glabrifolia* y *Copallifera*, presenta una epidermis simple con una cutícula lisa y estomas elevados. En las especies de *Glabrifolia* con drusas en el exocarpo; en el grupo *Copallifera* no presenta drusas, pero se observan tricomas en la mayoría de sus especies, lo que no sucede con el grupo *Glabrifolia*. Todas las especies estudiadas presentan una zona colénquimatosa que va desde tres hasta más de quince estratos, en las dos secciones. Estas células en la mayoría de las especies estudiadas contienen drusas. El **mesocarpo** está conformado de células de parénquima. Los canales de resina son de varios tamaños en las dos secciones del género y se encuentra en la parte exterior del mesocarpo, estos canales siempre están asociados al floema de cada haz vascular colateral. Algunas de las células de parénquima que rodean a los canales presentan drusas; esto es común en las dos secciones. En el **endocarpo** presenta tres zonas de células de diferentes formas y distribución. En la sección *Bursera*, la primera zona, de la mayoría de sus especies, presenta células pequeñas y redondas pero sin la presencia de drusas; a excepción del grupo *Simaruba* que si lo presenta. En la sección *Bullockia*, la primera zona presenta células con una drusa en su interior. Esto es más evidente en el grupo *Copallifera*. En la segunda zona del endocarpo es más heterogénea, en la sección *Bursera* presenta de uno hasta más de siete estratos; el primer y último estrato presentan células con una drusa en su interior, a excepción del grupo *Fragilis* que sólo lo presenta en el primer estrato. En la sección *Bullockia*, la segunda zona en los grupos, la mayoría de las especies presentan drusas, solo las

especies *B. sarcopoda* y *B. vejar-vazquezii*, no lo presentan. El arreglo celular de la última zona del endocarpo en todas las especies de *Bursera* es de forma irregular y de células de esclerénquima. Las características anatómicas de *B. tecomaca* no difieren a las encontradas en el grupo *Glabrifolia*, solo que en la tercera zona del endocarpo se observa un estrato celular de esclerénquima con un arreglo que tiende a ser laminar, esta tercer zona de esclerénquima de forma laminar no se observa en ninguna otra especie del grupo *Glabrifolia*.

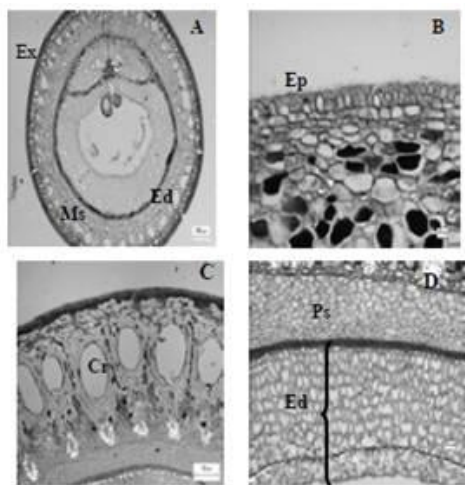


Figura 2. Sección transversal del fruto de la secc. *Bursera*. **A)** Fruto completo; **B)** exocarpo; **C)** mesocarpo; **D)** endocarpo. Ex=Exocarpo; Ms=Mesocarpo; Ed=Endocarpo; Ep= Epidermis; Cr= Canal de resina; Ps= pseudoarilo.

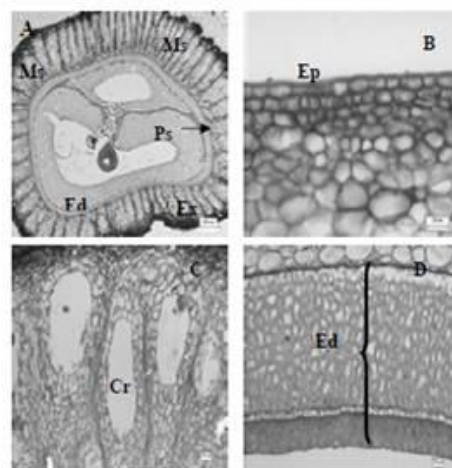


Figura 3. Sección transversal del fruto de la secc. *Bullockia*. **A)** Fruto completo; **B)** exocarpo; **C)** mesocarpo; **D)** endocarpo. Ex=Exocarpo; Ms=Mesocarpo; Ed=Endocarpo; Ep= Epidermis; Cr= Canal de resina; Ps= pseudoarilo.

Evolución del género *Bursera*

El género *Bursera* junto con los géneros *Triomma*, *Aucoumea*, *Boswellia*, *Commiphora*, y *Beiselia* forman parte de la tribu Bursereae o Boswelliae (Engler, 1931; Lam, 1932; Rzedowski y Kruse, 1979; Forman *et al.*, 1989). Desde los primeros estudios de acuerdo a los esquemas de Engler (1931) y de Lam (1932), se ha evidenciado que el género *Bursera* dentro de la familia Burseraceae está muy estrechamente relacionado con el género *Commiphora* y también con *Boswellia*, pero las relaciones entre estos tres géneros no son claras. *Boswellia* incluye 30 especies distribuidas en las partes más secas de África tropical, Arabia, Pakistán, Irán, Ceilán y la India; son árboles con algunos rasgos comunes con la sección *Bursera*, como la corteza exfoliante, flores pentámeras (Figura 4 A, B), y un ovario por lo general trilocular. Su principal diferencia con el género *Bursera* es que en *Boswellia* los lóculos del ovario son todos fértiles, con más de una semilla (Engler, 1931; Rzedowski y Kruse, 1979). *Commiphora* incluye 200 especies y su distribución es similar a la de *Boswellia*; son árboles o arbustos que comparten algunas similitudes con especies de la sección *Bullockia* tienen una corteza no exfoliante, flores tetrámeras (Figura 4 C-F), y ovarios biloculares. Su principal diferencia con el género *Bursera* es su cáliz, que está cerrado en botón (Gillett, 1980). Rzedowski y Kruse (1979) consideran que la diferencia que hay entre sus dos secciones y por la afinidad que existe entre la sección *Bursera* y el género *Boswellia* y entre la sección *Bullockia* y el género *Commiphora*; el género *Bursera* pudo haber tenido un origen difilético. Sin embargo, de acuerdo con su misma propuesta, existiría una posible hipótesis adicional a contrastar, esto es que el grupo fuese parafilético. Gillett (1980), al analizar siete caracteres morfológicos, no coincide

con la hipótesis de Rzedowski y Kruse, y concluye que ambas secciones de *Bursera* en conjunto son completamente distintas de *Commiphora*. Hutchinson (1969) separa el género por la estivación de la corola, la cual es imbricada en *Bursera* y valvada en *Commiphora*, y antes De Candolle (1825) ya había descrito la Corola de *Bursera* como valvada y Hooker (1862) como 'induplicatim valvata vel rarissime imbricata'.

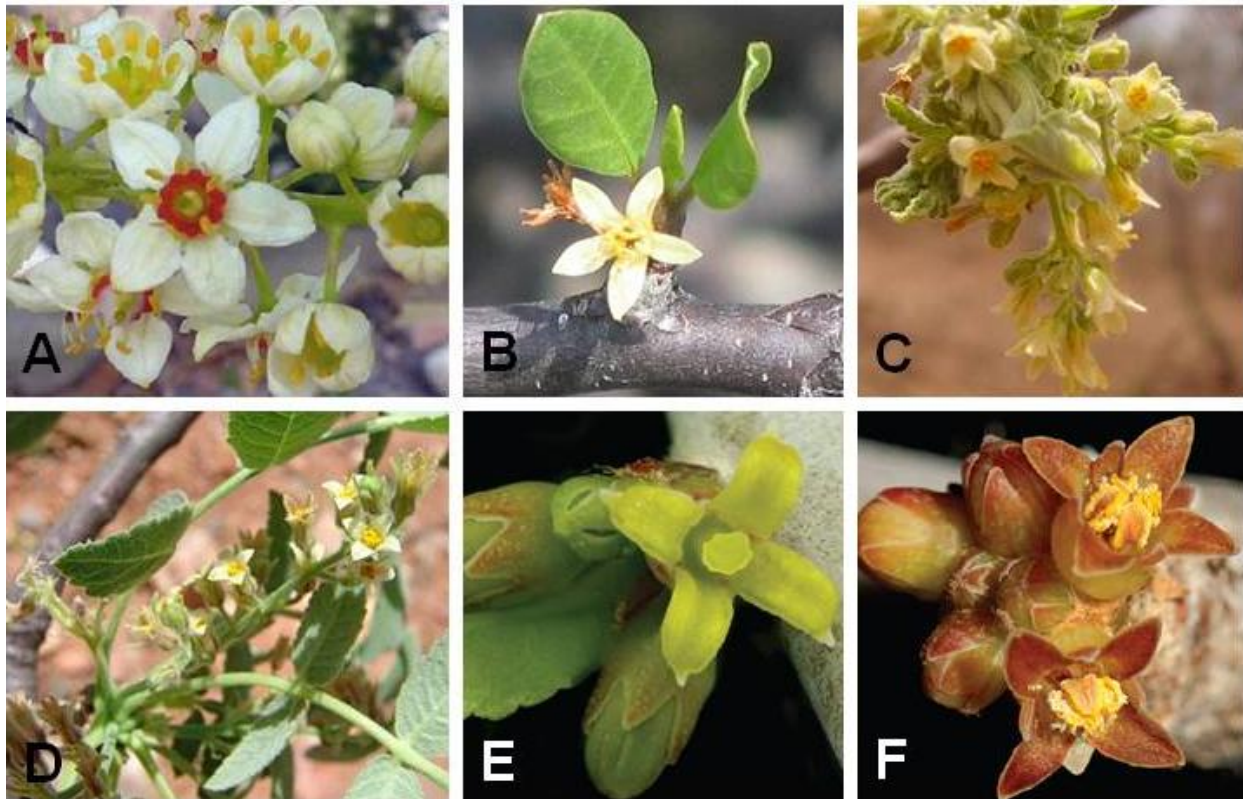


Figura 4. **A)** *Boswellia sacra*, flor femenina, pentámera (género *Boswellia*). **B)** *Bursera schlechtendalii*, flor pentámera (sección *Bursera*). **C)** *Bursera submoniliformis*, flor tetrámera (sección *Bullockia*, género *Bursera*). **D)** *Bursera linanoe*, flor tetrámera, (sección *Bullockia*, género *Bursera*). **E)** *Commiphora kua*, flor femenina, tetrámera, (género *Commiphora*). **F)** *Commiphora monstrosa*, flor masculina, tetrámera (género *Commiphora*).

Características generales de la familia Burseraceae

El primer ejemplar de *Bursera* fue ubicado dentro de la familia Anacardiaceae, con la cual está estrechamente relacionada y de la que se diferencia por la presencia de dos óvulos por lóculo en Burseraceae y uno en Anacardiaceae (Johri, 1984; Forman *et al.*, 1989). En *Beiselia* el ovario presenta de 10 (-12) lóculos con dos óvulos sobrepuestos por lóculo (los óvulos son colaterales en todas las demás Burseraceae) (Forman *et al.*, 1989). Sin embargo un sólo óvulo por lóculo se ha reportado en *Boswellia* (Sunnichan *et al.*, 2005) y en *Bursera* (Srivastava y Srinath, 1965).

Los óvulos de la familia Burseraceae son ligeramente campilótropos (Narayana, 1960). Son bitégmicos, el tegumento interno es notablemente alargado y engrosado por encima de la nucela y un micrópilo largo en forma de “S” (Wiger, 1935; Shukla, 1954; Narayana, 1959, 1960; Bachelier y Endress, 2009). La punta del tegumento interno se extiende dentro de la base del canal estilar. Al parecer óvulos unitégmicos son conocidos en algunas especies de *Canarium*, *Commiphora*, y *Santiria* (Wiger, 1935; Bachelier y Endress, 2009). En *Commiphora* óvulos aparentemente unitégmicos tienen una envoltura externa bien desarrollada en el lado cóncavo del óvulo, que puede ser interpretada como un parcial tegumento externo, y el óvulo es así bitégmico (Shukla, 1954; Bachelier y Endress, 2009).

Para algunos autores como Stephenson (1981), Sutherland (1986) y Charlesworth (1989), el principal proceso que controla el número de óvulos exitosos es la aborción de flores y frutos en los diferentes periodos de su desarrollo. Becerril-Cruz (2003) reporta que el fruto de *B. aptera* y *B. morelensis* (sección *Bursera*) es trilocular en donde sólo un lóculo se desarrolla y los otros dos son abortados, en el cual sólo hay

una semilla desarrollada. En el mismo año Montaña-Arias (2003) reporta el fruto de *B. submoniliformis* y *B. aloexylon* conocida actualmente como *B. linanoe* (sección *Bullockia*) es bilocular y sólo un lóculo se desarrolla; *B. submoniliformis* se encuentra solo una semilla desarrollada; en *B. aloexylon* se encuentra de una y a menudo dos semillas.

Estudios sobre anatomía y morfología floral de Burseraceae

Bachelier y Endress (2009) compararon la morfología de la estructura floral de especies de Anacardiaceae y Burseraceae, con un enfoque especial en la estructura y evolución del gineceo. Las Anacardiaceae y Burseraceae son tradicionalmente distinguidos por el número de óvulos la dirección de la curvatura del óvulo; un sólo óvulo síntropo (apotropo: el micrópilo está cerca de la placenta) y dos óvulos antítropos (epítropos: el óvulo colgante con el micrópilo dirigido hacia arriba) por lóculo en Burseraceae. En Anacardiaceae hay una tendencia a la reducción del gineceo de un sólo carpelo fértil (particularmente en Anacardioideae). El único óvulo tiene un funículo largo, que conecta con el tubo polínico estilar y en Burseraceae presenta un funículo corto.

Los autores describen la morfología y anatomía floral de *Bursera* sp. (sección *Bursera*) como bisexuales, trímeras y obdiplostémonas. Las flores son hipóginas. En la antesis, los sépalos son acuminados. Los pétalos agudos y rectos excepto por las puntas, que son doblados hacia adentro. Los estambres tienen un filamento ancho aplastado en la base, más estrecho hacia la punta, y una antera sagitada. Las anteras son basalmente dorsifijas y la zona de fijación es casi oculta en una pseudocavidad. Tiene un conectivo delgado y estrecho. El tipo de dehiscencia de la antera es longitudinal. Presenta un disco nectario lobulado intrastaminal. Gineceo sincárpico, con un ovario súpero, un estilo largo que termina en tres ramas cortas estigmáticas (Figura 5A). Apicalmente, el gineceo presenta una zona apocárpica, pero los carpelos son postgenitalmente unidos hasta los estigmas (Figura 5A, C, D). Sólo las reflexas puntas de los carpelos son libres (Figura 5A, B). En los estigmas, las caras receptivas ventrales de los carpelos forman un compitum. Gineceo en antesis, cada carpelo tiene dos óvulos colaterales por lóculo. Los óvulos son crasinucelares, bitégmicos,

ligeramente campilótrofos y antítrofos, con un funículo muy corto insertado ventralmente en la mitad inferior del lóculo. El número de capas del tegumento externo e interno es de tres, pero el tegumento externo parece un poco más grueso que el interno en el lado convexo. El tegumento interno es más largo que el externo y forma un micrópilo en forma de “S” alargada. Estos autores reportan la **vascularización** de manera general y mencionan que los haces vasculares tienen desarrollado un canal de resina. En los **sépalos** y **pétalos** tienen un haz vascular medio que se extiende a lo largo de toda su longitud y asociado a la base con uno a dos pequeños laterales. Los **estambres** tienen un sólo haz vascular asociado a un canal de resina distintivo sólo en la antera. En los **carpelos**, un mediano haz dorsal, está presente por debajo de la región estigmática (Figura 5C-E). Más abajo el haz dorsal se divide en dos ramas (figura 5F). Las porciones interiores de esos haces forman sinlaterales, mientras que las porciones periféricas forman un arco dorsal de haces (Figura 5G-J). Los haces sinlaterales se extienden hacia abajo entre los lóculos y forma un central complejo vascular en la mitad inferior del ovario (Figura 5K, L). La vasculatura dorsal forma una banda que se extiende hacia abajo en la pared del ovario (Figura 5 I-L).

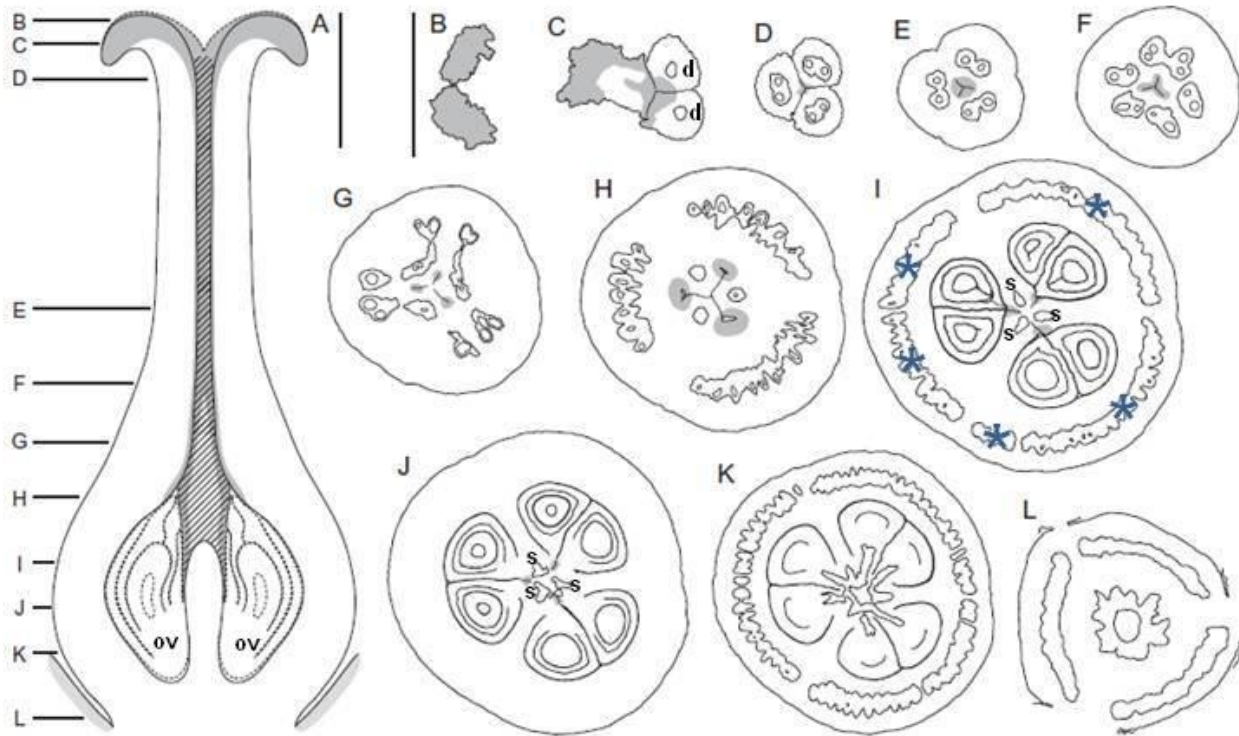


Figura 5. *Bursera* sp. (sección *Bursera*). Gineceo, en antesis. **A**, esquema de la sección longitudinal media del gineceo. **B-L**, sección de series transversales. Abreviaturas: d, haz vascular dorsal; s, haz vascular sinlateral; banda de haces vasculares (asteriscos).

Los mismos autores reportan la morfología y anatomía floral de *Commiphora caudata*, como bisexuales y diplostémonas con perianto tetrámero y androceo, un gineceo bicarpelar. Las flores son ligeramente períginas. Los sépalos son congénitamente unidos en la base, los sépalos forman un tubo y tienen puntas agudas erectas libres. Sus puntas tienen una irregularmente estivación valvada o imbricacada en las primeras etapas de desarrollo. Las puntas de los pétalos son valvadas y dobladas hacia el interior, pero la estivación de los pétalos es abierta en la base. Hay una estivación imbricada intermedia larga, a veces una zona de estivación en forma de contorto. Los estambres tienen un filamento base aplanado que se convierte en redondo y angosto con una antera sagitada. Las anteras son dorsifijas en el inferior con

un conectivo ancho y grueso, el tipo de dehiscencia de la antera es longitudinal. Disco nectario intrastaminal. El gineceo sincárpico (carpelos fusionados), tiene un ovario ligeramente ínfero, carece de un estilo distinguishable y termina en una bilobulada cabeza estigmática con una superficie cóncava receptiva. Apicalmente, el gineceo presenta una zona apocárpica, la punta de los carpelos ligeramente reflexos (Figura 6A, B), cabeza estigmática formada por la postgenitalmente unión de las puntas de los carpelos (estigmas formando un compitum). Gineceo, en antesis cada carpelo tiene un lóculo con dos óvulos colaterales. Los óvulos son crasinucelares y antítropos, con un funículo muy corto insertado en mitad de la longitud del lóculo. Óvulo aparentemente unitégmico en el lado convexo, el tegumento es de 4-5 capas de células de espesor; tienen una envoltura externa bien desarrollada en el lado cóncavo del óvulo, que puede ser interpretada como un parcial tegumento externo de 5-6 células de espesor. Estos mismos autores reportan la **vascularización** de manera general que los haces vasculares tienen desarrollado un canal de resina. Los **sépalos** tienen un haz en medio y dos haces laterales principales, las partes libres de los sépalos a veces tienen adicionales, haces laterales pequeños, ya sea entre el haz medio y uno de los principales haces laterales o hacia la periferia. Cada sépalo puede tener hasta siete paquetes. Los **pétalos** tienen sólo un haz vascular en la base, que emite dos haces principales laterales y cada rama centrífugamente (con desarrollo desde el centro hacia la periferia). Por repetición de este proceso, un pétalo puede tener hasta 11 paquetes. **Estambres** tiene un sólo haz vascular con un canal de resina sólo es distintivo en los filamentos. En la parte distal de las anteras, el haz vascular se bifurca. En los **carpelos**, el estigma presenta un haz vascular medio y dos haces laterales ligeramente cortos

(Figura 6C, D). Hacia la base del estilo, el número de paquetes aumenta rápidamente (Figura 6E, F). Algunas ramas laterales convergen para formar haces vasculares sinlaterales (6E, F), mientras, en la periferia de los lóculos, las ramas restantes forman un distinto y discontinuo anillo de haces pobremente diferenciado con algunos canales de resina escasos (Figura 6G-M).

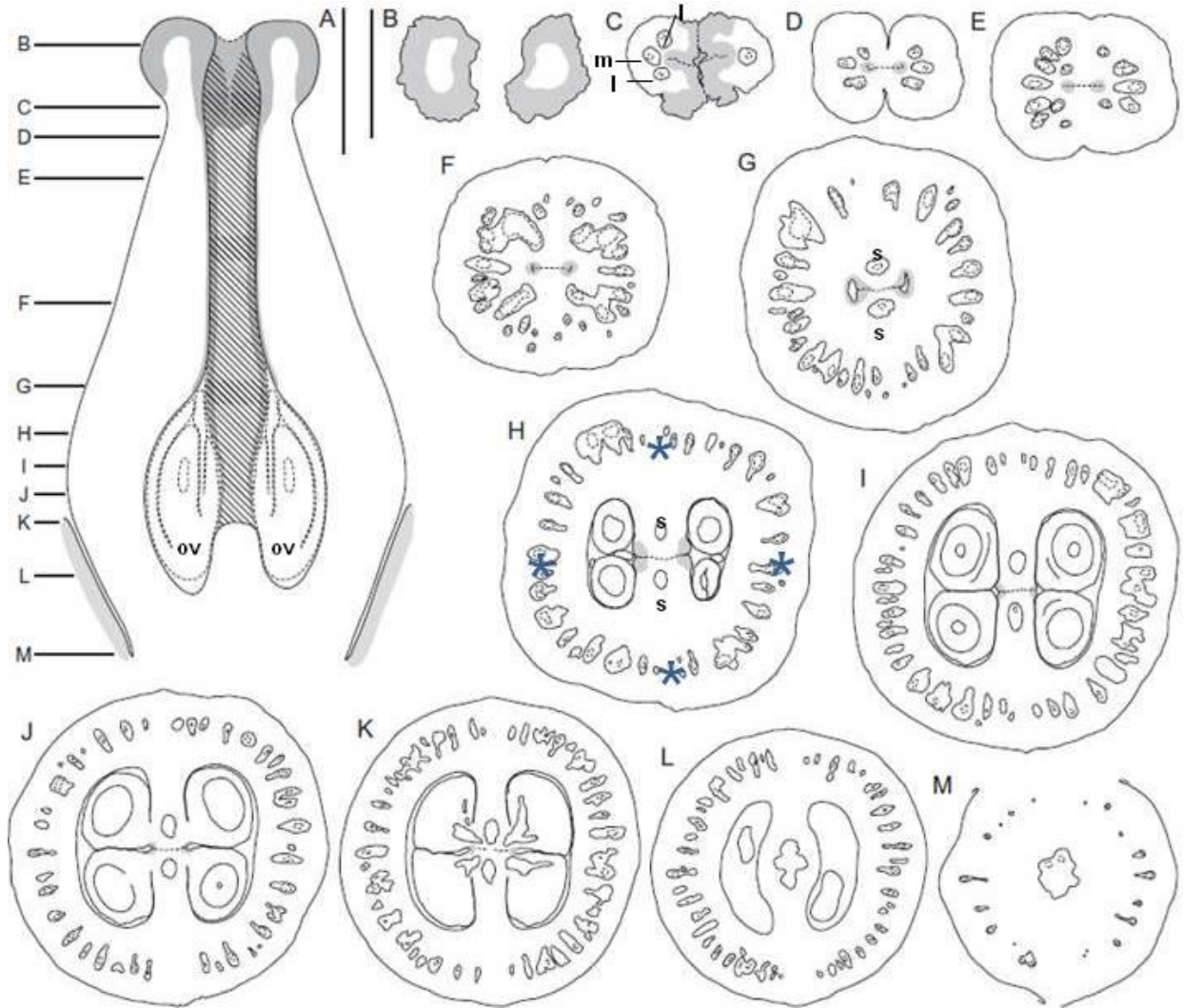


Figura 6. *Commiphora Caudata*. Gineceo, en antesis. **A)** Esquema de la sección media longitudinal. **B-M**, sección de series transversales. Abreviaturas: m, haz vascular medio; l, haz vascular lateral; s, haz vascular sinlateral; banda de haces vasculares (asterisco). **H-K**, ovario con dos óvulos colaterales, colgantes, antítropos, bitégmicos óvulos por lóculo.

Descripción morfológica de las cuatro especies en estudio del género *Bursera*

A continuación se describe la morfología de la flor de las especies en estudio, describiéndolas por grupos según Becerra (2003). La especie de *B. tecomaca* se manejó como grupo VII, como una especie separada del grupo *Glabrifolia*.

Grupo V. *Glabrifolia*

Bursera linanoe (Shiede ex Schlecht.) Engl. *Bursera aloexylon* es actualmente llamada *Bursera linanoe*, así que se mencionará por su nombre actual. **Descripción morfológica.** Árbol dioico o a veces polígamo-dioico, hasta de 8 a veces (10) m de alto, muy resinoso, con aroma agradable y penetrante al estrujarse; tronco hasta de 60 cm de diámetro, con corteza gris-rojiza, no exfoliante, ramillas lignificadas francamente rojizas oscuras, glabras o las más jóvenes a veces densamente pubérulas o esparcidamente vilosas; hojas con frecuencia aglomeradas en los ápices de ramillas cortas, otras veces alternas en ramillas de crecimiento nuevo, precedidas en su aparición por un conjunto de catáfilos lanceolados a angostamente ovados, de 6 a 10 mm de largo, agudos a redondeados en el ápice, densa y muy finamente glanduloso-pubérulos en ambas caras, con frecuencia ciliados en el margen, precozmente caducos, hojas por lo general imparipinnadas, de 6 a 12(15) cm de largo y 3 a 8(10) cm de ancho, peciolo de 1 a 3 cm de largo, viloso o esparcidamente glanduloso-pubérulo, foliolos (3)5 ó 7(11), raquis con alas de margen entero, hasta de 2(2.5) mm de ancho de cada lado, notablemente más anchas hacia el extremo distal del entrenudo, peciólulos de 0.3 a 1 mm de largo, foliolos ovados a elípticos, lanceolados u oblongos, el terminal a menudo subróbico, de 1.2 a 3(4) cm de largo, de 0.8 a 1.8(2) cm de ancho, agudos a redondeados en el ápice, cuneados a redondeados en la base, toscamente serrados a crenados en el margen y a veces con tendencia a doblemente

serrados (con escotadura en el ápice de los dientes), de textura membranácea, algo brillantes en el haz, con venación prominente en el envés, con pelos de ca. 0.6 mm de largo y a menudo también acompañados de diminutos pelos glandulosos espaciados; **inflorescencias** racimoso-paniculadas, hasta de 6(8) cm de largo y hasta con 35 flores, aunque por lo general mucho más modestas, vilosas y glanduloso-pubérulas, bractéolas linear-subuladas, de ca. 2 mm de largo, pedicelos de 3 a 8 mm de largo; flores masculinas tetrámeras, lóbulos del cáliz triangulares, de 0.6 a 0.8 mm de largo, glanduloso-pubérulos y esparcidamente vilosos, pétalos blanquecinos, oblongos a oblanceolados, de 3 a 4 mm de largo, glanduloso-pubérulos y vilosos por fuera, estambres 8, filamentos de 1.5 a 2 mm de largo, anteras oblongas, de 0.9 a 1.2 mm de largo, gineceo vestigial; flores femeninas semejantes a las masculinas, pero con los pétalos de ca. 2 mm de largo, estaminodios con anteras de 0.7 a 0.8 mm de largo, ovario bilocular, estilo evidente, a veces con dos ramas libres casi hasta la base, estigmas 2; pedúnculos fructíferos hasta de 4 cm de largo, pedicelos ligeramente engrosados, hasta de 9(12) mm de largo, frutos hasta 8 por infructescencia, pero no pocas veces solitarios, bivalvados, obovoides y a menudo atenuados en el ápice, pero algo comprimidos, de 9 a 11 mm de largo, de ca. 8 mm de ancho, glabros, rojizos en la madurez, hueso sublenticular o plano-convexo, de 5 a 6 mm de diámetro, a menudo más ancho que largo, cubierto en la mitad o en los 2/3 inferiores por un pseudoarilo anaranjado, la porción expuesta negra. Distribución geográfica conocida: Guerrero, Morelos, Oaxaca y Puebla.

***Bursera sarcopoda* (P.G. Wilson)**

Descripción morfológica: Árbol o arbusto de 3-8 m de alto, corteza exfoliante. Hojas hasta de 16-60 cm de largo con 5-11 foliolos; foliolos laterales ovados o elípticos de 5-16 cm de largo y 5-11 cm de ancho, ápice acuminado y base redondeada a obtusa, conspicuamente aserrado-crenados, densa y suavemente pubescente en ambas caras, peciólulos inferiores de 5-8 mm de largo. **Inflorescencias** racimosas de (14) 20-60 cm de largo; lóbulos del cáliz, ovados, obtusos, de 1 mm de largo, pubescentes en el envés; pétalos oblongos, obtusos, de 2.5 mm de largo, pubescentes en el envés, en la línea central. Frutos son drupas aplanadas, elipsoidales y apiculadas, glabras, hasta de 11 mm de largo y 7 de ancho, pedicelos hasta de 12 mm de largo; hueso subovoide, comprimido, de más o menos 7 mm de largo y 5-6 mm de ancho, cubierto en la mitad inferior por el pseudoarilo amarillo. Distribución geográfica conocida: Colima, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Oaxaca.

Grupo VI. *Copallifera*

***Bursera bicolor* (Willd. Ex Schltl.) Engl.**

Descripción morfológica. Árbol de 4-10 (15) m y tronco alrededor de 30 cm de diámetro. Catáfilos caedizos, triangulares de 1-2.5 cm de largo; rojos verdes o cafés; hojas de (10) 18-25 (30) cm de largo; raquis angostamente alado; con 13 -17 foliolos sésiles, angostamente lanceolados a linear-lanceolados, 4-8 (10) cm de largo y (3) 6-10 (15) mm de ancho, haz en la juventud, espaciadamente glandular-puberulento, en la madurez glabro y lustroso, envés densamente blanco-tomentoso, ápice agudo o acuminado, base oblicuamente obtusa, margen espaciadamente aserrado a sub-

entero, frecuentemente revoluto. **Inflorescencias** panículadas tirsoideas de 7-16 cm de largo con 8-30 flores; los lóbulos del cáliz lanceolados a triangulares, de 2-4.5 mm de largo; pétalos ablanceolados de 4.5-7 mm de largo, rosa pálido con tintes amarillos en el margen, pilosos. Frutos son drupas bivalvadas elipsoidales, de 9.5-13 mm de largo, acuminados, muy levemente glandulosos, hueso elipsoidal de 7-8.3 mm de largo, con el pseudoarilo cubriéndolo casi totalmente, a excepción del ápice. Distribución geográfica conocida: Colima, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Oaxaca.

GRUPO VII

Bursera tecomaca (D.C.) Standl.

Descripción morfológica. Árbol de 4-10 m de alto; tronco de 15 cm de diámetro; corteza gris, no exfoliante. Hojas trifoliadas de 18-25 cm de largo y 15 a 23 cm de ancho, peciolo de 10-13 cm de largo; folíolos elípticos a elíptico-lanceolados, glabros, de 8.5-12 cm de largo, ápice acuminado, base oblicuamente obtusa o redondeada, margen aserrado. Catáfilos café-rojizos de alrededor de 2.7 cm de largo. **Inflorescencias** paniculadas tirsoideas de 13 cm de largo. Flores tetrámeras; cáliz connado en la parte inferior; lóbulos ovados de 1.3-1.5 mm de largo, levemente glandulosos; pétalos oblongos de alrededor de 3 mm de largo. Frutos drupas bivalvadas elipsoidales de 1.1-1.5 cm de largo y 6.5-9 mm de anchos, glabras, hueso de más o menos 9 mm de largo y más o menos 5 mm de ancho, con el pseudoarilo anaranjado, cubriéndolo sólo la parte basal. Distribución geográfica conocida: Guerrero.

III. JUSTIFICACION

Los estudios de morfo-anatomía floral de la familia Burseraceae son escasos; de hecho estudios anatómicos florales del género *Bursera* son nulos. Por ello se considera importante la investigación de la anatomía floral como posible fuente de evidencia taxonómica. Además de apoyar la ubicación taxonómica de las especies *B. sarcopoda* y *B. tecomaca*, los cuales tienen una posición controversial en la agrupación dentro del género *Bursera*. La morfología distintiva de las especies, tales como *B. tecomaca* había hecho con anterioridad difícil de determinar sus afinidades.

IV. HIPÓTESIS

Se espera que los caracteres típicos de la Familia Burseraceae estén también presentes en las cuatro especies en estudio en especial en *B. sarcopoda* y *B. tecomaca*, como son óvulos ligeramente campilótrofos, bitégmicos. Se esperan encontrar los caracteres morfológicos del polen en *B. bicolor*, *B. linanoe* como lóbulos triangulares en vista polar típicos del género *Bursera* y en *B. sarcopoda* y *B. tecomaca* contorno en vista polar circular.

V. OBJETIVOS

General

- ❖ Describir y comparar los caracteres morfológicos y anatómicos de las flores de cuatro especies de *Bursera bicolor*, *B. linanoe*, *B. sarcopoda* y *B. tecomaca*.

Particulares

- ❖ Describir la morfología floral de las especies *Bursera bicolor*, *B. linanoe*, *B. sarcopoda* y *B. tecomaca*.
- ❖ Describir la anatomía floral de las especies *Bursera bicolor*, *B. linanoe*, *B. sarcopoda* y *B. tecomaca*.
- ❖ Comparar los caracteres florales de las cuatro especies para ubicar taxonómicamente *B. sarcopoda* y *B. tecomaca*.

VI. MATERIAL Y METODOS

Se colectaron las flores de cuatro especies de *Bursera bicolor*, *B. linanoe*, *B. sarcopoda* y *B. tecomaca* en distintos municipios del estado de Guerrero y Puebla (Ver apéndice). Las muestras fueron fijadas en FAA.

Trabajo de Laboratorio

Los botones florales y flores en antesis. Todas las flores por especie se colocaron en rejillas de plástico por separado se etiquetaron y lavaron con abundante agua. Enseguida los tejidos fueron deshidratados en alcoholes graduales de (30%, 50, 70, 85, 96%, 96%, 100%), mediante inmersiones cada 24 horas en cada uno; después se introducen en dos cambios de cloroformo por 24 horas y la otra por dos horas.

Después las muestras se pasaron por dos cambios de parafina, una durante 24 horas, y el otro por dos horas. Posteriormente las muestras se incluyeron en parafina y una vez que solidificó la parafina, se realizaron cortes transversales y longitudinales con un micrótopo rotatorio marca Leica, a un grosor de 12 μm . El tejido cortado fue colocado en portaobjetos cubiertos con una solución de albumina y con ayuda de un baño de flotación. Se continuó con inmersiones en diferentes concentraciones de xileno para eliminar la parafina y alcoholes graduales (del 100% a 50%) hidratar las muestras. La tinción de los tejidos se realizó con safranina y verde rápido (López, 2005). Posteriormente, se montaron con resina sintética; una vez secas y limpias las laminillas se etiquetaron y se observó con un microscopio óptico la anatomía de cada especie.

VII. RESULTADOS

A) MORFOLÓGICA DE LA FLOR

Las cuatro especies en estudio presentan flores pequeñas menos de 1 cm, flores hipóginas, tetrámeras; *B. linanoe*, *B. sarcopoda* y *B. tecomaca* presenta un cáliz fusionado en la base a excepción de *B. bicolor* que presenta un cáliz formado por sépalos libres; la forma de los pétalos en *B. linanoe* son oblongos a ablanceolados, en *B. sarcopoda* oblongos u obtusos, *B. bicolor* ablanceolados y *B. tecomaca* oblongos; tres especies en estudio son de estivación valvada a excepción de *B. tecomaca* que es imbricada. Las especies presentan ocho estambres distribuidas en un verticilo, insertos en la base del disco nectario, anteras dorsifijas con dehiscencia longitudinal; disco anular; ovario bilocular, con dos óvulos en cada lóculo, placentación axial; La especie *B. sarcopoda* presenta un estilo distinguible y termina en una bilobulada superficie receptiva (cabeza estigmática), *B. tecomaca* carece de un estilo distintivo y termina en una placa plana receptiva(cabeza estigmática) y en *B. bicolor* presenta un estilo largo y termina en una ligera bilobulada superficie (cabeza estigmática).

B) ANATOMÍA DE LA FLOR

Descripción anatómica del Grupo V. *Glabrifolia* por especie.

***Bursera linanoe* (Flor masculina)**

Receptáculo floral: Epidermis uniseriada con células rectangulares a cuadrangulares con tricomas glandulares, las células del parénquima con taninos y células lipídicas. En la base el receptáculo presenta 16 haces vasculares; los haces vasculares tienen un canal de resina (Figura 7A); en la parte superior del receptáculo se presentan dos cilindros vasculares, el de la periferia con 13 y el cilindro central con nueve.

Perianto. Flor madura, se puede apreciar el arreglo del cáliz y la corola, está constituida por cuatro sépalos fusionados en la base y cuatro pétalos libres; los haces vasculares tienen desarrollado un canal de resina. **Sépalos.** Con epidermis adaxial de células de forma cuadrada. Las células de parénquima son redondas, en cara adaxial el parénquima se presenta en dos estratos bien definidos y con taninos; tres haces vasculares con canales de resina. Epidermis abaxial formada por células rectangulares pequeñas con taninos. **Pétalos.** Epidermis adaxial y abaxial con células de forma erecta con taninos, epidermis adaxial con tricomas glandulares. Las células del parénquima son redondas contienen abundantes taninos, en la cara adaxial el parénquima se presenta solo un estrato bien definido y con taninos; cuatro haces vasculares con canales de resina, distribuidos en el parénquima; el haz vascular y canal de resina se encuentran rodeados por una vaina de células de parénquima con taninos (Figura 7B).

Androceo: La flor presenta ocho estambres arreglados en un verticilo. Los estambres presentan anteras bitecas cada una con dos sacos polínicos. Filamentos con epidermis uniseriada con células erectas, presenta un haz vascular acompañado de un canal de resina, las células de parénquima son de forma redonda un poco grandes con contenidos de taninos y células lipídicas. Las anteras con exotecio uniseriado, formado por células elípticas pequeñas con contenidos lipídicos. El endotecio presenta células de forma rectangulares con contenidos de taninos y lipídicos. Se observa que las tecas están revestidas internamente por un tapete nutritivo con células de forma rectangulares gruesas (Figura 7D). El polen es de tipo isopolar, tricolporado, lobado y anguloaperturado; oblato-esferoidal o prolato-esferoidal; contorno en vista polar, lobado triangular (Figura 7E).

Disco nectario: Epidermis interna con células de forma cuadrangular con contenidos de taninos. Las células de parénquima son de forma redonda con abundantes contenidos de taninos. Epidermis externa no se distingue porque nunca se separa de las trazas de los pétalos.

Gineceo. El gineceo es sincárpico, con dos carpelos con dos óvulos en cada uno. El ovario presenta epidermis externa e interna uniseriada con abundantes contenidos de taninos excepto la interna. Las células de parénquima de forma redonda con algunos contenidos de taninos y células lipídicas. Los óvulos son de tipo ligeramente campilótrofos, bitégmicos, con un funículo muy corto insertado ventralmente en la mitad inferior del lóculo son rudimentarios (Figura 7C). Estigma con epidermis cuadrangular a rectangular con contenidos de taninos.

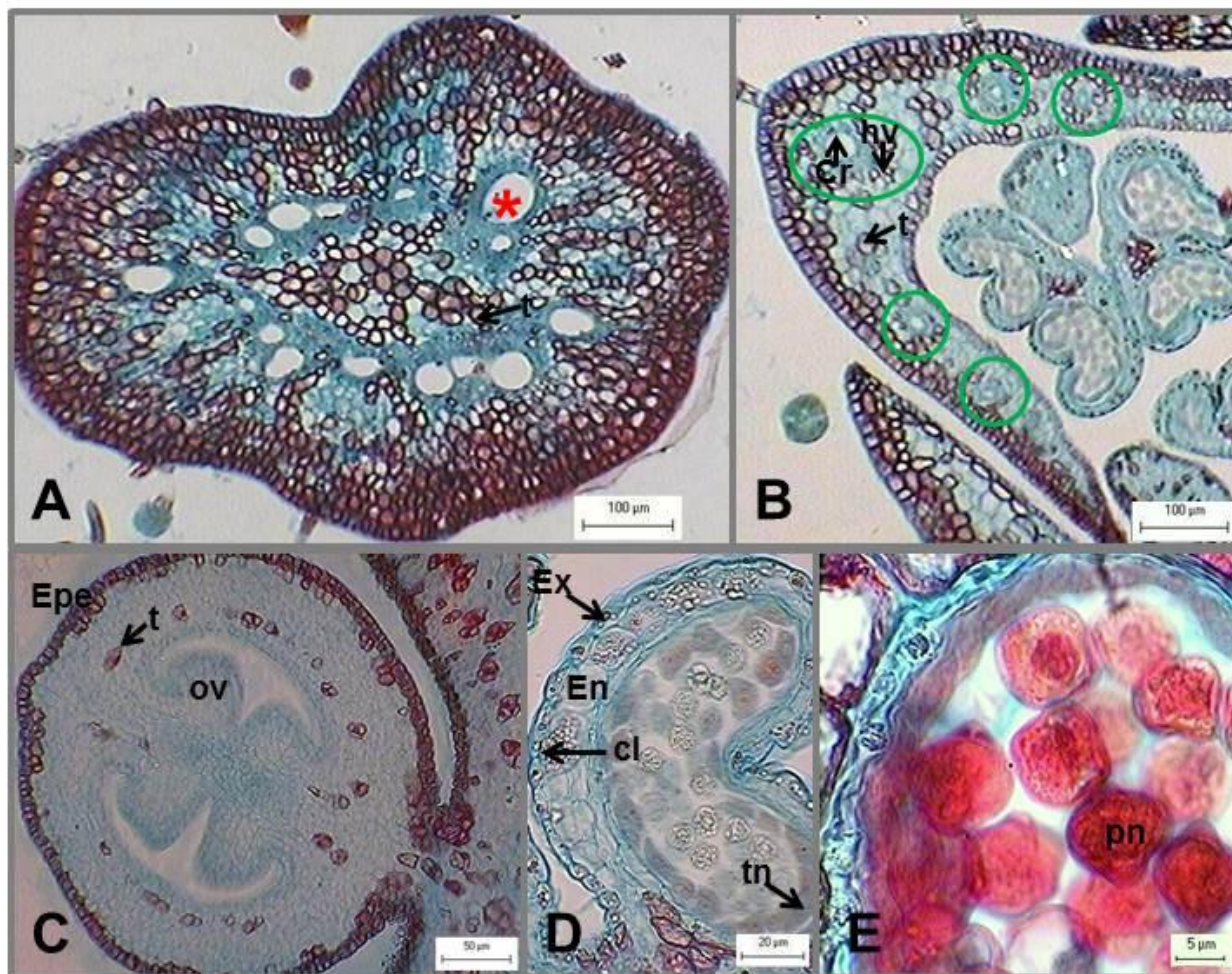


Figura 7. Anatomía de la flor de *Bursera linanoe*. **A)** Receptáculo con un cilindro vascular. Receptáculo en la parte basal, con taninos (t). **B)** Pétalos con cinco haces vasculares cada uno asociado a un canal de resina (círculos verdes); presenta taninos (t). **C)** Gineceo rudimentario; ovario con epidermis externa (Epe) con contenidos de taninos; parénquima con pocos contenidos de taninos (t), óvulos (ov) de tipo ligeramente campilótropos. **D)** Anteras con exotecio (Ex), endotecio (En) con contenidos lipídicos y un tapete nutritivo (tn). **E)** polen (pn) maduro.

***Bursera sarcopoda* (flor femenina)**

Receptáculo: El receptáculo en sección transversal, presenta una epidermis uniseriada con células de forma elíptica a redonda. Las células de parénquima redondas que contienen algunos taninos. El receptáculo presenta un sistema vascular cilíndrico constituido por 26 haces vasculares asociados cada uno a un canal de resina (Figura 8A).

Perianto: Flor madura con pétalos abiertos, se puede diferenciar el arreglo del cáliz y la corola, consta de cuatro sépalos fusionados en la base y cuatro pétalos libres (Figura 8B). **Sépalos.** Epidermis abaxial y adaxial uniseriada con células rectangulares delgadas, con contenidos granulosos rosas, la epidermis adaxial con tricomas glandulares. Sépalos con células del parénquima grandes e irregulares que contienen taninos y drusas. Cinco a seis haces vasculares, cada haz vascular colateral está asociado a un canal de resina. **Pétalo.** Epidermis abaxial y adaxial uniseriada constituida por células de forma erecta y redonda, en la cara adaxial con tricomas glandulares. Las células del parénquima son de forma redondas con taninos y algunas con drusas. En la cara adaxial el parénquima se presenta en dos estratos de color rosa. Presenta tres a cuatro haces vasculares colaterales asociado a su respectivo canal de resina. Cada haz vascular con su canal de resina, se encuentran rodeados por una vaina de células de parénquima con contenidos de taninos (Figura 8C).

Androceo: La flor presenta ocho estambres distribuidos en un verticilo. Los estambres presentan anteras bitecas cada una con dos sacos polínicos. Filamentos con epidermis uniseriada de forma cuadrangular. Las células de parénquima son de forma redonda con contenidos de taninos y drusas. Presenta un haz vascular asociado

a un canal de resina, estos a su vez están rodeados por una vaina de células de parénquima con contenidos de taninos. Las anteras de las flores femeninas están colapsadas. Las flores masculinas con exotecio uniseriado, formado por células elípticas, con contenidos de color rosa. El endotecio presenta un estrato de células de forma erecta a rectangulares, con contenidos de color rosa y algunas drusas. Después el tapete nutritivo con una capa que rodea al polen (figura 9D). El polen maduro es isopolar, tricolporado y anguloaperturado; contorno en vista polar: circular; se puede observar la capa de exina.

Disco nectario: Presenta epidermis externa uniseriada con células de forma circular con contenidos de gránulos rojos. El parénquima con células redondas que contiene algunos taninos y gránulos rojos. Epidermis interna uniseriada de forma cuadrada con contenidos de taninos.

Gineceo: Solo está presente en la flor pistilada, el gineceo es sincárpico, con dos carpelos con dos óvulos en cada uno. El ovario presenta de afuera hacia adentro: epidermis externa uniseriada de células erectas con taninos; hipodermis con células rectangulares con taninos; las células del parénquima son de forma redondas, ocho haces vasculares acompañados por canales de resina, distribuidos como si empezaran a formar un anillo en el ovario; la epidermis interna presenta de tres a cinco estratos de células de forma rectangular donde se les observa su núcleo. El septo con parénquima de forma rectangular con contenidos de taninos; presenta dos haces vasculares asociado a su respectivo canal de resina, cada haz vascular con su canal de resina, se encuentran rodeados por una vaina de células de parénquima con taninos. Los óvulos son de tipo ligeramente campilótrofos, y con un funículo muy corto insertado

ventralmente en la mitad inferior del lóculo (Figura 8D). Se puede diferenciar el óvulo bitégmico, con el tegumento interno largo; tres capas de células de grosor en el tegumento externo e interno, aparentemente el tegumento externo parece ser más grueso, el primer estrato del tegumento externo presenta contenidos de taninos (Figura 9A). El **estilo**. Presenta una epidermis uniseriada con células de forma erecta; presenta hipodermis; las células de parénquima son redondas que contienen algunos taninos y drusas. Por debajo se encuentra un estrato de células de parénquima; cuatro haces vascular ventrales y en la periferia ocho cada uno de ellos está acompañado por un canal de resina. En medio del estilo se encuentra una aglomeración de taninos (Figura 9B). **Estigma**. Presenta epidermis uniseriada con células cuadradas. Las células del parénquima son redondas con taninos y drusas; siguen presente los cuatro haces vasculares asociados a un canal de resina (Figura 9C).

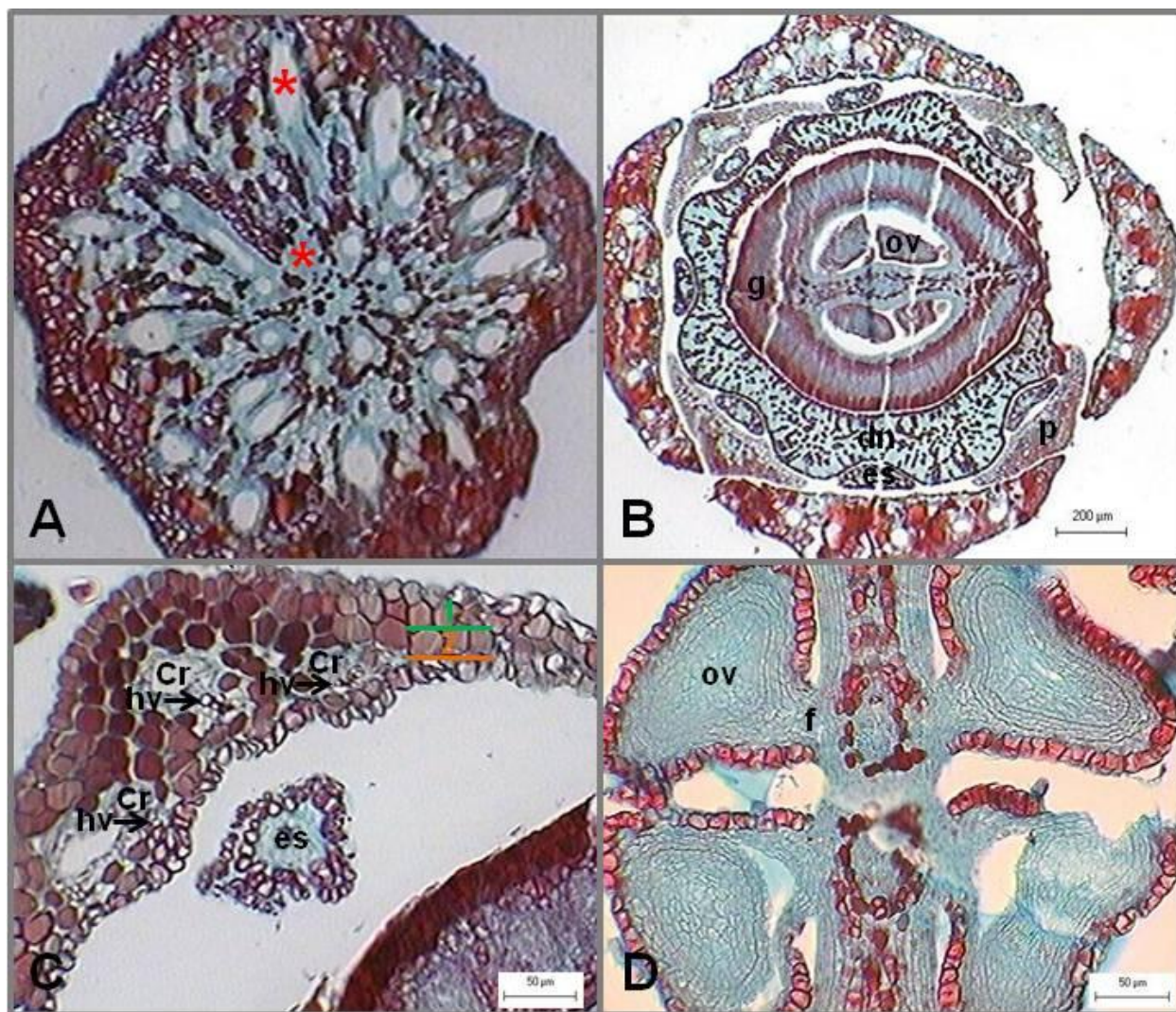


Figura 8. Anatomía de la flor de *Bursera sarcopoda*. **A)** Receptáculo con un cilindro vascular, compuesto por haces vasculares (hv) acompañados por canales de resina (Cr) representados con un asterisco rojo. **B)** flor pistilada en antesis corte trasversal, pétalos (p), sépalos (s), estambres (es), disco nectario (dn), gineceo (g) y óvulos (ov). **C)** Pétalos con haces vasculares (hv) asociados a un canal de resina (Cr); en la cara adaxial el parénquima se presenta en dos estratos de color rosa. **D)** Los óvulos (ov), son de tipo ligeramente campilótropos con un funículo (f) corto.

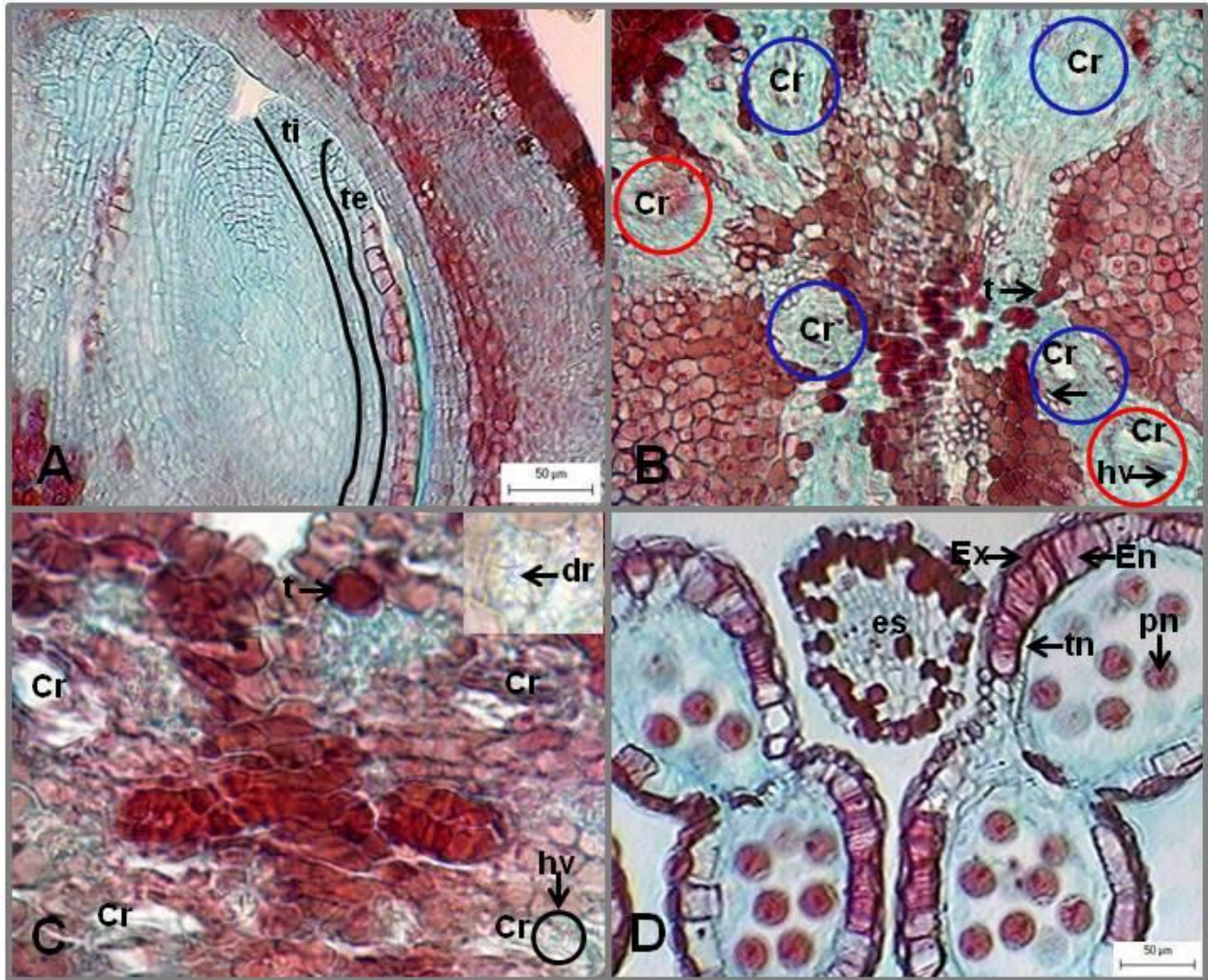


Figura 9. Anatomía de la flor de *Bursera sarcopoda*. **A)** óvulo con dos tegumentos; tegumento externo (te), tegumento interno (ti). **B)** Estilo, cuatro haces vasculares (hv) ventrales (círculos azules), y ocho haces vasculares (hv) en la periferia (círculos rojos); cada haz vascular asociado a un canal de resina (Cr); con abundantes taninos (t). **C)** Estigma, con cuatro haces vasculares (hv) cada uno acompañado de un canal de resina (Cr); con abundantes taninos (t), algunos contenidos de drusas (dr). **D)** Anteras masculinas con polen (pn), exotecio (Ex), endotecio (En) y un tapete nutritivo (tn).

Descripción anatómica del Grupo VI. Copallifera por especie.

***Bursera bicolor* (masculina)**

Receptáculo floral: Tiene una epidermis uniseriada con células rectangulares y tricomas glandulares, las células de parénquima redondas presentan abundantes contenidos de taninos y drusas. Sistema vascular cilíndrico con 14 haces vasculares cada uno asociado a un canal de resina (Figura 10A).

Perianto: Flor madura, se puede diferenciar el arreglo del cáliz y la corola, consta de cuatro sépalos libres y cuatro pétalos libres (Figura 10B). **Sépalos.** Epidermis adaxial, conformada por células rectangulares a redondas, con taninos y gránulos rojos, con tricomas glandulares. Epidermis abaxial formada por células elípticas presentan abundantes contenidos de taninos y gránulos rojos. Las células de parénquima con abundantes taninos, gránulos rojos y drusas; los sépalos presentan cinco haces vasculares colaterales asociado a su respectivo canal de resina; rodeados por una vaina de células parenquimáticas con taninos. **Pétalos.** Epidermis adaxial uniseriada, constituida por células de forma erecta a cuadrangular, con tricomas glandulares. Epidermis abaxial uniseriada conformada por células de forma rectangular. Las células de parénquima son redondas grandes con taninos y drusas; en cara adaxial el parénquima se presenta en dos estratos definidos y con taninos; cinco haces vasculares cada uno asociado a un canal de resina, rodeados por una vaina de células parenquimáticas con taninos (Figura 10C).

Androceo. La flor presenta ocho estambres distribuidos en un verticilo. Filamentos con epidermis uniseriada con células erectas, presenta un haz vascular acompañado de un canal de resina; las células de parénquima son redondas, con

abundantes taninos. Anteras con exotecio uniseriado, formado por células elípticas, con contenidos de color rosa. El endotecio tiene una capa de células de forma rectangular alargadas algunos contenidos de color rosa. Las tecas están revestidas internamente por un tapete, el cual presenta células en forma rectangular con contenidos de taninos (Figura 10D). El polen es de tipo isopolar, tricolporado, lobado y anguloaperturado; oblato esferoidal o prolato esferoidal; contorno en vista polar, lobado triangular (Figura 10E).

Disco nectario: En corte longitudinal y arriba de la región de inserción de los filamentos se distingue el nectario, el cual rodea la base del ovario (Figura 10F). Está conformado por células de parénquima con abundantes contenidos de taninos.

Gineceo: El gineceo es sincárpico con dos carpelos con dos óvulos en cada uno. Los óvulos son rudimentarios ligeramente campilótrpos, con un funículo muy corto insertado ventralmente en la mitad inferior del lóculo. **Estilo.** Epidermis con tricomas glandulares. Las células de parénquima son redondas pequeñas con abundantes contenidos de taninos. Presenta en la periferia de 8-9 haces vasculares acompañado de su canal de resina y en el centro cuatro haces vasculares con su canal de resina. **Estigma.** Epidermis uniseriada constituida por células de forma cuadrangular con abundantes contenidos de taninos, con tricomas glandulares. Las células de parénquima de forma redonda con abundantes contenidos de taninos y drusas. Siguen presente los cuatro haces vasculares en el centro.

En flor femenina corte longitudinal el **gineceo** es sincárpico, con dos carpelos con dos óvulos en cada uno. En corte longitudinal el ovario presenta epidermis externa e hipodermis uniseriada con células erectas que contienen abundantes taninos, la

epidermis con tricomas glandulares. Las células de parénquima son redondas pequeñas con taninos. En la cara abaxial el parénquima se encuentra en cinco estratos bien definidos y con contenidos de taninos. Por debajo, la epidermis interna está conformada por 3-4 estratos de células rectangulares. El septo con parénquima de forma rectangular, presenta dos haces vasculares asociados a su respectivo canal de resina. Los óvulos son de tipo ligeramente campilótropos, y con un funículo muy corto insertado ventralmente en la mitad inferior del lóculo. Se observan los óvulos bitégmicos con tres capas de células en el tegumento externo e interno, el tegumento interno es más largo que el externo (Figura 10G).

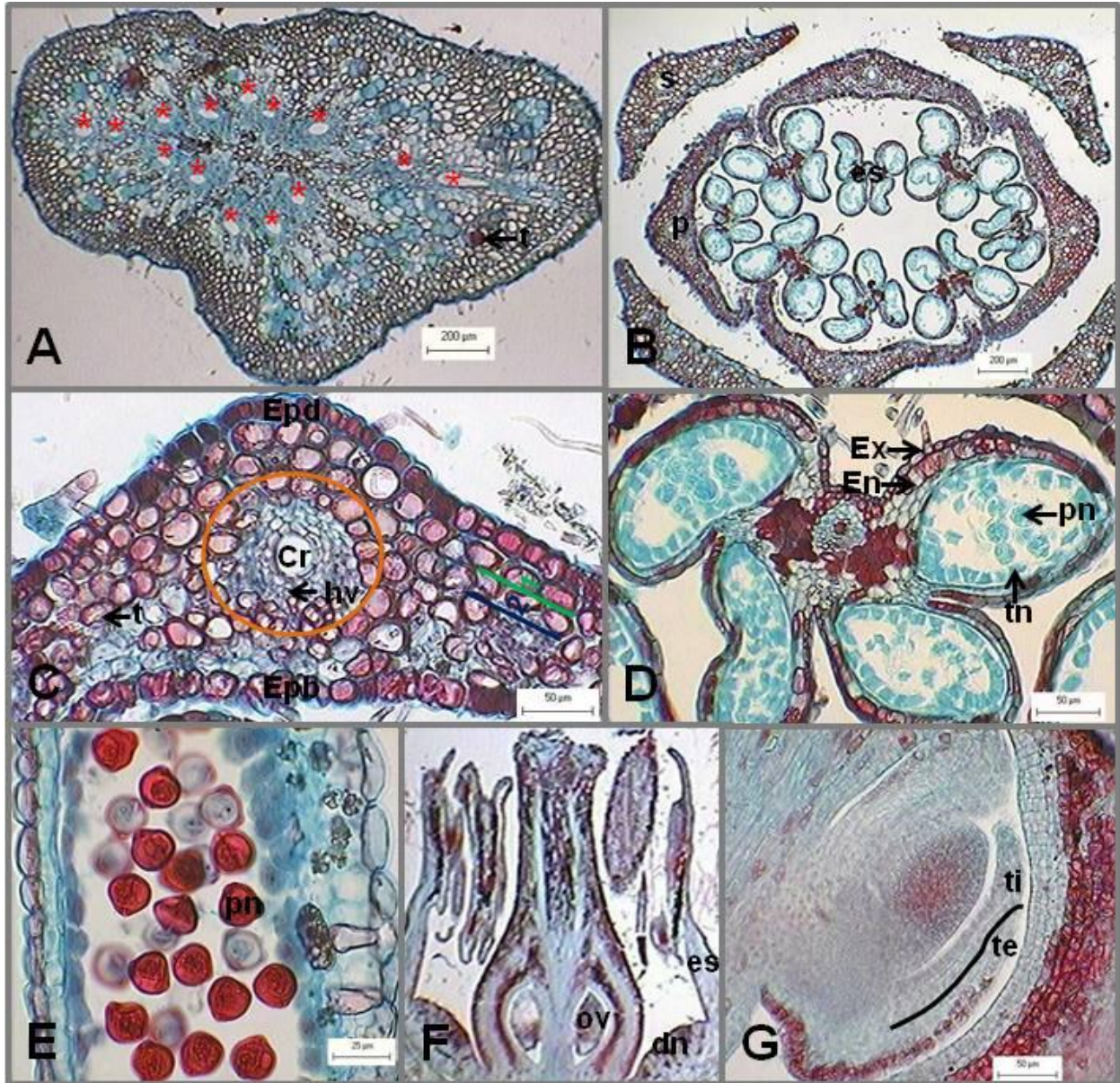


Figura 10. Anatomía de la flor de *Bursera bicolor*. **A)** Receptáculo con un cilindro vascular, compuesto por haces vasculares (hv) acompañados por canales de resina (Cr) en asteriscos rojos; el receptáculo presenta taninos (t). **B)** Flor antesis masculina corte transversal, pétalos (p), sépalos (s), estambres (es). **C)** Pétalos con haces vasculares (hv) y canal de resina (Cr) (círculo anaranjado), vaina de parénquima que rodea el canal de resina y al haz vascular con contenidos de taninos; en cara adaxial dos estratos de parénquima con taninos; presencia de taninos. **D)** Anteras con endotecio (En), exotecio (Ex) y un tapete nutritivo (tn). **E)** Polen (pn) maduro. **F)** Corte longitudinal estambres (es), disco nectario (dn), gineceo (g) y óvulos (ov). **G)** Óvulos, de tipo ligeramente campilótropos con dos tegumentos; tegumento interno (ti) más largo que el tegumento externo (te).

Grupo Externo VII Tecomaca.

Bursera tecomaca (flor femenina)

Receptáculo floral: Tiene una epidermis uniseriada con células rectangulares, presenta una matriz parenquimatosa con células de forma redonda a irregular con contenidos de taninos; presenta un sistema vascular cilíndrico de 16-21 haces vasculares con su respectivo canal de resina (Figura 11A).

Perianto: Flor madura con pétalos abiertos, se puede diferenciar el arreglo del cáliz y la corola, consta de cuatro sépalos fusionados en la base y cuatro pétalos libres.

Sépalos. Epidermis uniseriada la adaxial compuesta por células de forma rectangular alargadas. Epidermis abaxial, con células cuadrangulares a rectangulares y circulares. Mesófilo compuesto por células redondas alargadas con contenidos de taninos; presentan de 5-6 haces vasculares de tipo colateral cada uno asociado a un canal de resina, rodeados por una vaina de células parenquimáticas de forma ovalada y pequeñas.

Pétalos. Epidermis adaxial uniseriada de células de forma cuadrangular a rectangular. Epidermis abaxial uniseriada de células que presentan paredes anticlinales onduladas con contenidos de taninos. Las células de parénquima hacia la cara adaxial presenta de 3-5 capas de células ovaladas a redondas pequeñas, y hacia la cara abaxial se encuentran 3-4 capas de células de parénquima de forma redondas y grandes con abundantes taninos. En la cara adaxial no se definen los estratos de parénquima y el contenido de taninos es disperso, se encuentran 5-6 haces vasculares acompañados de su canal de resina, sólo el haz vascular de en medio se encuentra

rodeado por una vaina de células parenquimáticas con contenidos de taninos (Figura 11B).

Androceo. La flor presenta ocho estambres dispuestos en un verticilo. Las anteras de las flores femeninas aparecieron colapsadas en el material que se examinó (Figura 11C). En flores masculinas los estambres presentan anteras bitecas cada una con dos sacos polínicos. Filamento cerca del nivel de inserción de las anteras, epidermis uniseriada de forma cuadrada a rectangular (Figura 11D), la matriz parenquimatosa conformada por células redondas grandes, por el centro se encuentra un haz vascular pequeño con 1-3 elementos de vaso y con floema asociado a un canal de resina, rodeados por una vaina de células de parénquima con taninos. Las anteras con exotecio uniseriado, formado por células elípticas con contenidos de taninos, el endotecio uniseriado, seguidamente presenta hipodermis un estrato de células de forma ovaladas con contenidos de drusas; posteriormente presenta un tapete nutritivo (Figura 11E). El polen maduro es de tipo Isopolar, tricolporado y anguloaperturado; oblato-esferoidal o prolato-esferoidal; contorno en vista polar: circular (Figura 11F).

Disco nectario: Presenta una epidermis externa e interna uniseriada con células de forma cuadrangular con contenidos de taninos y células con gránulos rojos. Las células de parénquima de forma redonda con contenidos de taninos y gránulos rojos.

Gineceo. El gineceo es de tipo sincárpico, con dos carpelos con dos óvulos en cada uno. La epidermis externa del ovario formada por células erectas con contenidos de taninos. Subyacente a la epidermis externa se observa un estrato de células parenquimáticas con drusas. Las células de parénquima cuadradas a rectangulares

con taninos. El ovario presenta 34 haces vasculares asociados a su canal de resina, los cuales abarcan casi todo el parénquima; estos haces vasculares y canales de resina en el ovario forman un anillo definido y continuo. Seguidamente el parénquima se presenta en un estrato bien definido con contenidos de taninos. Su epidermis interna presenta tres estratos de células pequeñas de forma rectangular con núcleos presentes (Figura 11G). El septo está conformado por parénquima, con dos haces vasculares asociado cada uno con su respectivo canal de resina. Los óvulos son de tipo ligeramente campilótrofos, no se les observa los tegumentos; con un funículo muy corto insertado ventralmente en la mitad inferior del lóculo (Figura 11H). **Estilo.** Las células de parénquima son redondas pequeñas con abundantes contenidos de taninos y drusas. El estilo en su periferia continua el anillo de haces vasculares asociados a canales resiníferos estos ya no tan marcadamente, en la parte central se observan cuatro haces vasculares con su canal de resina. **Estigma.** La epidermis estigmática uniseriada tiene células papilosas. Subyacente a la epidermis, se observa estratos de parénquima con contenidos de taninos. Seguidamente se encuentra células de parénquima con drusas. Siguen presente los cuatro haces vasculares con su respectivo canal de resina.

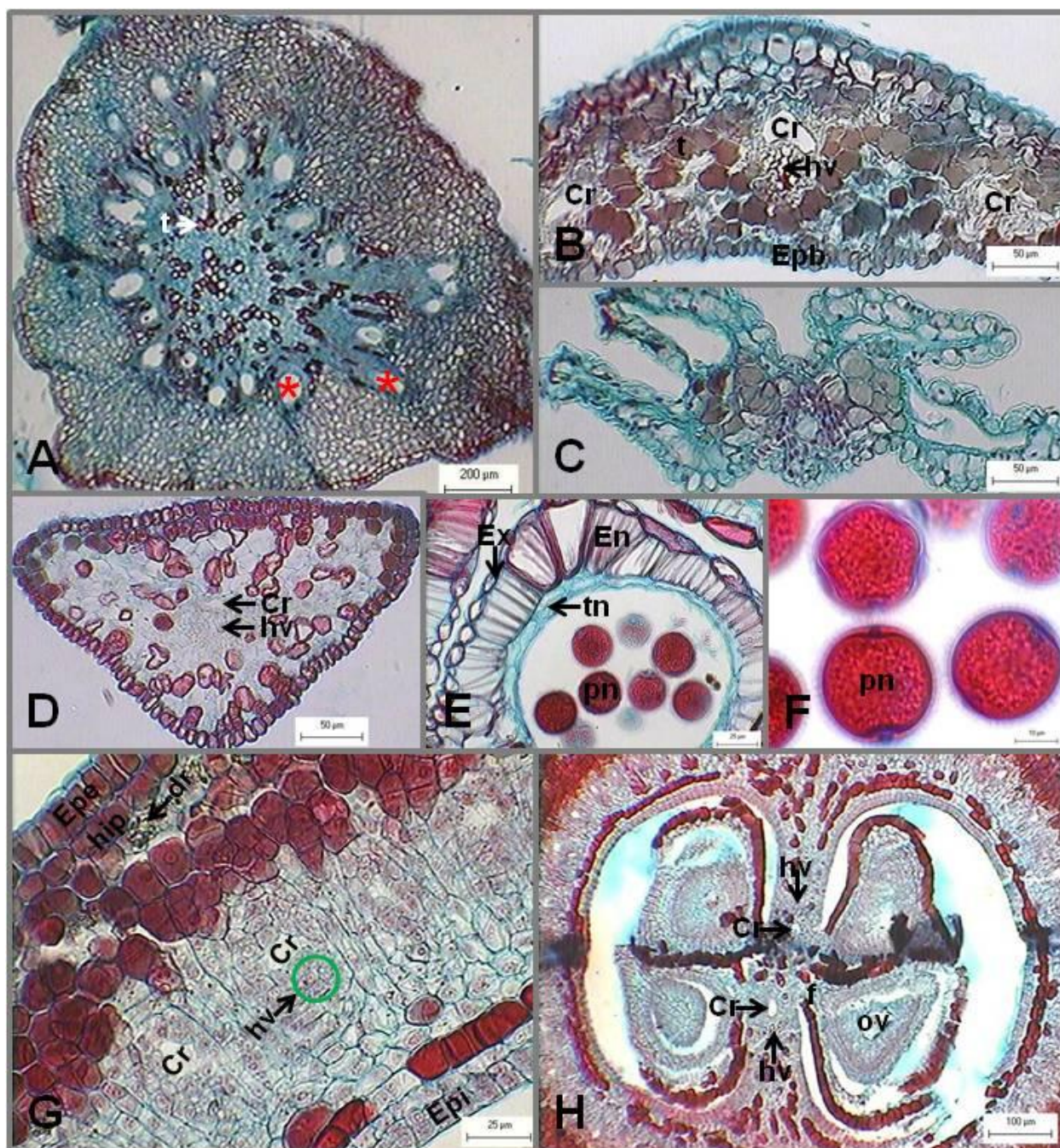


Figura 11. Anatomía de la flor de *Bursera tecomaca*. **A)** Receptáculo con un cilindro vascular, compuesto por haces vasculares (hv) acompañados por canales de resina (Cr) círculos rojos, el receptáculo presenta taninos (t). **B)** Pétalos con haces vasculares (hv) y canales de resina (Cr); con contenidos de taninos (t). **C)** Tecas colapsadas. **D)** Estambres con un haz vascular (hv) y canal de resina (Cr) en el centro del filamento. **E)** Anteras con exotecio (Ex), endotecio (En), tapete nutritivo. **F)** Polen maduro. **G)** Sección del ovario; Epidermis externa (Epe), haces vasculares asociados a canales de resina, presenta contenidos de taninos y drusas. **H)** Óvulos tipo ligeramente campilótopos, con un funículo muy corto (f); septo con dos haces vasculares.

Tabla 2. Características anatómicas observadas en *B. linanoe*, *B. sarcopoda*, *B. bicolor*, *B. tecomaca*, *Bursera* sp. *C. caudata*.

Estructuras florales	<i>B. linanoe</i>	<i>B. sarcopoda</i>	<i>B. bicolor</i>	<i>B. tecomaca</i>	<i>Bursera</i> sp. (sección <i>Bursera</i>)	<i>Commiphora caudata</i>
Receptáculo floral	-Dos cilindros vasculares: el central con 9 y en la periferia con 13.	-Un cilindro vascular con 26 haces.	-Un cilindro vascular con 14 haces.	-Un cilindro vascular con 16- 21 haces vasculares.		
Sépalos	-Fusionados en la base. -3 haces vasculares.	-Fusionados en la base. -5-6 haces vasculares	-Libres en la base. -5 haces vasculares	-Fusionados en la base. -5-6 haces vasculares	-Libres en la base. -5 haces vasculares	-Forman un tubo; las puntas agudas erectas libres. - Cada sépalo puede tener 5-7.
Pétalos	-4 haces vasculares	-3-4 haces vasculares	-5 haces vasculares	-5-6 haces vasculares	-3-5 haces vasculares	-puede tener hasta 11 haces vasculares.
Androceo	-ocho en un verticilo. -filamento con un haz vascular. -polen contorno en vista polar, lobado triangular.	-ocho en un verticilo. -filamento con un haz vascular. -polen contorno en vista polar circular.	-ocho en un verticilo. -filamento con un haz vascular. -polen contorno en vista polar, lobado triangular.	-ocho en un verticilo. -filamento con un haz vascular. -polen contorno es vista polar circular.	-seis en un verticilo -filamento con un haz vascular.	-ocho estambres en dos verticilos. -filamento con un haz vascular en la parte distal de las anteras se bifurca.
Disco nectario	-disco nectario intrastaminal.	-disco nectario lobulado intrastaminal.	-disco nectario intrastaminal.	-disco nectario intrastaminal.	-disco nectario lobulado intrastaminal.	-disco nectario intrastaminal.
Gineceo	-Gineceo sincárpico - estilo rudimentario. -óvulos bitégmicos.	-Gineceo sincárpico -estilo poco distinguible -óvulos bitégmicos.	-Gineceo sincárpico -Estilo largo -óvulos bitégmicos.	-Gineceo sincárpico -carece de estilo distinguible -óvulos con tegumentos no distinguibles.	-Gineceo sincárpico -esilo largo -óvulos bitégmicos.	-Gineceo sincárpico -carece de estilo distinguible. -aparentemente óvulos bitégmicos.

VIII. DISCUSIÓN

A) MORFOLOGÍA DE LA FLOR

Las cuatro especies en estudio presentaron flores tetrámeras y ovario bicarpelar; así como se reportó para el género *Bursera* sección *Bullockia* (McVaugh y Rzedowski, 1965; Toledo- Manzur, 1982), y el género *Commiphora* (Gillett, 1991). En este trabajo se reconocen en todas las especies flores hipóginas o de ovario súpero, de igual forma que lo hace Bachelier y Endress (2009) para sp. *Bursera* (Sección *Bursera*). Sin embargo, estos mismos autores mencionan que en la especie *Commiphora caudata* las flores son périginas o de ovario ligeramente ínfero; por lo que existe esa diferencia con *B. tecomaca* y *B. sarcopoda*. Las especies *B. linanoe*, *B. sarcopoda* y *B. tecomaca* presentan un cáliz fusionado en la base a excepción de *B. bicolor* que presenta un cáliz con sépalos libres. Sin embargo Gillett (1991) reporta cáliz cupular o tubular para el género *Commiphora*. Las especies en estudio de *B. sarcopoda* y *B. tecomaca* el cáliz es cerrado y esconde al resto de la flor en botones tiernos; así como se reporta para el género *Commiphora* (Gillett, 1980; Weeks *et al.*, 2005); por lo que existe esa diferencia con el género *Bursera*. La estivación de los sépalos en *B. linanoe*, *B. sarcopoda*, *B. bicolor* es valvada, al igual que el género *Bursera* (Rzedowski *et al.*, 2004). En la especie de *B. tecomaca* en estudio presenta una estivación imbricada, así como lo reporta Bachelier y Endress (2009) para *C. caudata*. Por otro lado Rzedowski *et al.* (2004) han descrito números fijos de estambres en algunas especies de *Bursera* tal es el caso de *B. aptera* y *B. bipinata* que presenta seis; *B. asplenifolia* ocho pertenecientes a la sección *Bullockia*. Los mismos autores también mencionan, que existen otras especies con un número variable en (*B. gummifera* entre ocho y 10, en *B. arida* de seis

a ocho y *B. esparzae* ocho ó diez), al igual que *B. copallifera* y *B. glabrifolia* (sección *Bullockia*). Sin embargo, Gillett (1991) reconoce para el género *Commiphora* ocho estambres en dos verticilos de cuatro. Sin embargo, en el presente trabajo se reconocen ocho estambres distribuidos en un verticilo para todas las especies en estudio.

B) ANATOMÍA DE LA FLOR

Receptáculo floral: El sistema vascular de las flores en *B. sarcopoda* presentan un cilindro con 26 haces vasculares, en *B. tecomaca* con 16-21, en *B. bicolor* presenta 14. En cambio en *B. linanoe* en la base del receptáculo se observa un cilindro vascular con 16 haces, en la parte superior del receptáculo se presentan dos cilindros vasculares, el de la periferia con 13; y el central con 9.

Perianto: Las cuatro especies en estudio presentan epidermis uniseriada. Sin embargo, en los pétalos de *B. tecomaca* células de la epidermis abaxial presentan paredes anticlinales onduladas con contenidos de taninos que permite identificarla de las otras tres especies en estudio. En los pétalos en cara adaxial el parénquima se presenta en dos estratos bien definidos y con taninos en las especies *B. sarcopoda* y *B. bicolor*; en *B. linanoe* presenta sólo uno; en cambio *B. tecomaca* no se definen los estratos de parénquima y el contenido de taninos es disperso. El sistema vascular de las cuatro especies en estudio de sépalos y pétalos son 3-6 y un canal de resina asociado a cada uno, en las cuatro especies, siendo *B. sarcopoda* y *B. tecomaca* la que presenta mayor número con 5-6, seguida de *B. bicolor* de cinco y la de menor número es *B. linanoe* 3-4. Sin embargo, Bachelier y Endress (2009) reportó para el sistema vascular en *Bursera* sp. (sección *Bursera*) que los haces vasculares tienen más o menos desarrollado un canal de resina, los sépalos presentan cinco haces vasculares y para los pétalos de 3-5; este mismo autor reporta para la especie *C. caudata* en los sépalos de 5-7 haces vasculares, y en los pétalos puede tener hasta 11 con lo que la hace la especie con mayor número de haces vasculares. En todas las

especies en este estudio se reconocen taninos; además en *B. linanoe*, *B. sarcopoda* y *B. bicolor* es muy evidente la presencia de drusas; en *B. linanoe* es evidente las células lipídicas.

Androceo: En este trabajo también se encontró un haz vascular en el centro del filamento asociado a un canal de resina; así como se reportó en *Bursera* sp. (sección *Bursera*) Bachelier y Endress (2009); estos mismos autores reportan para *Commiphora caudata* un sólo haz vascular con un canal de resina pero en la parte distal de las anteras y el haz vascular se bifurca. En las especies estudiadas se observó un estrato de células que conforma el exotecio y otro estrato al endotecio; en *B. sarcopoda* y *B. tecomaca* el endotecio y exotecio con contenidos de taninos y drusas, *B. bicolor* presenta taninos y *B. linanoe* con contenidos de células lipídicas. La especie *B. tecomaca* es la única que presenta todavía el tapete nutritivo con contenidos de drusas.

Polen. Para el género *Bursera* Harley *et al.* (2005) reporta polen isopolar, tricolporado y angulaperturado; oblato esferoidal o prolato esferoidal; contorno en vista polar; lobado triangular. Este mismo autor reporta para el género *Commiphora* un tipo de polen isopolar, tricolporado y angulaperturado; oblato esferoidal o prolato esferoidal: circular, con menos frecuencia lóbulos triangulares o hexagonales. En las cuatro especies en estudio solo *B. bicolor* y *B. linanoe* el polen es característico del género *Bursera*; en contraste, con *B. sarcopoda* y *B. tecomaca* se conserva el mismo tipo de polen que en la mayoría de las *Commiphora*. Debido a estas diferencias Rzedowski y Palacios Chávez (1985) concluyeron que *B. sarcopoda* y *B. tecomaca* deben ser transferidas a *Commiphora*. Sin embargo, estos caracteres contradicen a estudios

basados en el análisis de secuencias de ADN donde *B. sarcopoda* y *B. tecomaca* revela sus cercanas relaciones con otras especies de la sección *Bullockia* y no con las del género *Commiphora* (Becerra y Venable, 1999; Becerra, 2003). Por otro lado Weeks *et al.* (2005) considera que la sección *Bullockia* es el clado más basal de la tribu Burseraceae. Sobre la base de lo que ahora puede interpretar como la presencia de caracteres plesiomórficos del polen de *Bursera* y *Commiphora*.

Gineceo. En Burseraceae el gineceo es sincárpico Bachelier y Endress (2009), el número de lóculos es de 2-5 y de otros tantos carpelos (Rzedowski y Guevara-Féfer, 1992) y se ha reportado máximo de 10-12 en *Beiselia* (Forman *et al.*, 1989). Sin embargo, en el presente trabajo se reconoce dos carpelos en todas las especies estudiadas, así como se reporta para *Bursera* sección *Bullockia* (McVaugh y Rzedowski, 1965; Toledo-Manzur, 1982), igualmente el género *Commiphora* (Gillett, 1991). En Burseraceae el número de óvulos por carpelo es de dos (Rzedowski y Guevara-Féfer, 1992; Forman *et al.*, 1989), así como en el género *Bursera* (Rzedowski *et al.*, 2004) y *Commiphora* (Gillett, 1991), al igual se reporta en las cuatro especies en estudio. El estilo de *B. tecomaca* carece de un estilo distintivo al igual como lo reporta Bachelier y Endress (2009) para *Commiphora caudata*.

Para el género no se reporta el tipo de óvulo. En las cuatro especies en estudio se conserva el mismo tipo de óvulos que en la mayoría de las Burseraceae.

En Burseraceae, el número de tegumentos es comúnmente de dos; sin embargo (Wiger, 1935; Bachelier y Endress, 2009) ha reportado un tegumento en algunas especies de los géneros *Canarium*, *Commiphora*, y *Santiria*.

Las especies *B. bicolor*, *B. sarcopoda* presentan óvulos bitégmicos, el número de capas del tegumento externo e interno es de tres, el tegumento interno es más largo que el exterior y forma un micrópilo en forma de S; igual como reporta Bachelier y Endress (2009) a *sp. Bursera* (sección *Bursera*). A excepción de *B. tecomaca* en estudio no se distingue los tegumentos. Dichos autores también reportan a *C. caudata* la cual presenta óvulos aparentemente unitégmicos en el lado convexo, el tegumento es de 4-5 capas de células de espesor; tienen una envoltura externa bien desarrollada en el lado cóncavo del óvulo, que puede ser interpretada como un parcial tegumento externo de 5-6 células de espesor. En *Commiphora* óvulos aparentemente unitégmicos tienen una envoltura externa bien desarrollada en el lado cóncavo del óvulo, que puede ser interpretada como un parcial tegumento externo (Shukla, 1954; Bachelier y Endress, 2009)

Toledo-Manzur, 1982 reporta que sólo uno de los óvulos se convierte en semilla; Montaña- Arias, 2003 reporta al fruto de *B. submoniliformes* y *B. aloexylon* (*B. linanoe*) de la sección *Bullockia* la existencia de dos lóculos y sólo uno de ellos se desarrolla, siempre se encuentra una semilla desarrollada y en *B. aloexylon* (*B. linanoe*) muy a menudo se encuentran dos semillas desarrolladas. Becerril-Cruz, 2003 el fruto de *B. aptera* y *B. morelensis* de la sección *Bursera* es trilocular, sólo un lóculo se desarrolla en el cual hay sólo una semilla desarrollada.

IX. CONCLUSIONES

- ❖ *Bursera sarcopoda* y *B. tecomaca* presentan flores hipóginas o de ovario súpero al igual que todas las especies analizadas; por lo tanto difiere con *Commiphora caudata* donde las flores son períginas o de ovario ligeramente ínfero.
- ❖ El cáliz de *B. tecomaca* son fusionados en la base; no difiere a las encontradas en el grupo *Glabrifolia* sección *Bullockia*.
- ❖ La estivación en *B. tecomaca* es imbricada a diferencia de las tres especies en estudio que presentaron estivación valvada.
- ❖ En *B. sarcopoda* y *B. tecomaca* presentan ocho estambres distribuidos en un verticilo; mientras que el género *Commiphora* por presentar ocho estambres en dos verticilos de cuatro.
- ❖ *B. tecomaca* es la única especie que carece de un estilo distintivo.
- ❖ *B. sarcopoda* y *B. tecomaca* son las especies que mostraron la mayor cantidad de haces vasculares en el perianto.
- ❖ *B. tecomaca* presenta en el ovario un anillo definido de haces vasculares, al igual que *Bursera* sp. (sección *Bursera*); se diferencia con *Commiphora caudata* por presentar un discontinuo anillo de haces probablemente diferenciado.
- ❖ *Bursera sarcopoda* y *B. bicolor* presenta óvulos bitégmicos, con tres capas de grosor en el tegumento externo e interno al igual que *Bursera* sp.; que difiere con el género *Commiphora* por presentar óvulos aparentemente unitégmicos.
- ❖ *B. tecomaca* es la única especie que presenta drusas debajo de la epidermis del ovario; presencia de tapete nutritivo en las anteras con abundantes drusas.

- ❖ Se sugiere incluir a más especies de la sección *Bullockia* para observar si existen variabilidad en algunos de los caracteres que aquí se describen y así ponerlos a prueba mediante un análisis cladístico. Para ubicar taxonómicamente con precisión a *B. sarcopoda* y *B. tecomaca*.

X. LITERATURA CITADA

1. Aranguren-Becerra, E. R. 1994. Caracterización de los bosques tropicales caducifolios y el aprovechamiento de sus recursos por comunidades Nahuas, de la montaña de Guerrero. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de México. México, D. F. 140 pp.
2. Bachelier, J. B., Endress, P. K. 2009. Comparative floral morphology and anatomy of Anacardiaceae and Burseraceae (Sapindales), with a special focus on gynoecium structure and evolution. *Bot. J. Linn. Soc.* 159: 499–571.
3. Becerra, J. 2003. Evolution of Mexican *Bursera* (Burseraceae) inferred from ITS, ETS and 5S nuclear ribosomal DNA sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 26(2): 300–309.
4. Becerra, J. y Lawrence Venable 1999. Nuclear ribosomal DNA phylogeny and its implications for evolutionary trends in Mexican *Bursera* (Burseraceae) *American Journal of Botany* 86(7): 1047-1057.
5. Becerril-Cruz, F. 2003. Morfología y Anatomía del fruto de dos especies del género *Bursera* Jacq ex L. Sección *Bursera*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM, México. 45 pp.
6. Becerril-Cruz, F. 2009. Morfología y Anatomía del fruto del género *Bursera* Jacq. ex L. (Burseraceae). Tesis de Maestría. Facultad de Estudios Superiores, *Zaragoza*. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 75 pp.
7. Bullock, A. 1936. Contributions to the flora of tropical America: XXXVII. Notes on the Mexican species of the genus *Bursera*. *Kew Bulletin of Miscellaneous information* 1936: 346-387.

8. Case, R. J., A. O. Tucker, M. J. Maciarello y K. A. Wheeler. 2003. Chemistry and Ethnobotany of Comercial Inciense Copals, Copal Blanco, Copal Oro, and Copal Negro, of North America. *Economic Botany* 57: 189-202.
9. Charlesworth, D. 1989. Evolution of low female fertility in plants: Pollen limitation, resource allocation and genetic load. *Trends in Ecology and Evolution* 4: 289-292.
10. Clarkson, J., M. Chase y M. Harley. 2002. Phylogenetic relationships in Burseraceae based on plastid rps 16 intron sequences. *Kew Bulletin* 57: 183-193.
11. Cronquist, A. 1981. An integral system of clasification of flowering plants, with a new foreword by armen Taktajan. Columbia University Press, New York, USA. 803-805 pp.
12. Daly, D. C. 1993. Notes on *Bursera* in South America, including a new species. Studies in Neotropical Burseraceae VII. *Brittonia* 45: 240-246.
13. De Candolle, A. 1825. Prodrumus. Burseraceae. 2: 785-792.
14. Doyle, J. A. y C. L. Hotton, 1991. Diversification of early angiosperm pollen in a cladistic context. In: Blackmore, S., Barnes, S.H. (Eds.), Pollen and Spores. Clarendon Press, Oxford, England, pp. 169–195.
15. Engler, A. 1931. Burseraceae. En A. Engler y K. Prantl (eds.) *Die Natürlichen Pflanzenfamilien*. ed. 2, 19A: 405–456.
16. Forman, L., P. Brandham, M. Harley y T. Lawrence. 1989. *Beiselia mexicana* (Burseraceae) and its affinities. *Kew Bulletin* 44(1): 1–31.

17. Gadek P., S. Edwin, C. Quinn, S. Hoot, T. Terraza, M. Sheahan y M. Chase. 1996. Sapindales: Molecular Delimitation and infraordinal Groups. *American Journal of Botany* 83 (6): 802-811.
18. Gentry, A. H. (1996). *A field guide to the families and genera of woody plants of Northwest South America*. Chicago: University of Chicago Press.
19. Gillett, J. B. 1980. *Commiphora* (Burseraceae) in South America and its relationships to *Bursera*. *Kew Bulletin* 34(3):569-587.
20. Gillett, J. B. 1991. Burseraceae. In: R. M. Polhill (ed.) *Flora of East Africa*. Rotterdam: A. A. Balkema.
21. Guillaumin, A. 1909 Recherches sur la structure et le development de Burseracées: application a la systématique. *Ann. Sci Nat. Bot.* serie 9, 10: 201-301.
22. Harley, M. M., Song, U. y H. Banks. 2005. Pollen morphology and systematics of Burseraceae. *Grana* 44: 282-299.
23. Hooker, J. D. 1862. *Burseraceae* in Bentham y Hooker, *Genera Plantarum* 1: 321-327.
24. Hutchinson, J. 1969. *Evolution and Phylogeny of Flowering Plants. Dicotyledons, facts and theory*. Academic Press, London. 395-396.
25. Johnson, M. 1992. The Genus *Bursera* (Burseraceae) in Sonora, México and Arizona, USA. *Desert Plants* 10(3): 126-144.
26. Lam, H. J. 1932. The Burseraceae of the Malay Archipelago and Peninsula, with annotations concerning extra-Malayan species, especially of *Dacryodes*, *Santiria* y *Canarium*. *Bulletin Jardin Botanique de Buitenzorg* Serie 3, 12: 296–297.

27. Langenheim, J. H., 2003. *Plants Resins: Chemistry, Evolution, Ecology, and Ethnobotany*. Timber Press, Portland, Oregon, USA.
28. López C. L. 2005. Técnicas para el estudio del desarrollo de angiospermas. 2° Edición, Facultad de Ciencias, UNAM, pp. 22-39.
29. McVaugh, R. y Rzedowski, J. 1965. Synopsis of the genus *Bursera* L. In western México, with notes on the material of *Bursera* collected by Sessé y Mociño. *Kew Bulletin*. 18: 317–382.
30. Montaño-Arias, G. 2003. Morfología y Anatomía del fruto de dos especies del género *Bursera* Jacq ex L. sección *Bullockia*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Estudios Superiores de Zaragoza, UNAM, México. 50 pp.
31. Narayana L. L. 1960. Studies in Burseraceae- II. *Journal of the Indian Botanical Society* 39: 402-409.
32. Narayana, L. L. 1959. Microsporogenesis and female gametophyte in *Boswellia serrata* Roxb. *Current Science* 28: 77-78.
33. Purata S., M. Chibnik, B. Brossi y A. M. López. 2004. Figuras de Madera de *Bursera glabrifolia* H. B. K. (Engl.) en Oaxaca, México. En productos forestales, medios de subsistencia y conservación, estudios de casos sobre sistemas de manejo de productos forestales no maderables. Ediciones Cifor, América Latina 3:415-438.
34. Rzedowski J. 1968. Notas sobre el género *Bursera* (Burseraceae) en el estado de Guerrero (México). *Anales de la escuela Nacional de Ciencias Biológicas IPN* 17: 17-36.

35. Rzedowski, J. 1988. Vegetación de México. Editorial Limusa. México. 351-355 pp.
36. Rzedowski, J. y F. Guevara-Féfer. 1992. Burseraceae. Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes. Instituto de Ecología A. C. Centro regional del Bajío. Pátzcuaro, Michoacán, México 3: 1-46.
37. Rzedowski, J. y H. Kruse. 1979. Algunas tendencias evolutivas en *Bursera* (Burseraceae). Taxón 28(1): 103-116.
38. Rzedowski, J. y Palacios-Chávez, R. 1985. La presencia de *Commiphora* (Burseraceae) en México. – Taxon 34: 207-210.
39. Rzedowski, J., Medina-Lemos y G. Calderón de Rzedowski. 2004. Las especies de *Bursera* (Burseraceae) en la cuenca superior del Río Papaloapan (México). Acta Botánica Mexicana 70(1): 85-111.
40. Rzedowski, J., R. Medina-Lemos y G. Calderón de Rzedowski. 2005. Inventario del conocimiento taxonómico, así como de la diversidad y del endemismo regionales de las especies mexicanas de *Bursera* (Burseraceae). Acta Botánica Mexicana 70(1): 85-111.
41. Semarnat (2002). *Bursera bipinnata*. Fichas de especies: http://www.semarnat.gob.mx/pfnm2/fichas/bursera_bipinnata.html/
www.semarnat.gob.mx/pfnm2/fichas/bursera_bipinnata.htm
42. Shukla R. D. 1954. Gametophyte in *Balsamodendron Mukul*. Hook. Current Science 23: 333.

43. Srivastava G.N., K. V. Srinath. 1965. Floral morphology and chromosomes in *Bursera delpechiana* Poiss. *Current Science* 34: 514-515.
44. Stephenson AG. 1981. Flower and fruit abortion: proximate causes and ultimate functions. *Annual Review of Ecology and Systematics* 12: 253-279.
45. Sunnichan V. G., H. Y. Mohan Ram, K. R. Shivanna. 2005. Reproductive biology of *Boswellia serrata*, the source of salai guggul, an important gum-resin. *Botanical Journal of the Linnean Society* 147: 73-82.
46. Sutherland, S. 1986. Patterns of fruit-set: what controls fruit-flower ratios in plants? *Evolution* 40: 117-128.
47. Toledo-Manzur C. A. 1984. Contribuciones a la flora de Guerrero: tres especies nuevas del género *Bursera* (Burseraceae). *Biotica* 9(4): 441-449.
48. Toledo-Manzur, C. A. 1982. El género *Bursera* (Burseraceae) en Guerrero (México). Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F., 182 pp.
49. Weeks A. 2003. The molecular systematics and biogeography of the Burseraceae. Ph.D. dissertation, The University of Texas at Austin, Austin, Texas, USA.
50. Weeks, A., B. B. Simpson. 2007. Molecular phylogenetic analysis of *Commiphora* (Burseraceae) yields insight on the evolution and historical biogeography of an "impossible" genus. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 42: 62-79.
51. Weeks, A., D. C. Daly y B. B. Simpson. 2005. The phylogenetic history and biogeography of the frankincense and myrrh family (Burseraceae) based on

nuclear and chloroplast sequence data. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 35(1): 85–101.

52. Wiger J. 1935. Embryological studies on the families Buxaceae, Meliaceae, Simaroubaceae and Burseraceae. Doctoral dissertation, University of Lund, Gleerup, Lund.

Apéndice

Especies de *Bursera* estudiadas, así como su localización

Sección *Bullockia*.

Grupo V. Glabrifolia: *B. linanoe*. Puebla: Localidad Rancho “El Salado”, perteneciente al municipio de Jolalpan, localizada en las coordenadas ortogonales (UTM), x=2027300 / y=504350, con una altitud de 946 m.s.n.m (Andrés-Hernández 160, 161). ***Bursera sarcopoda*.** Guerrero: Localidad: Juan R. Escudero 17° 06' 48.1" N – 99° 24' 30.4", 386 m.s.n.m., (Becerril-Cruz, Espinosa-Organista y Montaña-Arias 234); Guerrero: Localidad: Juan R. Escudero, la Peña. 17° 06' 18.1" N – 99° 30' 31.7", 480 m.s.n.m., (Becerril-Cruz, Espinosa-Organista y Montaña-Arias 235, 236).

Grupo VI. Copallifera: *B. bicolor* Puebla: Localidad Rancho “El Salado”, perteneciente al municipio de Jolalpan, localizada en las coordenadas ortogonales (UTM), x=2027300 / y=504350, con una altitud de 946 m.s.n.m (Andrés Hernández 165, 166 y 167)

Grupo VII. Tecomaca: *B. tecomaca* Guerrero: Municipio Salto Valadez, 17° 37' 32.0" N – 99° 27' 50.8", 1438 m.s.n.m., (Becerril-Cruz, Espinosa-Organista y Montaña-Arias 209, 210)