



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
"ZARAGOZA"

Morfología y anatomía del fruto de dos especies del
género *Bursera* Jacq. ex L. Sección *Bursera*
(Burseraceae)

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

B I O L O G O

P R E S E N T A:

FLORENCIA BECERRIL CRUZ

DIRECTOR: M. en C. David N. Espinosa Organista

Adscripción: Carrera de Biología, FES Zaragoza, UNAM.

MÉXICO, D.F.

NOVIEMBRE DEL 2006

67



Universidad Nacional
Autónoma de México

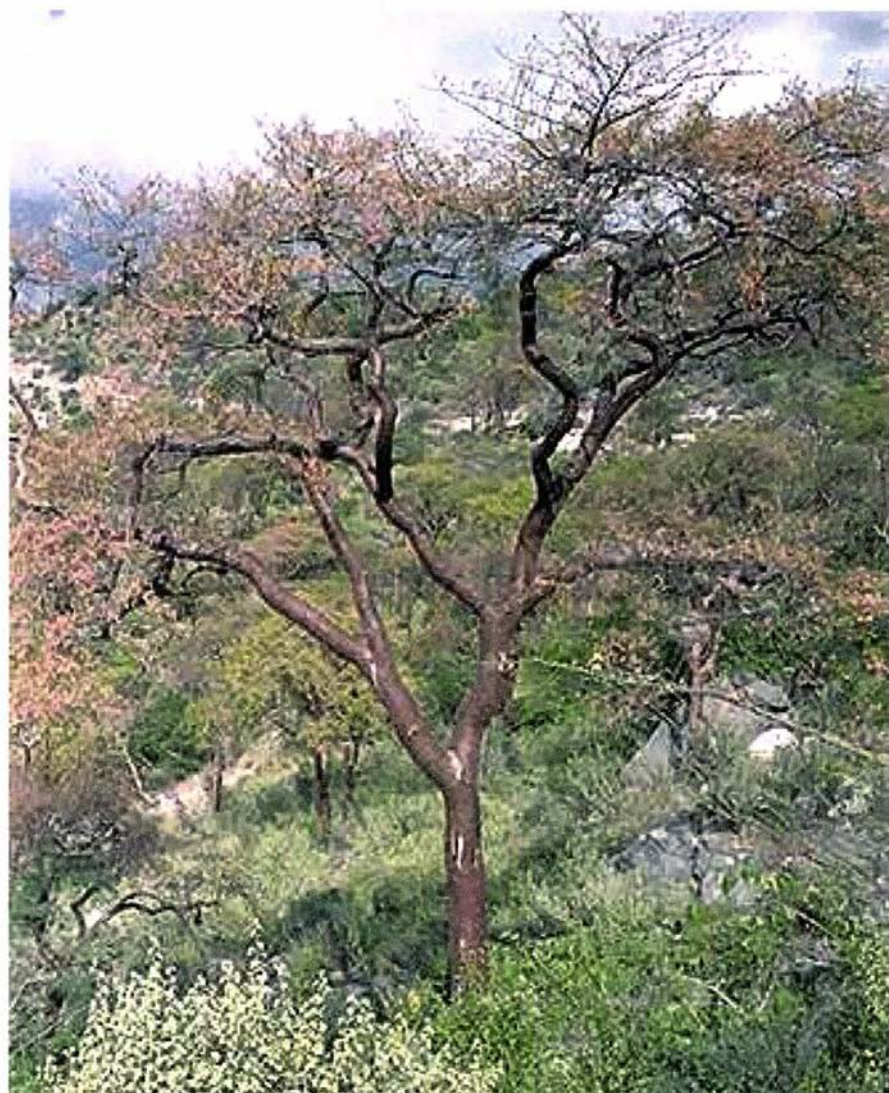


UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



***Bursera* Jacq. ex L.**

DEDICATORIA

A Dios por haberme dado la oportunidad de disfrutar la vida y poder realizar uno de mis sueños.

A mis padres Abraham Becerril y Maria Luisa Cruz por apoyarme, por su sacrificio, por todo su cariño y por haberme dado la oportunidad de lograr este sueño. Los amo.

A mis hermanos: Marcela, Maria Elena, Dionicia, Humberto, Jorge y Adeia que me apoyaron en este reto y están siempre conmigo alentándome a seguir siempre adelante. Los quiero mucho!

A mis sobrinas: Alicia, Maria Guadalupe, Adriana Isabel y Karla Itzel para que sepan que lo que se propongan con un poco de esfuerzo, lo podrán lograr.

A Imelda que a pesar de los años y la distancia, seguimos siendo amigas.

A Karina que aunque separadas seguimos con nuestros sueños.

A Serafín, que gracias a sus consejos pude tomar la decisión de ser Bióloga.

A todos mis profesores que me dieron la formación académica que hoy tengo, sobre todo a mi asesor el Maestro David N. Espinosa, al maestro Alfredo Bueno, a la maestra Magdalena Ordoñez, a la maestra Mercedes Luna y a la maestra Rosa Andrés, por brindarme sus conocimientos, pero sobre todo por brindarme su amistad. Muchas gracias!

A todos y cada uno de mis amigos mas cercanos que no necesito nombrar por que saben quienes son y que de una u otra manera influyeron para lograr este triunfo, el cual comparto con ellos. Gracias!

A mis hermanos de carrera: Eloir, Paola, Yadira, Miriam, Eduardo Miguel Angel, Claudia Galicia, Ivan, Claudia Pardo, Ulises, Beatriz Martinez, Paula, Pablo, Ana y Julissa, por haber compartido conmigo experiencias buenas y malas. ¡Muchas gracias amigos!

Al Sr. Y Sra Mergold Villaseñor por todos sus consejos, por su compañía y por darme la oportunidad de haber sido parte de su familia. Los quiero y admiro!

A Genaro Montaña por ser una persona muy importante en mi vida, por escucharme, por apoyarme, por soportarme y sobre todo por ser mi amigo.

Duele extrañarte, pero me reconforta la idea de vivir y morir junto a ti...

AGRADECIMIENTOS

A la **Universidad Nacional Autónoma de México, FES "Zaragoza"** por la formación profesional y el apoyo que en ella he recibido.

Al **M en C. David N. Espinosa Organista** por su apoyo, tanto intelectual como material para la realización de este trabajo, su asesoría, su confianza, por todos los momentos agradables en campo, por sus experiencias pero, especialmente por su amistad.

Al comité evaluador **Dra. Patricia Velasco de León, M. en C. David N. Espinosa Organista, M. en C. Amadeo Barba Álvarez, Biól Ma. Magdalena Ordóñez Reséndiz** y **Biól Marco Antonio Hernández Muñoz**, por sus valiosos comentarios y aportaciones que sin duda alguna enriquecieron y mejoraron este trabajo.

A la **M en C. A. Rosa Andrés Hernández** (Colegio de posgraduados, Montecillo) y a la **M en C. Claudia V. Mergold Villaseñor** (Facultad de Ciencias UNAM) por sus comentarios y sugerencias que enriquecieron este escrito.

A la **M. en C. Esthela Sandoval Z.** (Jardín Botánico, UNAM), **Dra. Patricia Velasco de León** (FES-Zaragoza, UNAM) **Dr. Edelmiro Santiago** (FES-Zaragoza, UNAM) **Dr. Xavier Chippa C.** (FES-Zaragoza, UNAM) y a la **M. en C. Rosalva Garcia S.** (FES-Zaragoza, UNAM) por permitirme utilizar su equipo fotográfico y obtener las imágenes que forman parte de este trabajo.

CONTENIDO

Contenido	III
Índice de figuras	IV
Índice de cuadros	V
Resumen	1
Introducción	2
Marco teórico	5
Características Generales de Bursera	5
Distribución	5
Evolución	8
Importancia económica	9
Manejo del recurso.	10
Taxonomía y filogenia	10
Diagnos de las especies en estudio	15
Justificación	17
Área de estudio	18
Objetivos	23
Material y método	24
Etapa I Elección de sitio y recolecta de material	25
Etapa II Trabajo de Laboratorio	26
Etapa III Trabajo de gabinete.	26
Resultados y discusión	28
Morfología del fruto	28
Anatomía del fruto.	31
Conclusiones	42
Literatura citada.	44
Anexo	49

INDICE DE FIGURAS

Figura		Pags
1	Distribución de la familia Burseraceae en el mundo	5
2	Distribución geográfica del género <i>Bursera</i> en América	6
3	Distribución geográfica del género <i>Bursera</i> en México	7
4	Hipótesis filogenéticas del género <i>Bursera</i>	12
5	Taxonomía del género <i>Bursera</i> según Toledo-Manzur	13
6	Ubicación geográfica de la zona de estudio	21
7	Tipos de semilla de <i>Bursera</i>	24
8	Morfología del fruto de <i>Bursera aptera</i> y <i>Bursera morelensis</i>	30
9	Anatomía de exocarpo, presencia de cristales en <i>B. morelensis</i>	32
10	Anatomía del exocarpo	33
11	Anatomía de mesocarpo	34
12	Anatomía de mesocarpo, presencia de cristales en <i>B. morelensis</i>	35
13	Líneas de separación y pseudoarilo	35
14	Anatomía de endocarpo	39
15	Embrión y semilla en <i>B. aptera</i> y <i>B. morelensis</i>	40

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Págs
1	Caracteres determinantes que dividen a las dos secciones del género <i>Bursera</i>	1
2	Características de los árboles de <i>B. aptera</i> y <i>B. morelensis</i> de los cuales se recolectaron frutos.	25
3	características morfológicas observadas en el fruto de las especies estudiadas	29
4	Comparación de caracteres morfológicos de especies de dos secciones de <i>Bursera</i> .	29
5	Características anatómicas del pericarpo	37
6	Características de la semilla y endocarpo	40
7	Comparación de características anatómicas de dos secciones de <i>Bursera</i> .	41

RESUMEN

El género *Bursera* es un elemento importante en la vegetación de selvas bajas caducifolias de México. Su taxonomía ha sido abordada por varios autores; sin embargo, todavía presenta problemas de reconocimiento a nivel específico y supraespecífico. En este trabajo se presenta un estudio morfológico y anatómico comparativo del fruto de dos especies (*Bursera aptera* (Ramírez) y *Bursera morelensis* (Ramírez)) del género *Bursera* sección *Bursera* con el fin de contribuir a su conocimiento taxonómico.

Los frutos fueron recolectados en diversas localidades del río Balsas, lavados y cortados transversal y tangencialmente a mano y en micrótomos de deslizamiento 20 a 25 mm de grosor. Los cortes fueron teñidos y montados en placas permanentes con entellan. Se observaron características morfológicas con diferencias en la forma del fruto, terminación de la valva, suturas, cobertura y color del pseudoarilo, así como la forma de la semilla. Se observaron diferencias anatómicas en la cantidad, arreglo y composición celular de diferentes tipos de tejidos (exocarpo, mesocarpo y endocarpo) en el tamaño, forma y número de los canales resiníferos. Los resultados de este estudio proporcionan evidencia adicional, y potencialmente útil en el estudio de la biología comparada del género *Bursera*.

Palabras clave: Morfología, anatomía, fruto, *Bursera aptera* (Ramírez), *Bursera morelensis* (Ramírez) taxonomía, filogenia, Depresión del Balsas México

INTRODUCCIÓN

México es el quinto país en diversidad biológica del planeta, forma parte de los 12 países que albergan el 70% de la riqueza mundial de especies. Sin embargo, es uno de los lugares donde la destrucción de la vegetación natural se ha dado a tal grado que en los años setentas sólo el 40.8% del territorio nacional contenía una vegetación natural sin disturbios, según el Atlas Nacional del Medio Físico (citado en Toledo, 1988).

De acuerdo con Rzedowski (1996), México posee en su territorio un universo vegetal de excepcional diversidad y significación. Tan afortunada circunstancia se manifiesta en múltiples formas y niveles, y sus facetas más importantes son las siguientes:

- a) *Comunidades vegetales.* Se presentan dentro de sus límites prácticamente todos los principales tipos de vegetación que se conocen en nuestro planeta. Además de México, solo la India y Perú reúnen, en el territorio de un país, una diversidad algo semejante de la cubierta vegetal.
- b) *Formas biológicas.* La gran variedad y el notable esplendor de formas de vida o formas biológicas que exhibe la flora de México, en particular la de sus zonas áridas, solo tiene paralelo en Sudáfrica.
- c) *Especies de plantas.* Aunque la cuantía del acervo florístico de muchas partes de la Tierra no se conoce aun con precisión, se ha reconocido que México con sus probables 30 000 especies de plantas está entre los primeros lugares en el mundo en cuanto a su riqueza.
- d) *Combinación de elementos boreales y meridionales.* Una de las peculiaridades más significativas de la flora de este país es incluir un gran número de componentes procedentes de los dos hemisferios y sobre todo el hecho de que los unos y los otros juegan un papel importante en la vegetación.
- e) *Endemismo.* Sin ser una isla, México contiene una elevada proporción de taxones de distribución restringida.
- f) *Plantas cultivadas, semicultivadas y malezas.* México junto con la parte boreal de Centroamérica ha sido un centro de suma importancia en la domesticación de

cultivos y todavía hoy conserva una cuantiosa diversidad de germoplasma seleccionado y mejorado. Con el desarrollo de la agricultura y de la civilización, ha evolucionado en el país un considerable contingente de malezas nativas arvenses y ruderales (Llorente, 1996).

México junto con Centroamérica constituyen una de las regiones con mayor diversidad de organismos vegetales. Los intentos por cuantificarla con precisión se topan con la falta de un inventario depurado de todas las especies conocidas y con la existencia de un significativo número de plantas que no han sido descritas y a menudo ni siquiera descubiertas todavía en el territorio del país (Rzedowski, 1996).

En México, el bosque tropical caducifolio o selva baja caducifolia se distribuye en tierras de clima cálido y con especies arbustivas o arborescentes que pierden sus hojas en la época seca del año durante un lapso variable, que por lo general oscila alrededor de seis meses (Rzedowski, 1994).

La mayoría de la selva baja caducifolia correspondiente a la Depresión del Balsas que se mantiene fuera de las concentraciones urbanas esta muy bien preservada (Toledo y Ordóñez, 1993). En este sentido, la alta concentración de especies de *Bursera* con diferentes niveles de parentesco y variados patrones ecológico-geográficos ofrece buenas posibilidades para la búsqueda de explicaciones generales de eventos evolutivos y del establecimiento de las especies, así como el esclarecimiento de los factores que han determinado la existencia de un alto número de especies en la depresión del Balsas (Toledo- Manssur, 1982).

El amplio patrón de la estructura de frutos y semillas es, en general, menos confiable como criterio taxonómico (frutos o semillas similares superficialmente relacionan a grupos solo aparentemente); sin embargo, ellos son de suma importancia. En grandes familias como *Brassicaceae* y *Apiaceae*, por ejemplo, los frutos proporcionan los caracteres más útiles, sin embargo en otras familias como en *Rosaceae*, son apenas importantes. En algunas familias, el número de términos especiales usados que describen la variación de los frutos es alto (Stace, 1980).

Los estudios referentes al género *Bursera* se han realizado a nivel de estadio adulto sobre caracteres morfológicos como: corteza, fruto, polen, estructura y número de partes florales, forma y número de los folíolos en las hojas. A nivel anatómico, Gómez- Vázquez (1983) realizó estudios sobre madera de *Bursera longipes* (Rose) Standl.

Los estudios sobre morfología de plántulas en el género son escasos. Solo se han descrito superficialmente las hojas cotiledonares, mencionando si son trilobadas o multilobadas (Rzedowski y Kruse, 1979; Johnson, 1992; Andrés-Hernández, 1997). En *Boswellia frereana* Bridwood y *B. sacra* Flückiger, las hojas cotiledonares tienen cinco lóbulos (Thulin y Warfa, 1986), pero han sido descritas como multifidas. La diferencia radica en el patrón de división de los lóbulos principales de las hojas cotiledonares.

Es importante señalar que el estado de fruto es una fase importante en el ciclo de vida de cualquier especie. Los frutos son importantes en algunos grupos de plantas, como en el género *Bursera* ya que proveen de información valiosa para su identificación, para la realización de estudios ecológicos y establecimiento de su historia evolutiva.

La taxonomía del género *Bursera* aun no es muy clara ya que las características morfológicas de las especies son muy diferentes entre si. Por esta razón se han propuesto estudios anatómicos para encontrar otras fuentes de caracteres que contribuyan a inferir relaciones genealógicas de *Bursera* con otros géneros (*Boswellia* y *Commiphora*, en particular). Asimismo estos estudios contribuyen al esclarecimiento taxonómico y nomenclatural de ambos taxones.

MARCO TEORICO

Características generales de *Bursera*

Distribución

La familia Burseraceae está constituida por 18 géneros, que incluyen cerca de 600 especies distribuidas en los países tropicales del mundo (Fig. 1). Ocho géneros están representados en el continente americano, seis de los cuales son endémicos; los otros dos (*Dacryodes* y *Protium*) se extienden también al viejo mundo.

Esta familia está formada por árboles o arbustos resinosos con hojas dispuestas helicoidalmente, generalmente agrupadas en los extremos de las ramas, imparipinnadas, con o sin estipulas. Flores agrupadas en panículas y en los finales de las ramas, son pequeñas normalmente unisexuales en plantas separadas con perianto de 3-5 segmentos. Sépalos unidos y pétalos normalmente libres. Estambres en igual o doble numero de pétalos. Fruto generalmente en drupa, a veces capsular.

(http://biologia.edu.ar/botanica/tema6/6_5cla-carnosos.htm).

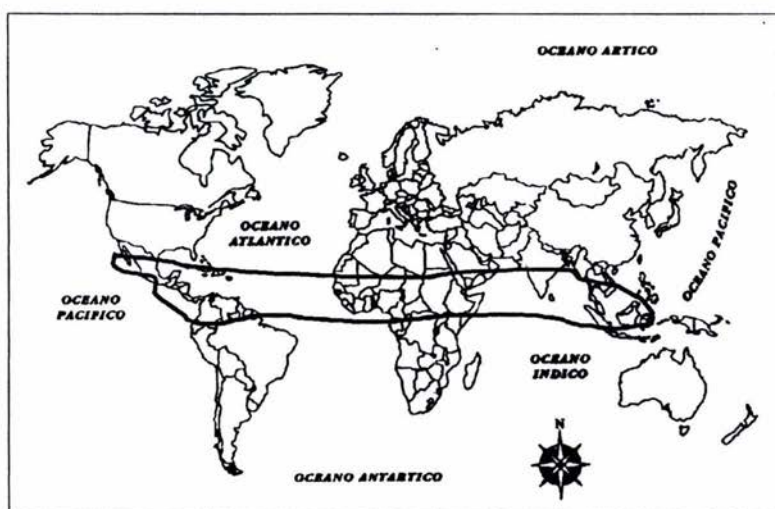


Figura 1. Distribución de la familia *Burseraceae* en el mundo.

El género *Bursera* Jacq. ex. L. tiene una distribución tropical y subtropical (Rzedowski y Kruse, 1979; Daly, 1993) y está constituido por alrededor de 100 especies. De ellas, cerca del 80% de especies son endémicas a México. En América, este género se distribuye desde el sureste de los EEUU hasta el norte de Sudamérica y también en los archipiélagos de las Antillas, Galápagos y Revillagigedo (Rzedowski y Kruse, 1979; Daly 1993) (Fig. 2) y parece haber una disyunción en el extremo noreste de Brasil las especies de tal área probablemente pertenecen al género *Comiphora* (Gillett, 1980).



Figura 2. Distribución geográfica del género *Bursera* en América .

El género *Bursera* es uno de los principales representantes de la selva baja caducifolia. Las especies de *Bursera* son elementos importantes en comunidades climác, suelen ser abundantes en condiciones climáticas con amplios períodos de sequía, distribuyéndose preferentemente en suelos someros de cerros con laderas de gran pendiente (Rzedowski y Kruse, 1979; Toledo–Manzur,1982).

Así, el género *Bursera*, tan importante en la flora de la vertiente pacífica de México, con toda probabilidad es de ascendencia africana, pues ahí se concentran los grupos que le son aínes, a mencionar, *Aucoumea*, *Boswellia* y *Commiphora*. Lo más interesante del caso es que la distribución geográfica actual de *Bursera* (sur de Estados Unidos a las Guayanas y Perú), aunada a los restos fósiles conocidos (oeste de estados Unidos e Inglaterra) señala que este linaje gondwaniano aparentemente no llegó aquí por vía de Sudamérica, sino con más probabilidad migró por la ruta de Laurasia, que durante largos periodos del terciario tuvo un clima mucho más cálido que el actual (Rzedowski, 1996).

Existe una mayor diversificación y concentración de endemismos sobre la vertiente del pacífico y la máxima concentración de especies se presenta en México, en la depresión del Balsas con 47 especies (Fig. 3) (Toledo–Manssur, 1982).



Figura 3. Distribución geográfica del género *Bursera* en México (elaborado a partir de Rzedowski y Kruse, 1979).

Todas las especies de *Bursera* parecen ser plantas rigurosamente caducifolias que pierden sus hojas en la temporada seca del año y en general florecen al final de la misma, más o menos simultáneamente con la aparición de órganos foliares nuevos (Rzedowski y Kruse, 1979).

Las especies del género *Bursera* son árboles o arbustos caducifolios, perfectamente dióicos o poligamodióicos, resinosos y frecuentemente aromáticos. La corteza externa es exfoliante rojiza o amarillenta, o bien lisa no exfoliante. Las hojas generalmente están dispuestas en rosetas sobre ramillas del año anterior, o bien alternas o esparcidas sobre ramillas vigorosas jóvenes, sin estípulas. Las rosetas a veces están rodeadas en la época de floración por una o varias series de catáfilos caedizos o persistentes. Las hojas son generalmente imparipinnadas, bipinnadas, trifolioladas o unifolioladas, glabras o pubescentes, con el margen de foliolo entero o aserrado, raquis con o sin alas. Las flores son pequeñas, las funcionalmente femeninas o hermafroditas son trimeras o tetrámeras y a veces pentámeras, las masculinas por lo común son tetrámeras o pentámeras y a veces trimeras o hexámeras. El cáliz tiene sépalos libres o fusionados en la parte basal; los lóbulos son generalmente lanceolados, triangulares o lineares. La corola de prefloración es valvada. Los pétalos, en su mayoría, son oblanceolados, oblongos, elípticos o lanceolados, erectos o reflejos en la madurez, blancos, amarillentos o rojizos. Los estambres son dos veces más numerosos que los pétalos. El ovario es bilocular o trilocular. El estilo es cilíndrico o cónico, con estigma bilobulado o trilobulado. Las drupas son dehiscentes, bivalvadas o trivalvadas, con un hueso envuelto por un pseudoarilo carnoso y coloreado que lo cubre totalmente, o bien, lo cubre en la parte inferior y frecuentemente presenta lóbulos en las suturas del hueso pero nunca sobre las caras (Toledo-Manzur, 1982).

Evolución

Se postula que el origen de *Bursera* fue probablemente la zona climática cálida con una larga temporada seca. A partir de ahí, este género colonizó otros medios, teniendo cierto éxito dentro de las regiones calientes y secas, pero sin que lograra franquear de manera decisiva la barrera de los climas templados y fríos. Engler (1883), destacó la escasa participación de elementos originados a partir de floras termófilas locales dentro de la

vegetación de las zonas templadas y frías de México, ya que en ellas permanecen linajes generados en regiones de clima fresco de Norte y Sudamérica.

Rzedowski y Kruse (1979) sugirieron algunas tendencias evolutivas del género y propusieron la existencia de afinidades entre varias de las especies. Ellos señalaron que posiblemente *Bursera* fuese un grupo difilético, con base en la gran 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*. Gillett (1980), al analizar siete caracteres morfológicos 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 Bentham y Hooker (1862 – 1883) como “induplicatum valvata vel rarissime imbricata”.

Importancia Económica

Las especies de *Bursera* tienen gran importancia económica y son un recurso aun por explotar. La resina aromática “copal” de diferentes especies de *Bursera* se ha usado y aun se sigue usando como incienso y barniz. El aceite esencial de *B. aloexylon* y de especies afines (aceite de linaloe) se ha estado aprovechando 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). Desde hace 20 años se cultiva y se explota en la India (Thulin y Warfa, 1986).

Otras especies como *B. simaruba*, la infusión que se obtiene del cocimiento de la madera se utiliza en algunos lugares para bajar de peso. En medicina popular se utiliza como purgante, sudorífico y diurético, contra la disentería, la hidropesía y males venéreos. El cocimiento de las hojas para bajar la fiebre, afecciones estomacales, la tosferina, el sarampión y dolor de cabeza. como las hojas son frescas, se utilizan para refrescar las plantas de los pies (Aranda, 1996; González *et al.*, 1988).

Manejo Del Recurso

No hay un manejo específico del recurso, por lo que en algunas especies las poblaciones han sufrido una disminución considerable de individuos y a la fecha no existen programas serios de reforestación o de manejo sustentable del recurso, pese a la gran derrama económica que esto acarrearía, a largo plazo, a los artesanos del lugar.

Taxonomía Y Filogenia

La taxonomía de este género ha sido abordada desde hace tiempo por varios autores (Engler, 1883; Rose, 1911; Standley, 1923; Bullock, 1936; McVaugh y Rzedowski, 1965; Rzedowski y Kruse, 1979; Tolcdo-Manzur, 1982; Andrés- Hernández, 1997); sin embargo, la clasificación de estas plantas es todavía discutida.

Engler (1883) reconoció que dentro del género *Bursera* existen especies con fruto trivalvado y otras con dos valvas, supuso que el fruto bivalvado se deriva de un ovario trilobular donde uno de los lóculos aborta. Bullock (1936) destacó que este carácter separa a dos grupos de especies muy consistentes.

McVaugh y Rzedowski (1965) y Rzedowski (1968) propusieron dos secciones: *Bursera* sección *Bursera* que incluye todas las especies con tres valvas, mientras que *Bursera* sección *Bullockia* incluye a las de dos valvas, y añadieron otros caracteres para cada sección. *Bursera* sección *Bursera* comprende a las especies con ovario trilobular, fruto trivalvado, flores trímeras, tetrámeras o pentámeras con corteza exfoliante. A su vez, la sección *Bullockia* incluye especies con ovario bilobular, fruto bivalvado, flores tetrámeras y pentámeras con corteza lisa no exfoliante, presencia de catáfilos bien desarrollados en la sección *Bullockia* y ausentes en la sección *Bursera* (cuadro 1).

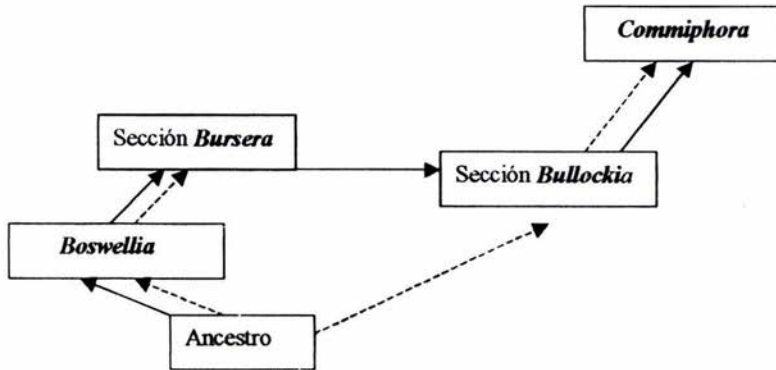
Esta división parece corresponder a dos grandes grupos naturales, a pesar de que en algunos casos la separación no es tajante (Rzedowski y Kruse, 1979). En todas las especies reconocidas en el género *Bursera* es difícil establecer caracteres contundentes que las separen como especies diferentes, lo que trae como consecuencia conocimiento incompleto sobre las relaciones filogenéticas.

Cuadro 1. Caracteres determinantes que dividen a las dos secciones del género *Bursera*.

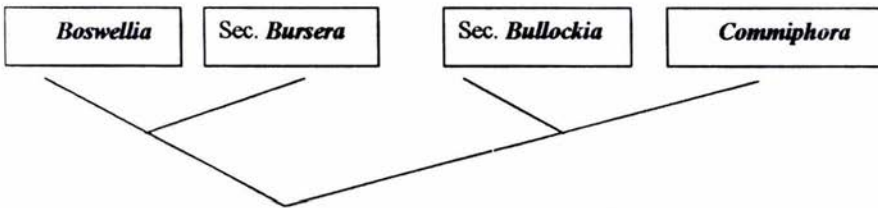
CARACTERES	SECCIÓN <i>BURSEREA</i>	SECCIÓN <i>BULLOCKIA</i>
Corteza	Exfoliante	No exfoliante
Catafilos	Ausentes	Presentes
Flores	3,4,5- meras	4(5)-meras
Ovario	3- locular	2- locular
Fruto	3- valvado	2-valvado

Evidencia a favor de tal división es el hecho de que solo se han consignado casos de hibridación entre especies pertenecientes a la misma sección e incluso en la taxonomía popular se encuentra un nombre distinto para cada sección: “cuajotes” para *Bursera* y “copales” para *Bullockia*. Por otra parte, el raquis alado de las hojas y el fruto con pseudoarilo cubriendo sólo parcialmente la semilla han sido señalados como caracteres más frecuentes en *Bullockia* (Rzedowski y Kruse, 1979; Gillett, 1980). Una evidencia a favor de tal división es que solo se han observado casos de hibridación entre especies de la misma sección: “cuajotes” para *Bursera* y “copales” para *Bullockia*.

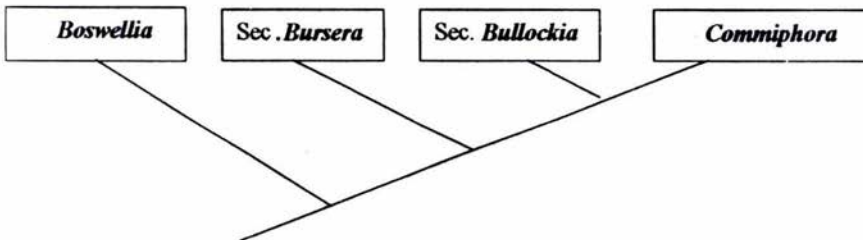
Rzedowski y Kruse (1979) consideran que la gran diferencia entre las dos secciones y por la afinidad que existe entre la sección *Bursera* y el género *Boswellia* y entre la sección *Bullockia* y el género *Commiphora*, el género *Bursera* pudo tener un origen difilético (Fig. 4 a, b). De acuerdo con su misma propuesta, existiría una posible hipótesis adicional a contrastar, que el grupo fuese parafilético. (Fig. 4 c). No obstante, Gillett en 1980, concluye con base en el análisis de siete caracteres que ambas secciones de *Bursera* se distinguen de *Commiphora* (Fig. 4). Este mismo autor menciona que Hutchinson en 1969 separa al género por la estivación de la corola, con pétalos imbricados en *Bursera* y valvados en *Commiphora* y que De Candolle en 1825 describe la corola de *Bursera* como valvada. Debido a la consistencia de estas diferencias, Gillett en 1980 propuso elevar el rango taxonómico de las secciones; la sección *Bullockia* quedaría como el subgénero *Elaphrium*, conservándose el nombre *Bursera* para el otro subgénero.



a) Esquema de Rzedowski y Kruse(1979).



b) El género *Bursera* como grupo difilético.



c) El género *Bursera* como grupo parafilético.

Figura 4. Esquema hipotético de relaciones filogenéticas según Rzedowski y Kruse, 1979. **b** corresponde a la hipótesis representada en **a** por líneas discontinuas, mientras que **c** corresponde a la hipótesis representada en **a** por líneas continuas.

Toledo–Manzur (1982) reconoció 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 tanto los Mulatos, o “complejo simaruba” (sensu Daly 1993), como “cuajiotos rojos” y “cuajiotos amarillos”; las especies del “complejo simaruba” tienen folíolos enteros, con frecuencia con el ápice acuminado y presentan hojas cotiledonares trilobadas. Los ‘cuajiotos’ tienen hojas cotiledonares multilobadas (Toledo–Manzur, 1982) y solo los separa por el color de su corteza. En la sección *Bullockia*, el primer grupo se distingue porque el pseudoarilo cubre las 2/3 partes de la semilla y el cáliz tiene sépalos fusionados, mientras que el segundo grupo presenta un pseudoarilo cubriendo a la semilla en 2/3 partes o más y el cáliz presenta sépalos libres.(Fig. 5).

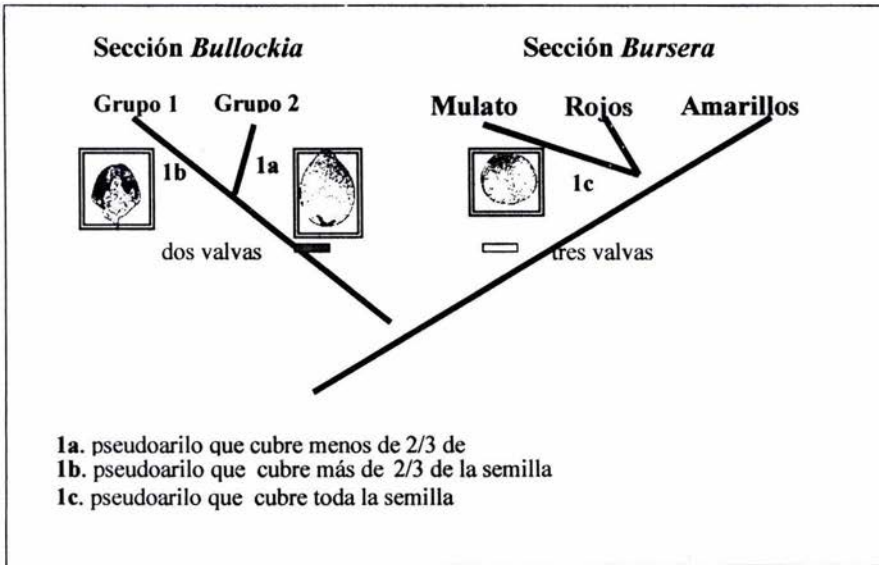


Figura 5. Estructura taxonómica de *Bursera*. Tomado y modificado de Toledo-Manzur (1982).

Becerra & Venable (1999) confirmaron el carácter monofilético tanto del género *Bursera* como de sus dos secciones, al analizar la filogenia molecular generada mediante técnicas de parsimonia en secuencias de DNA ribosomal. El árbol de consenso muestra cuatro grupos dentro de la sección *Bursera*, tres de ellos pertenecen a lo que Toledo (1982) denominó como “cuajotes”: el grupo de *B. fragilis*, el grupo de *B. fagaroides* y el grupo de *B. microphylla*. Las características que distinguen al grupo de *B. fragilis* son el margen de los folíolos crenado o serrado que difiere del grupo *fagaroides* y *microphylla* porque sus folíolos tienen margen entero.

Andrés (1997) realizó el análisis de caracteres morfológicos en plántulas de 11 especies del género, encontrando que las especies de *Bursera* sección *Bursera* muestran un tipo de germinación faneroepigeal, raíz axonomorfa con un engrosamiento que comienza en la base de cuello, hipocotilo delgado; para el caso de los “cuajotes”, la forma de la hoja cotiledonar es multilobada y para las especies del “complejo simaruba” son trilobadas, en tanto que para *Bursera* sección *Bullockia*, se observó germinación faneroepigeal, raíz axomorfa delgada, hipocótilo engrosado lenticelado y las hojas cotiledonares trilobadas. Estos caracteres le dan identidad a cada una de las secciones; en la arquitectura foliar y la anatomía del peciolo (Andrés y Espinosa, 2002).

Recientemente se han hecho estudios usando técnicas moleculares (Becerra, 1997; Becerra y Venable, 1999; Becerra 2003) los cuales confirmaron el carácter monofilético del género *Bursera*, así como la existencia de sus dos secciones, *Bursera* y *Bullockia*.

Los estudios anatómicos de madera hechos por Terrazas-Salgado (1994) sugieren que la familia hermana de Burseraceae es la familia Anacardiaceae. Gómez-Vázquez (1983) realizó estudios anatómicos de madera de dos especies *B. longipes* y *B. copallifera*. La anatomía de corteza se ha descrito para varias especies de *Bursera* (Garibaldi, 1985; Gómez-Vázquez y Engleman 1984; Suárez y Engleman 1982), específicamente los canales de resina: se encontraron los tipos axiales, radiales y tangenciales, estos últimos son conexiones entre los axiales y radiales y son muy abundantes en la corteza secundaria de

las especies de *B. copallifera* y *B. grandifolia*.

Según Andrés (2001), los peciolos de *Bursera* son variables en sección transversal. En la sección *Bursera* normalmente es cilíndrico y en *Bullockia* triangular o elipsoidal, el número de haces vasculares y canales de resina es generalmente mayor en *Bullockia*. La sección *Bullockia* presenta tricomas simples y glandulares mientras que en la sección *Bursera* están ausentes. Estos caracteres deben considerarse como importantes para establecer las relaciones filogenéticas entre las especies de *Bursera*.

Los estudios anatómicos de fruto de *Bursera* son escasos y sólo se han descrito frutos de dos especies de la sección *Bullockia*. Según Montaña (2003), el fruto de *B. aloexylon* y *B. submoniliformis* es bilocular y sólo un lóculo se desarrolla. Todos los frutos de las especies de *Bursera* presentan una pared seca dehiscente en la madurez, de color café oscuro. Anatómicamente las diferencias más importantes observadas de cada especie son: (1) número, forma y tamaño de los canales, (2) pseudoarilo, (3) número de semillas y (4) capas del endocarpo.

Diagnosis De Las Especies En Estudio

***Bursera aptera* (Ramírez).** Árbol de 2.5 a 8 (9) m de alto; corteza amarillenta o beige, exfoliante. Hojas glabras de (2.5) 4 a 7.5X1.3 a 2 cm, con (4) 5 a 9 pares de folíolos; raquis sin alas; folíolos laterales de 5 a 16X (3) 3.5 a 6 mm; elípticos a oblongos; base y ápice redondeados a obtusos; margen entero. **Inflorescencias** racimosas o flores solitarias aglomeradas. **Flores** masculinas trímeras y tetrámeras; flores femeninas trímeras, lóbulos del cáliz triangulares a oblongo-triangulares, de 1 a 1.8 mm de largo; pétalos oblongos, cuculados, amarillos rojizos, de 2.2 a 4.1 mm de largo. **Fruto** drupa trivalvada esférico-triangular de 6.5 a 8 X 5 a 6.5 mm ápice redondeado o apiculado, glabras con pedicelo de 3.5 a 4.5 mm de largo; semilla subesférica, trígona, de 5 a 6 mm de largo y 4.5 a 5.5 mm de ancho; pseudoarilo color crema o rojizo, que la cubre en su totalidad.

Arquitectura foliar. Lámina ovada simétrica o asimétrica; base y ápice obtusos; margen entero o aserrado. **Venación** cladodroma. **Vena secundaria** con ángulos agudos moderado (60°); sin variación en los ángulos de divergencia, recorrido ramificado. **Vena primaria** recta: **Venas intersecundarias** simples sin vena intramarginal. **Venas terciarias**

con ángulos obtuso-obtuso con respecto al lado exmedial y admedial; modelo ramificado, orientado hacia el eje principal; relación con la vena media oblicua; disposición distante.

Venas de orden mayor al cuarto y quinto. **Vena última marginal abierta**. **Vénulas** simples con traqueoblastos. **Aréolas** incompletas.

Anatomía del peciolo. Peciolo de forma triangular o cilíndrica con los márgenes convergentes sin tricomas. Epidermis uniestratificada. Corteza primaria con 5 a 6 capas de colénquima y tres capas de parénquima cortical interno en los valles de 5 a 9 capas en las crestas. Cilindro vascular con 4 a 5 haces vasculares, rodeado por un anillo continuo formado por dos capas de fibras. Floema con tubos cribosos, células acompañantes; fibras y parénquima floemático con 5 a 7 canales de resina, canales con 20 a 24 células epiteliales. Xilema con vasos, fibras y parénquima xilemático. Médula parénquimática.

***Bursera morelensis* (Ramírez).** Árbol dióico, hasta de 10 (13) m de alto; tronco 40 cm de diámetro; corteza rojiza y exfoliante en láminas delgadas. **Hojas** de 5 a 11 X 1.5 a 4 cm; peciolo acanalado, de 1 a 2 cm de largo; de 33 a 45 (51) foliolos; raquis con alas inconspicuas, foliolos sésiles o subsésiles, linear-oblongos de 7 a 17 (22) mm X 1.6 a 2.5 mm; base obtusa; ápice agudo; margen entero. **Inflorescencias** masculinas racimosas o paniculadas de 5 cm de largo. **Flores** masculinas pentámeras a veces algunas trímeras o tetrámeras; lóbulos del cáliz angostamente triangulares; pétalos amarillentos a verdosos, oblongo a lanceolados, de 3 a 6 mm de largo, cuculados, estambres al mismo nivel, filamentos de 1 mm de largo, anteras oblongas, de 1.5 a 2 mm de largo; flores femeninas solitarias trímeras, tetrámeras o pentámeras, similares en forma y tamaño a las masculinas, ovario trilobular. **Fruto** drupa trivalvada trigona de 5 a 10 X 4 a 6 mm de ancho mas o menos pronunciadamente apiculada; semilla cubierta totalmente por pseudoarilo de color guinda.

Arquitectura foliar. Lámina linear simétrica; base obtusa; ápice obtuso; margen entero. **Venación** cladódroma. **Vena secundaria** en ángulo agudos; recorrido curvado. **Vena primaria** con recorrido recto y tamaño masivo. **Venas intersecundarias** simples. **Venas terciarias** ramificadas con curvatura orientada hacia el eje medio, de donde surgen gran cantidad de vénulas que se bifurcan. **Vena última marginal incompleta**. **Vénulas**

simples con traqueoblastos. **Aréolas** imperfectas. No existen datos de anatomía del peciolo. (Andrés, 2001).

Justificación

El fruto ha sido adoptado como un complejo de caracteres que diagnóstica tanto las tres tribus de la familia Burseraceae, como las dos secciones del género *Bursera*. Marchand, (1868) distinguió tres tribus en Burseraceae: Protiae contiene a los géneros cuyas especies tienen los pirenos libres, Burseraceae a los que presentan frutos con pirenos unidos o fusionados pero distinguibles y aun separables, mientras que en Canariae se agrupan a aquellas especies con fruto cuyos pirenos se han fusionado completamente.

A pesar de que el fruto ha sido importante en el análisis de la taxonomía del grupo, sus aspectos morfológicos y anatómicos aun no han sido suficientemente revisados, por lo que en este trabajo se pretende explorar estas características tanto morfológicas como anatómicas, con el propósito de encontrar nuevos caracteres que contribuyan a esclarecer la taxonomía actual del género. En particular en este estudio se describen caracteres anatómicos del fruto del género *Bursera* basándose exclusivamente en especies que están comprendidas en la sección *Bursera*. El trabajo fue exploratorio, es decir, que buscó aquellos caracteres hipotéticamente homólogos que muestren grandes diferencias entre las dos especies.

AREA DE ESTUDIO

La sierra de Huautla se encuentra incluida en la porción oriental del Balsas y la mayor parte de ésta pertenece a la Reserva de la Biosfera del mismo nombre, la cual fue decretada en 1999 (SEMARNAP, 2000). Se sitúa al sureste del estado de Morelos. Limita al norte con la carretera Chinameca-Tepalcingo y al Sur con el río Amacuzac. Ocupa porciones de dos provincias fisiográficas: la parte Oriental y una porción importante de la parte sur, la cual se ubica dentro del eje Neovolcanico y la subprovincia del sur de Puebla, constituida por una gran variedad de rocas volcánicas y metamórficas de diferentes tipos de sedimentos continentales que incluyen depósitos yesíferos lacustres del Mioceno. La zona occidental pertenece a la Sierra Madre del Sur, subprovincia de los lagos y volcanes del Anáhuac, en la cual se aprecian los lomeríos intrincados y mesetas pequeñas con altitudes de los 900 a los 1400 metros (INEGI, 1987 a y b, Arias *et al.*, 1994).

La porción oriental del Balsas se sitúa al suroeste del estado de Puebla, es considerada una de las cuencas hidrológicas más importantes de México, así como una de las zonas más importantes en el país por su alta concentración de fauna y flora endémica (Rzedowski, 1978).

Los sistemas orográficos determinan dentro de la cuenca tres regiones: la primera es el Alto Balsas, que sobrepasa los 2000 msnm, a ésta pertenecen los estados de Puebla, Tlaxcala, Guerrero, Oaxaca, México y el sur de Morelos; la segunda región comprende al Medio Balsas que se encuentra ubicado entre los 1000 y los 1800 msnm, que cubre las regiones de los estados de Michoacán, México y Guerrero; la tercer región es el Bajo Balsas, a ella pertenecen las mayores superficies planas ya que está ubicada por debajo de los 1000 msnm y cubre parte de los estados de Michoacán, Guerrero y Jalisco (Ferrusquía-Villafranca, 1993).

Vegetación

El tipo de vegetación predominante en el lugar es la selva baja caducifolia. Sus principales características fisonómicas residen en su marcada estacionalidad climática, originando así que la mayor parte de las especies vegetales pierden sus hojas por periodos de 5 a 8 meses en la época seca del año (INEGI, 1987 a y b; Arias *et al.*, 1994).

En condiciones naturales o de poco disturbio, la Selva Baja Caducifolia es una comunidad densa. Los árboles en general presentan un reducido tamaño, siendo normalmente de 4 a 10 metros de altura, muy raramente hasta de 15 metros (INEGI, 1987 a y b; Arias *et al.*, 1994).

Existen algunas especies interesantes por su importancia económica: el henequén, el linaloe (con cuya aromática madera se elaboran artículos artesanales) y el cuachalate, además existen otras especies como las del género *Bursera* (*B. lancifolia*, *B. morelensis*, *B. aloexylon*, *B. palmeri*), el ocotillo (*Salvia sessei*), el copaljiote (*Pseudosmodium perniciosum*), palo blanco (*Conzattia multiflora*), amate amarillo (*Ficus petiolaris*), entre otras (Rzedowski y Equihua, 1987).

En el estado de Morelos la Selva Baja Caducifolia, está presente en 62,127 hectareas (<http://www.redescolar.ilce.>; www.portalmorelos.com...), para este estado se han registrado 629 especies de plantas vasculares, incluidas en 219 géneros y 83 familias (<http://www.redescolar.ilce>...). Entre sus principales especies se encuentran: *Bursera morelensis*, *B. fagaroides*, *B. copallifera*, *Crescentia alata*, *Lysiloma divaricata*, *L. acapulcensis* e *Ipomea* spp. (<http://www.e-morelos.gob>...; www.igegraf...).

Clima

El clima que se presenta en el área de estudio es Aw'' o (w) (i)g, que corresponde a un clima cálido subhúmedo, el más seco de los subhúmedos, con un régimen de lluvia invernal menor de 5, isothermal. La precipitación media anual varía de 600 a 1200 mm (INEGI, 1987 a y b; Arias *et al.*, 1994). La temporada de secas se presenta de diciembre a junio y las lluvias en verano (Nolasco y Sánchez, 1991). La temperatura media anual es un factor

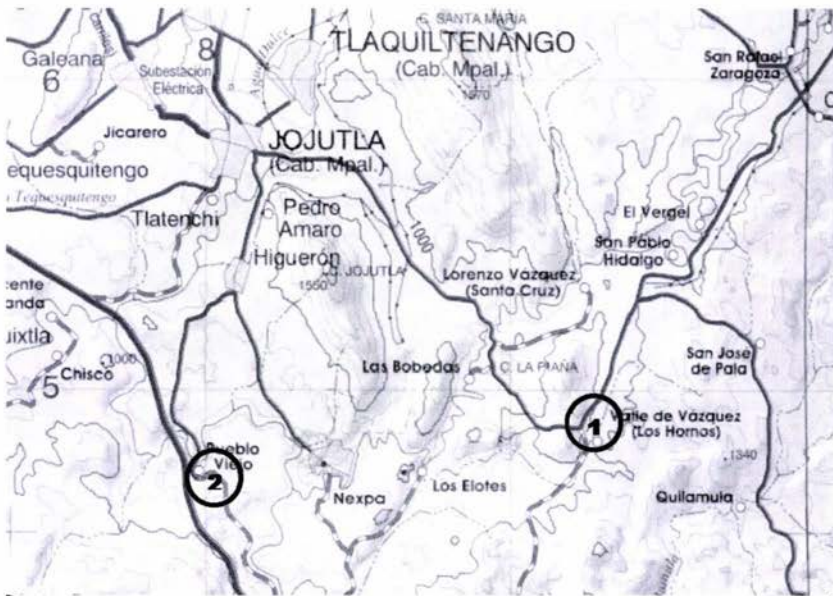
determinante para definir la distribución de la Selva Baja Caducifolia la cual oscila entre los 20 y 29 °C (Rzedowski,1978). Este tipo de clima se presenta en general a altitudes que van desde el nivel del mar hasta 1700 msnm.

Uso de suelo

Actualmente, en la mayor parte de la región se practica agricultura de temporal y en algunos sitios la agricultura es de riego con mecanización debido a que el suelo restringe severamente las actividades agrícolas. En los cerros de la Sierra de Huautla, con laderas abruptas, se realiza agricultura de temporal en forma manual debido a las pendientes pronunciadas y a sus suelos pedregosos y con poca profundidad. La vegetación natural permite el uso forestal a nivel doméstico, debido a que la explotación comercial presenta problemas y lo pedregoso del terreno evita el establecimiento de caminos de acceso. También se realiza el pastoreo de ganado bovino y caprino, el cual ha ido en aumento (INEGI, 1987 a y b; Arias *et al.*, 1994).

El presente trabajo se desarrolló en la porción oriental del Balsas, en la cual una parte comprende la Sierra de Huautla, al sureste del Estado de Morelos. Las localidades de recolecta se ubican en las periferias de Jojutla de Juárez (Valle de Vázquez y Pueblo Viejo) en el estado de Morelos. (Fig. 6)

La primera se localiza en Valle de Vázquez aproximadamente a 1 Km. al Este, sobre el camino que va al poblado de Quilamula, el cual esta a una altitud de 932 msnm, (18° 31' 21" N y 99° 05' 06" W). La segunda localidad se encuentra a 800 m al Norte de Pueblo viejo, el cual se localiza a 841 msnm. (18°31'19"N y 99°11'31"W).



Jojutla de Juárez, Morelos.
 1) Valle de Vázquez
 2) Pueblo Viejo

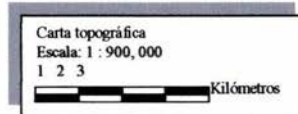


Figura 6. Zona de estudio.

La sierra está sumamente disectada y su altitud va aumentando desde la periferia (1000 msnm) hasta alcanzar la máxima en el centro (1650m). Ocupa el 12.21% y comprende parte de los municipios de Ayala, Tepalcingo y Tlaquiltenango en el estado de Morelos.

Se presentan dos tipos de vegetación: Selva Baja Caducifolia y Pastizal inducido. La Selva Baja Caducifolia es la que predomina con un alto grado de perturbación y se encuentra distribuida de los 1000 a 1300 msnm. El pastizal inducido tiene una distribución altitudinal igual al tipo de vegetación anterior, pero el área que comprende es menor y su cobertura varía de 25 a 75%.

El clima es cálido subhúmedo. Se caracteriza por ser el más húmedo, con lluvias en verano y un porcentaje de lluvia invernal menor de 5. Se localiza en el centro sur de la entidad en los siguientes municipios: Axochiapan, Jonacatepec, Tepalcingo, Cuautla, Tlaltizapan, Tlaquiltenango, Jojutla, Puente de Ixtla, Amacuzac, Xochitepec, Tepecala, Miacatlán, Mazatepec y Emiliano Zapata. La precipitación media anual fluctúa entre 800 y 1000 mm, y la temperatura media anual registra un valor mayor de 22 °C. La precipitación máxima se presenta en el mes de septiembre, con lluvias que oscilan entre 190 y 200 mm; la mínima se registra en los meses de febrero, marzo y diciembre con un valor mínimo de 5 mm. La temperatura más alta se presenta en mayo y es de 26 a 27 °C, la más baja se registra en los meses de enero y diciembre ambos en un intervalo de 20 a 21 °C. (INEGI, 1987 a y b; Arias *et al.*, 1994; Nolasco *et al.*,1991).

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Contribuir al conocimiento taxonómico de dos especies del género *Bursera* sección *Bursera*: *B. aptera* (Ramírez) y *B. morelensis* (Ramírez) a partir de la exploración y descripción de caracteres morfológicos y anatómicos del fruto.

•

OBJETIVOS PARTICULARES

- Conocer y comparar las diferencias morfológicas y anatómicas del fruto de las especies *B. aptera* y *B. morelensis* , pertenecientes al genero *Bursera* sección *Bursera*.
- Describir la morfología y anatomía del fruto de las especies pertenecientes a esta sección.
- Determinar caracteres que contribuyan a sustentar la estructura taxonómica del género propuesta actualmente.

MATERIAL Y METODO

El método se dividió en tres etapas: la primera fue la de campo en donde se realizó la recolecta y fijación de los frutos de las especies que se agruparon en la sección *Bursera*. La segunda fue de laboratorio, en la cual se realizaron los cortes, tinción y montaje de los frutos, y la tercera etapa, que fue la de gabinete, se llevaron a cabo la observación e interpretación de los cortes del fruto de las especies analizadas.

Se realizó un estudio piloto para detectar los caracteres a analizar. Se realizaron cortes en varias especies de *Bursera* de las dos secciones (*Bullockia* y *Bursera*). Algunos de los caracteres observados fueron: forma de semilla (según la sección) (Fig. 7), número de canales resiníferos en cada valva, línea de separación entre pseudoarilo y exocarpo, tamaño del pseudoarilo, tipo de parénquima y la forma del embrión.

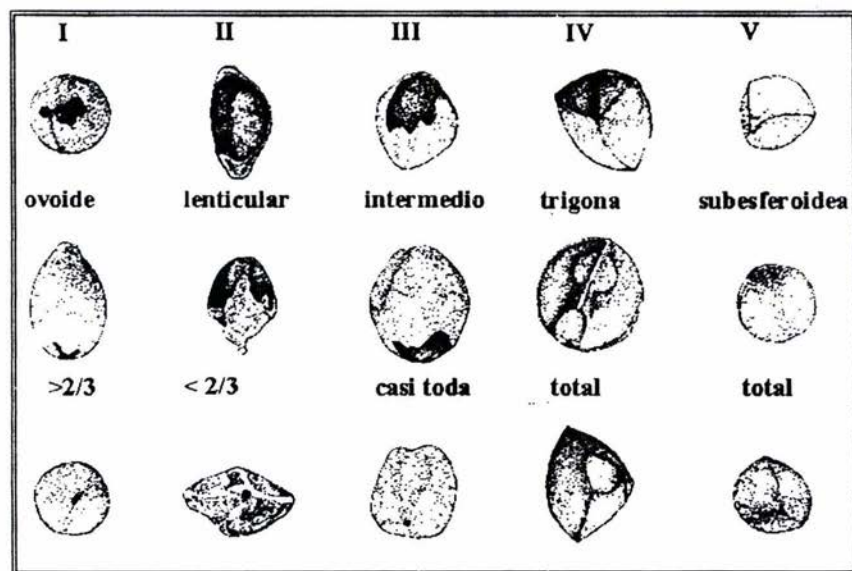


Figura 7. Tipos de semillas de *Bursera*. Los tipos I, II y III pertenecen a la sección *Bullockia*. Los tipos IV y V a la sección *Bursera* (Ilustr. D. Espinosa).

ETAPA UNO

Elección de sitios y recolecta de material biológico

Se realizaron recorridos por las zonas de estudio (Pueblo Viejo y Valle de Vázquez, localizadas en la periferia del municipio de Jojutla en el estado de Morelos), las cuales fueron seleccionadas previamente por su gran distribución de especies del género *Bursera*.

Para este estudio se eligieron dos especies de la sección *Bursera* (*B. aptera* y *B. morelensis*), se eligieron a estas especies por ser las de mayor densidad, (*B. aptera* en Valle de Vázquez y *B. morelensis* en Pueblo Viejo). Una vez elegidas las zonas, se procedió a la recolecta de los frutos y prensado de hojas para respaldo de herbario (Anexo I). Para cada especie se seleccionaron tres individuos adultos, sanos y sin daño aparente (cuadro 2). La colecta de los frutos se llevó a cabo de la siguiente manera: a) Por cada árbol se recolectaron 50 frutos de diferentes estadios de desarrollo, preferentemente maduros, b) Se recolectaron frutos de las dos especies, tres árboles diferentes de cada especie. Los frutos se colocaron en frascos de plástico y se fijaron en F.A.A (Formol, ácido acético, alcohol y agua) (1:0.5:5:3.5) (Sass, 1961) (Anexo II). El proceso de fijación fue durante tres días, posteriormente fueron almacenados en alcohol al 50% para evitar alteraciones en la estructura de los tejidos del fruto.

Cuadro 2. características de los árboles de *Bursera aptera* y *Bursera morelensis* de los cuales se recolectaron frutos.

Individuo	Altura (m)	Diámetro (cm)
<i>B. aptera</i>		
1	4	25
2	5	30
3	4	20
<i>B. morelensis</i>		
1	5	50
2	7	45
3	5.5	45

ETAPA DOS

Trabajo de laboratorio

En esta fase se tomaron al azar 30 frutos de los 150 que se tenían conservados en alcohol al 50% para cada especie, se lavaron con agua corriente, algunos de estos se deshidrataron en alcohol etílico al 50, 60, 70, 80, 90% hasta alcohol absoluto durante 30 a 40 minutos cada cambio y se les realizó la inclusión en parafina (Gaviño,1980), esto con el fin de realizar cortes en todo el fruto y en la mitad basal del mismo, transversal y longitudinalmente, a mano (frutos solo lavados con agua corriente) y con un micrótopo de deslizamiento de 15–20 μm de grosor (Gaviño,1980) (Anexo III)

Los cortes incluidos en parafina fueron desparafinados previamente (Anexo III). Todos los corte se sometieron a una tinción con Safranina alcohólica durante un minuto, después los cortes fueron pasados por una serie de alcoholes que fueron desde 50, 60, 70, 80, y 96% para realizar la deshidratación del tejido y eliminar el exceso de colorante, cada cambio de alcohol fue de 5 minutos, después los cortes se tiñeron con verde rápido en un tiempo de 30 segundos y posteriormente se lavaron de tres a cinco veces con alcohol absoluto dejándolos 5 minutos en cada lavado, una vez realizados estos pasos los cortes se aclararon con Xilol (dos cambios de cinco minutos) para verificar su deshidratación, después fueron montados con Entellan en placas permanentes para su conservación.

ETAPA TRES

Trabajo de gabinete (observación de estructuras)

En esta etapa, se analizaron las diferencias y similitudes existentes en las estructuras morfológicas y anatómicas de los cortes para cada especie. Así, se llevo a cabo una descripción y comparación del fruto para cada una de las especies analizadas. Una de las finalidades del estudio de la morfología y anatomía es hacer de sus objetos elementos comparables (D'Antoni, 1979), por lo tanto es necesario unificar criterios para que la observación sea homogénea. En este estudio, para poder conocer la forma de los canales resiníferos se tomó un equivalente del "index pollinis" (D' Antoni,1979), al cual se le

denomina índice **Q** (que es el cociente del largo entre el ancho) y se toma como base la relación hecha por Bas en 1969.

La observación anatómica se llevó a cabo mediante un microscopio óptico Olympus BH-12 y la observación macroscópica con un estereoscopio Nikon SMZ800. Se tomaron fotografías de los cortes con una cámara digital Nikon COOLPIX995 e imágenes por computadora en el programa Microsoft Photo Editor. Para realizar la descripción se hizo una revisión bibliográfica, (Richard, 1889, Eames y MacDaniels, 1947; Esau 1985; Moreno 1987; Carlquist, 1988; Fahn, 1990; Font-Quer, 1993).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Morfología

Bursera aptera (Ramírez)

Esta especie presenta drupas trivalvadas esférico-trianguulares, de 6.5 a 8 mm de largo y 5 a 6.5 mm de ancho, el ápice es redondeado o ligeramente apiculado (Fig. 8a), son glabras con simetría bilateral; las fisuras son visibles y poco profundas como se muestra en la figura 8b; la semilla tiende a ser trígona subsférica de 5 a 6 mm de largo y 4.5 a 5.5 mm de ancho, con un pseudoarilo de color crema, algunas veces rojizo, que la cubre en su totalidad. En la madurez presenta una pared seca dehiscente de color café oscuro (Fig. 8 c-d).

Bursera morelensis (Ramírez)

Esta especie presenta drupas trivalvadas oblicuamente ovoides, de 5 a 10 mm de largo y 4 a 6 mm de ancho más o menos pronunciadamente apiculada (Fig. 8e), la simetría es bilateral, con las fisuras visibles y poco profundas (Fig. 8f); la semilla es trígona de 5 a 6.4 mm de largo y 4.7 a 5.3 mm de ancho, cubierta totalmente por un pseudoarilo amarillo. Igual que en *B. aptera*, esta especie presenta una pared seca dehiscente de color café oscuro en frutos maduros (Fig. 8 g-h).

Cuando el fruto llega a su madurez y al ser una drupa dehiscente (el exocarpo y parte del mesocarpo se desprenden), deja al descubierto al pseudoarilo, que de acuerdo a sus características y desarrollo de pigmentos carotenoides pueden constituir una adaptación a la dispersión de las semillas a través de aves o roedores (Willson *et al.*, 1990).

Con base en las descripciones morfológicas de los frutos se pueden diferenciar a las suturas o separaciones de las valvas y el color del pseudoarilo, no tanto la cobertura de éste, ya que en las dos especies el pseudoarilo cubre totalmente a la semilla. *B. aptera* presenta un color desde crema en frutos inmaduros y rojizo en los frutos maduros. Por lo tanto, según McVaugh y Rzedowski (1965), estas características podrían ser determinantes de cada especie o bien determinantes de grupos o secciones (Cuadro 3).

Cuadro 3. Características morfológicas observadas en el fruto de las especies estudiadas. (*Ejemplares secos.)

Carácter/ Especies	<i>Bursera aptera</i>	<i>Bursera morelensis</i>
Color	Café*	Café*
Tamaño	6.5–8mm de largo y 5–6.5mm de ancho	5–10mm de largo y 4–6mm de ancho
Dehiscente	si	si
Forma	trigona	trigona
Simetría	irregular	irregular
No. de valvas	trivalvada	trivalvada
Suturas	visibles	visibles
Terminación de valvas	redondeado	apiculado
Forma de la semilla	subesférica– trigona	trigona
Color del pseudoarilo	crema	amarillo
Cobertura del pseudoarilo	total	total

La morfología del fruto es un complejo potencialmente útil para la taxonomía del género y para inferir relaciones filogenéticas. Además de la división hecha con base en el número de valvas, la sección *Bursera* se distingue de la sección *Bullockia* por el color y la cobertura del pseudoarilo, así como por su simetría y forma del fruto (Cuadro 4).

Cuadro 4 Comparación de caracteres morfológicos de especies de dos secciones de *Bursera*. Las especies que se encuentran sombreadas son tomados de Montaño (2003).

CARÁCTER	ESPECIES			
	SECCIÓN <i>BULLOCKIA</i>		SECCIÓN <i>BURSERIA</i>	
	<i>B. albocylus</i>	<i>B. subrotundifolia</i>	<i>B. aptera</i>	<i>B. morelensis</i>
Suturas	Visibles	Poco visibles	Visibles	Visibles
Simetría	Bilateral	Bilateral	Bilateral	Bilateral
Forma de la semilla	Lenticular	Ovoide	Sub-esférica trigona	Trigona
Terminación de la valva	Redondeada	Redondeada	Apiculada	Apiculada
Tricomas	+	-	-	-

+ presencia: - ausencia.

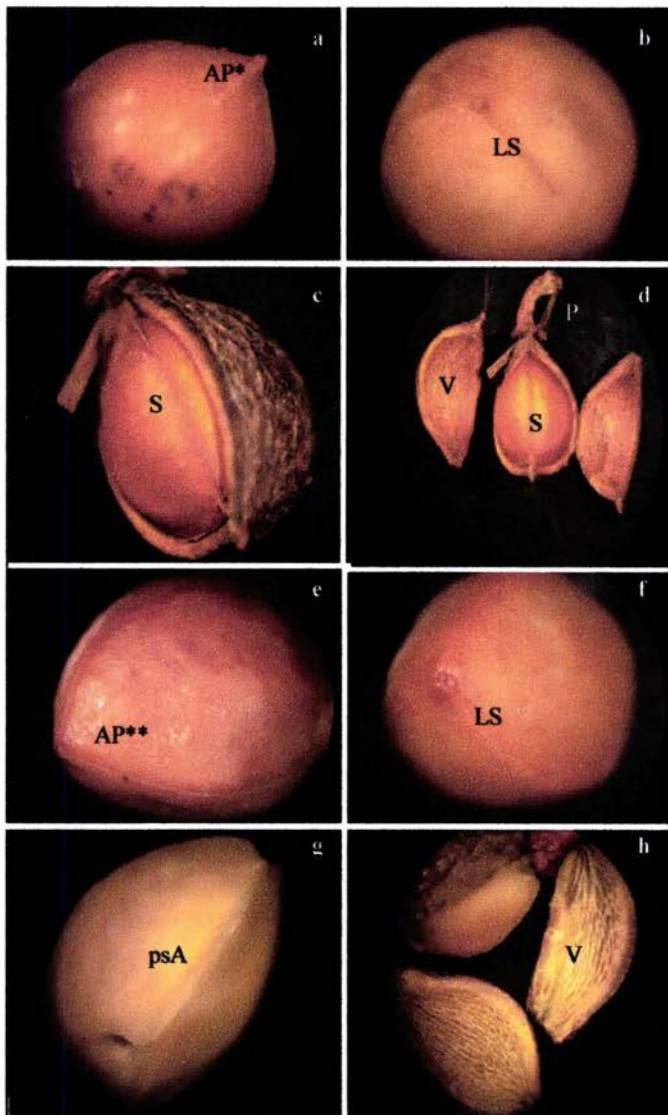


Figura 8. morfología del fruto. a-d *Bursera aptera*, e-h *Bursera morelensis*. S: semilla, AP*: ápice apiculado, AP**: ápice redondeado, LS: línea de separación, V: valva, psA: pseudoarilo, P: pedicelo.

Estudios morfológicos del fruto de *Bursera* sección *Bullockia* (Montaño, 2003), revelan que si existen diferencias en cuanto a las suturas o separaciones de las valvas, en la forma del fruto y de la semilla, así como en el color y cobertura del pseudoarilo, por lo tanto se podrían considerar como caracteres determinantes de cada especie o de grupos y secciones.

La descripción morfológica del fruto muestra que el estado de desarrollo es independiente del tamaño y del color del fruto ya que puede haber frutos desarrollados y no estar completamente maduros, considerando que los frutos más grandes son los que podrían aportar mayor información morfológica y anatómica, son los que se utilizaron en este estudio, pero se debe de tener muy presente recolectar frutos de diferentes estados de desarrollo para así asegurarse de que las estructuras y la forma de los tejidos no cambian a causa del desarrollo del fruto.

Anatomía del fruto

El pericarpo de un fruto, en este caso una drupa se compone de tres partes: un exocarpo delgado, un mesocarpo grueso y carnosos que conforme madura el fruto hay una disminución de este por la aparición de un pseudoarilo de color muy llamativo que cubre todo el endocarpo óseo altamente lignificado.

En general la aplicación de una metodología de cortes y tinción permitió observar las partes del fruto de las especies aquí estudiadas. En estas se apreciaron las partes del exocarpo, mesocarpo y endocarpo. En los mejores campos fue posible examinar algunas características finas de los tejidos. De esta forma se pudo establecer el número, forma y tamaño de los canales de resina, el arreglo celular y cobertura del pseudoarilo así como el número de capas del endocarpo. A continuación se registran los resultados obtenidos para cada una de las especies bajo estudio.

Exocarpo

Bursera aptera.

El exocarpo (Fig.10 a) del fruto es la parte que se desprende cuando éste madura, está formado por una epidermis externa (Ep) que es uniestratificada que forma una capa continua de células pequeñas de forma rectangular y cubierta por una cutícula delgada (C) con células alineadas verticalmente. Hay una capa subepidérmica pluriestratificada representada por dos líneas de células colenquimáticas pequeñas con engrosamientos en la pared, (sEp) (Fig. 10 a), esto debido a que posiblemente están un poco lignificadas, y de dos a tres estratos de células pequeñas de parénquima. Se encuentran células tabicadas (ceT) cercanas a la parte interior de la epidermis e incrustadas en el tejido de las capas subepidérmicas o capas externas del tejido de parénquima del mesocarpo.

Bursera morelensis

El exocarpo del fruto en esta especie al igual que en *Bursera aptera* se desprende cuando el fruto madura y está formado por una epidermis externa (Ep) (Fig 10 b). que es uniestratificada con células prismáticas y está cubierta por una cutícula muy delgada (C). Se encuentra una capa subepidérmica pluriestratificada representada por una capa delgada de células de dos a tres líneas de células tabicadas pequeñas (sEp). Existen de dos a cinco líneas de células colenquimáticas con engrosamientos en la pared cercanas a la parte interior de la epidermis e incrustadas en el tejido de las capas subepidérmicas o capas externas del tejido de parénquima del mesocarpo, hay de dos a tres líneas de células alargadas longitudinalmente, las cuales forman las líneas de separación entre las valvas, ambas especies presentan tres líneas de separación observadas en cortes longitudinales, las cuales se representan por poseer una forma diferente (alargadas) a las demás células del mesocarpo, acompañadas también de cristales prismáticos (CP) y drusas. (Fig. 9)

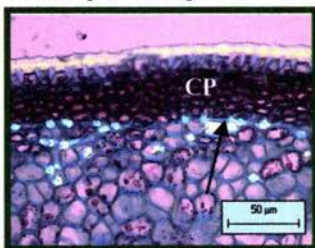


Figura 9. Anatomía del exocarpo del fruto de *Bursera morelensis*. CP: cristales prismáticos (flecha). Cortes transversales.

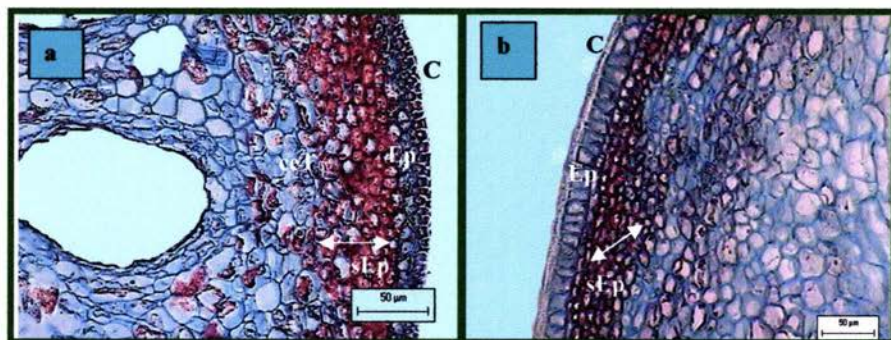


Figura 10. Anatomía del exocarpo del fruto de *Bursera aptera* (a) y *Bursera morelensis* (b). C: cutícula; Ep: epidermis; sEp: subepidermis; ceT: células tabicadas. Cortes transversales.

Tanto *Bursera aptera* como *Bursera morelensis* presentaron características muy semejantes en el exocarpo (cuadro 5), hay poca variación en el espesor de esta estructura, notándose un poco más en *Bursera morelensis*; sin embargo, existe una variación interespecífica en la estratificación de las líneas, lo que hace que no sea un carácter útil para establecer relaciones filogenéticas (Pennington, 2000). Algo que podría considerarse como una característica útil podría ser la presencia de cristales, posiblemente de oxalato de calcio en *Bursera morelensis* que no se pudieron observar en *Bursera aptera*. (Fig 10 c).

Mesocarpo

Bursera aptera.

No existe una delimitación definida entre el exocarpo y el mesocarpo. El mesocarpo (M) (Fig.11 a) es pluriestratificado, esta formado de 18 a 25 líneas de células parénquimáticas que sintetizan y almacenan sustancias alimenticias muy diferentes que pueden ser glóbulos de grasa o proteínas (Esau, 1985). Este tejido se caracteriza por la presencia de células grandes de paredes delgadas que generalmente son isodiamétricas, muchas de estas células son largas y fusiformes con espacios intracelulares (Fig. 11 a). En este tejido se observaron canales de resina (Cr), de origen esquizogénico que se forman por medio de un espacio intracelular de las membranas de las células. El número de canales de resina de esta especie

varía de 16 a 19 canales en las dos valvas iguales y de 19 a 23 en la valva de mayor tamaño estos canales son de forma ligeramente elípticoide y de un tamaño que va de 30 a 35µm de largo por 20 a 24µm de ancho, con orientación longitudinal, rodeados de células epiteliales. (Fig. 11 a).

Bursera morelensis

El mesocarpo (M) (Fig. 11 b), o pulpa está formado por células parénquimáticas que sintetizan y almacenan sustancias alimenticias muy diferentes, puede tratarse de sustancias ergásticas como granos de almidón, glóbulos de grasa y aceite (Esau, 1985), ubicadas entre el exocarpo y el endocarpo, las cuales son muy abundantes en esta especie. Este tejido se caracteriza por la presencia de células isodiamétricas de paredes delgadas y algunos cristales primáticos (CP) y drusas (Dr) (Fig. 12), es un tejido pluriestratificado, y es común encontrar espacios intracelulares y numerosos canales de resina (Cr) de origen esquizogénico debido a que se forman por medio de un espacio intracelular de las membranas de las células. El número de estos canales varía de 19 a 21 canales por valva y son de forma subfusiforme y de un tamaño que va de 75 a 85µm de largo por 20 a 30µm de ancho, con orientación longitudinal, los cuales abarcan la mayor parte del mesocarpo, estos canales están rodeados de células parenquimatosas con paredes delgadas. Cerca del exocarpo se encuentran áreas de células tabicadas y fibras entre los canales, también hay material distribuido por todo el tejido parenquimático (Cuadro 5).

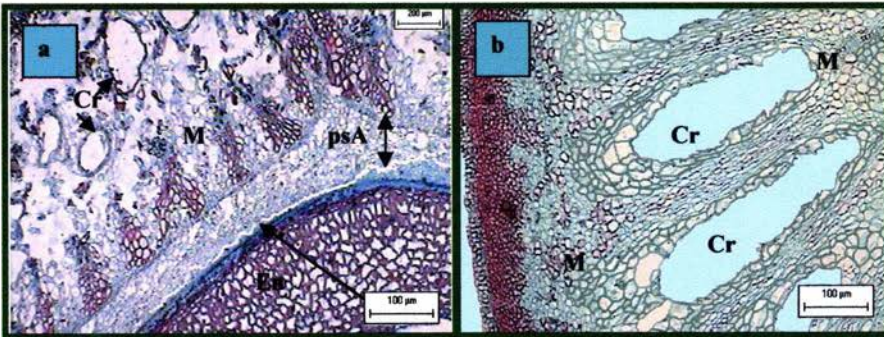


Figura 11. Anatomía del mesocarpo del fruto de *Bursera aptera* (a) y *Bursera morelensis* (b) **M:** mesocarpo, **psA:** pseudoarilo, **En:** endocarpo, **Cr:** canal resinífero. Cortes transversales.

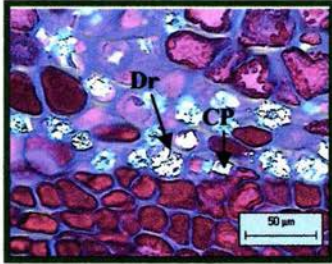


Figura 12. Anatomía del mesocarpo del fruto de *Bursera morelensis* CP: cristales prismáticos ;Dr: drusas Cortes transversales.

En la parte interna del mesocarpo de ambas especies se localiza la línea de separación (LS), que consiste de dos a tres líneas de células redondas y pequeñas en *B. aptera* (Fig. 13 a) y de una a tres en *B. morelensis* (Fig. 13b), hay tres expansiones de estas líneas observadas en forma transversal con dirección al exocarpo en ambas especies (Fig. 13).

Cerca del endocarpo y entre el mesocarpo se origina el pseudoarilo (psA), formado de 8 a 12 líneas de células parenquimatosas muy pequeñas en *B. aptera*, que se alargan hasta el exocarpo (Fig. 13 a). En *B. morelensis* el pseudoarilo está formado de 6 a 10 líneas de células parenquimatosas pequeñas, al igual que en *B. aptera* estas líneas se alargan hasta el exocarpo. Contiene material distribuido por todo el tejido parénquimático, que puede tratarse de sustancias ergásticas (como granos de almidón, glóbulos de grasas y aceite) (Esau, 1985), ubicadas entre el exocarpo y el endocarpo (Fig. 13).

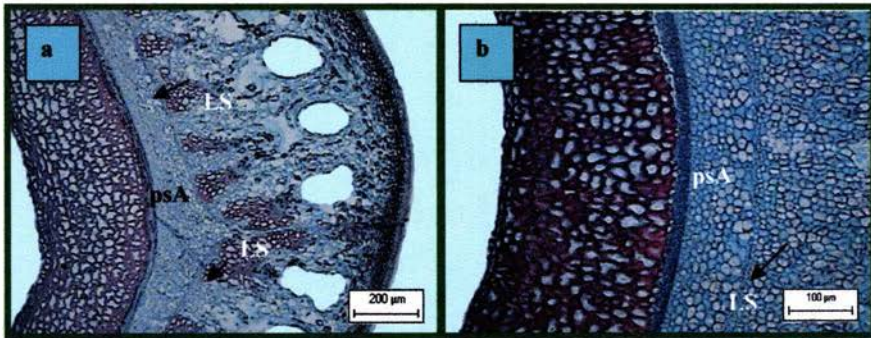


Figura 13. Líneas de separación: LS y pseudoarilo: psA del fruto de *Bursera aptera* (a) y *Bursera morelensis* (b). Cortes transversales.

A pesar de la variación en el mesocarpo de ambas especies, no todas las estructuras pueden ser utilizadas como caracteres determinantes de cada especie, ya que existe una variación intraespecífica.

Los espacios secretores en forma de cavidades o canales se han formado por esquizogénesis, estos espacios están tapizados por células secretoras que componen el epitelio. La separación de las células en la formación de un canal secretor esquizogenico puede estar o no precedido de divisiones celulares. Luego, las células que dan al espacio se dividen y de este modo hacen posible el agrandamiento de este espacio, los espacios pueden ser redondeados, alargados o canaliformes. Según Kissler (1928), las excreciones están compuestas de terpenos volátiles, bálsamos viscosos, gomorresinas, látex, entre otras.

En base al índice Q, los canales de *B. aptera* vistos transversalmente son de una forma ligeramente elipsoide, esto es que el ápice y la base del canal son redondeados y las caras son curvadas. En *B. morelensis* la forma de los canales es subfusiforme, una parte redondeada y simétrica y hacia el otro extremo asimétrica y en general más aguda (Cuadro 5).

El pseudoarilo desde el punto de vista morfológico es muy importante ya que por medio de este, se han diferenciado grupos de especies con base en la cobertura de éste a la semilla, de acuerdo con los resultados anatómicos, puede utilizarse para diferenciar otros grupos o establecer relaciones de parentesco entre especies.

Sobre la formación del pseudoarilo existen versiones encontradas, de acuerdo con Richard (1819); Engler (1931) y Wild (1963) mencionan que el pseudoarilo no puede clasificarse como una estructura del endocarpo, sin embargo, Esau (1985) establece lo contrario y lo designa como una estructura que forma parte del endocarpo y se origina por la modificación de células conforme se desarrolla el fruto, en cuanto a estructura y contenido de substancias.

Cuadro 5. Características anatómicas del pericarpo del fruto de *Bursera aptera* y *B. morelensis*.

Especie	Exocarpo	Mesocarpo	Endocarpo
<i>Bursera aptera</i>	<p>Epidermis externa uniestratificada. Cutícula delgada Subepidermis: 2 a 3 estratos de células pequeñas. Endodermis pluriestratificada. Tipo celular: colénquima-parénquima. Forma celular: células alargadas longitudinalmente con paredes delgadas que forman las líneas de separación, llegando hasta la epidermis externa.</p>	<p>Número de canales resiníferos 40 a 42 (18 ± 2 por valva). Forma de los canales: elipsoide. Tamaño de los canales: $30 \times 35 \mu\text{m}$ a $20 \times 24 \mu\text{m}$. Orientación de los canales: longitudinal. Grosor del pseudoarilo: De 8 a 12 líneas de células. Tipo de tejido: pluriestratificado con células isidiamedricas. Contenido celular: células parenquimáticas alargadas de almacenamiento.</p>	<p>Capa uno: formada por 2 a 4 líneas de células parenquimáticas pequeñas intercalándose con una gran cantidad de esclereidas. Capa dos: Formada por 1 a 2 líneas de células parenquimáticas pequeñas intercalándose con fibras lignificadas. Capa tres: Formada por 3 a 5 líneas de células redondas y pequeñas. Capa cuatro: Formada de células tabicadas compactas redondas</p>
<i>Bursera morelensis</i>	<p>Epidermis externa uniestratificada. Cutícula Muy delgada. Subepidermis: 2 a 3 estratos de celulas pequeñas. Endodermis pluriestratificada. Tipo celular: colénquima-parénquima. Forma celular: Células pequeñas tabicadas formando una línea bajo la cutícula, sobresalen células de parénquima alargadas formando las líneas de separación, ligeramente lignificadas, presencia de cristales.</p>	<p>Número de canales resiníferos: 60 a 62 (20 ± 2 por valva). Forma de los canales resiníferos: Sub- fusiformes. Tamaño de los canales: $75 \times 80 \mu\text{m}$ a $20 \times 28 \mu\text{m}$ Orientación de los canales: longitudinal Grosor del pseudoarilo: De 6 a 10 líneas de células. Tipo de tejido: pluriestratificado con espacios intracelulares con células isidiamedricas y presencia de cristales. Contenido celular: Células parenquimáticas alargadas de almacenamiento.</p>	<p>Capa uno: Se forma una línea gruesa o pared de células parenquimáticas pequeñas intercaladas con gran cantidad de fibras lignificadas. Capa dos: Constituida de tejido parénquima tico y células compactas pequeñas.</p>

El arreglo celular del pseudoarilo es muy similar tanto en *B. aptera* como en *B. morelensis*. Esau (1985) define como arilo a una estructura carnosa que rodea y cubre parte de la semilla, se origina por una excrescencia de los tegumentos o el funículo de la semilla. En este estudio se observó que probablemente se origina por una o dos líneas de células independientes, simulando una capa superior del endocarpo, lo observado en el estudio nos muestra que la estructura que se forma en el fruto de estas especies no es un arilo verdadero y se ha nombrado pseudoarilo debido a que su origen no es propiamente de la semilla sino del endocarpo.

De acuerdo con Easu (1985), las líneas de separación se originan donde los bordes de los carpelos se fusionaron durante la ontogenia de la flor y aparentemente por medio de éstas se presenta la separación de las valvas cuando el fruto madura dejando expuesto al pseudoarilo que cubre a la semilla. En este estudio se observó que las líneas de separación son muy similares en las dos especies en cuanto al número de líneas celulares, la forma de sus células y a su longitud. Las características de estas líneas son muy similares a las que presentan especies del género *Boswellia* (Van Der Walt, 1975) y especies de *Bursera* sección *Bullockia* (Montaño, 2003), que también forma parte de la familia Burseraceae reconocidas por Lam (1932). Estas estructuras pueden ser consideradas como caracteres de apoyo para definir si los géneros *Boswellia*, *Bursera* (incluidas las dos secciones) y *Commiphora* son un grupo difilético o parafilético, como lo señalan Rzedowski y Kruse (1979) con hipótesis filogenéticas.

Endocarpo

Bursera aptera

El endocarpo (En) (Fig.14 a) del fruto está dividido en cuatro capas, una capa (c1) con estructura dura de 2 a 4 líneas de células parenquimáticas intercaladas con algunas esclereidas y células lignificadas que es un tejido de remanente de protección de la semilla, seguida de una capa (c2) muy desarrollada constituida por 1 a 2 líneas de células lignificadas, una capa (c3) de 3 a 5 líneas de células pequeñas desarrolladas y una capa fina (c4) de células tabicadas en donde se incrustan las semillas, se le puede considerar como una epidermis lócular. Esta última estructura fue descrita originalmente por Fucskó en 1914. En la especie, la anatomía de la pared dura del endocarpo es variable y se encuentra un endocarpo dominado por fibras lignificadas, además de contar con células parenquimatosas y algunos tejidos de células comprimidas entre las fibras.

Bursera morelensis

El endocarpo (En) (Fig.14 b) está constituido por dos capas de diferente espesor la primera capa (c1) esta constituida de tejido parenquimático y células pequeñas compactas, en esta especie se observaron pequeños cristales (probablemente de oxalato de calcio), la segunda capa (c2) se compone de células tabicadas compactas que podría ser un tejido de protección para la semilla, observándose cristales de tamaño un poco más grandes que los de la capa uno.

El endocarpo en esta especie, se encuentra en moderada cantidad, la anatomía de la pared dura del endocarpo es dominado por fibras lignificadas además de contar con células parenquimatosas y algunos tejidos de células comprimidas entre las fibras.

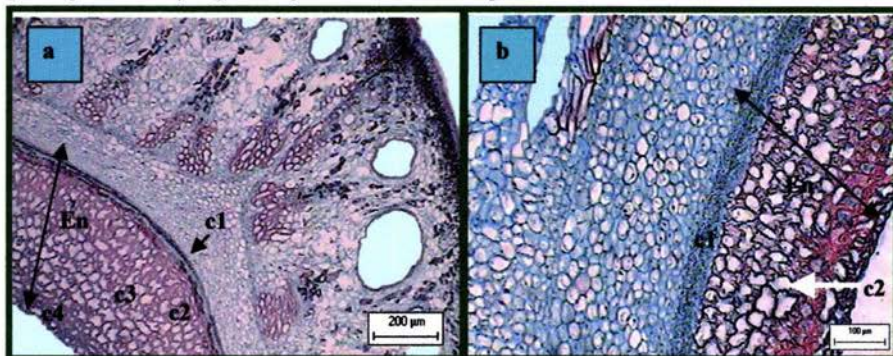


Figura 14. Anatomía del endocarpo del fruto de *B. aptera* (a) y *B. morelensis* (b) **c1:** capa 1, **c2:** capa 2, **c3:** capa 3, **c4:** capa 4, **En:** endocarpo. Cortes transversales.

En el interior del endocarpo de las dos especies existen tres lóculos (Fig. 15 a) y en cada lóculo hay dos semillas en las dos especies se desarrolla solo uno de los lóculos en el cual se encuentra una semilla desarrollada y la otra detiene su crecimiento. El embrión (E), es de forma esférica con ápice redondo en *B. aptera* y en *B. morelensis* es de forma globular con ápice plano (Fig.15 b). En el cuadro 6 se resumen las características anatómicas de los diferentes tejidos que conforman las dos especies.

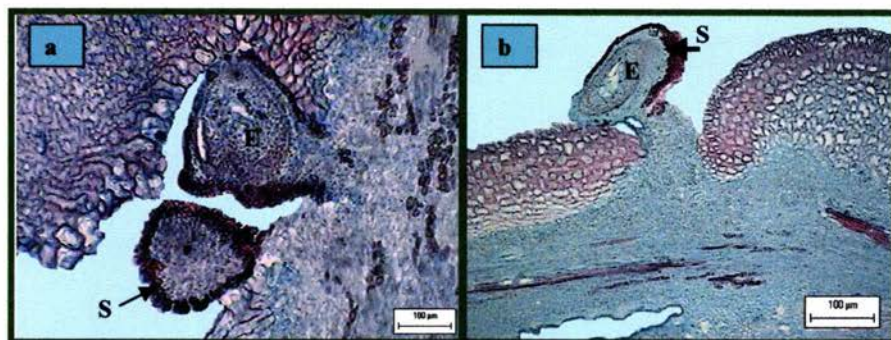


Figura 15. Embrión: E y Semilla: S en *Bursera aptera*. (a) y *B. morelensis* (b). Cortes transversales.

El endocarpo es un tejido con funciones de reserva entre otras. Su estructura varía considerablemente. Por lo cual se le debe de prestar mucha atención a este tejido, ya que existen diferentes capas celulares que pueden ser consideradas como diagnósticos para establecer relaciones filogenéticas entre las especies.(cuadro 7). Los caracteres que podrían considerarse son: las capas que integran a este tejido y los tipos celulares.

A nivel locular, el número de lóculos ya se ha tomado en cuenta con fines taxonómicos por varios autores (Mc Vaugh y Rzedowski, 1965; Rzedowski,1968).

Cuadro 6. Características de la semilla y endocarpo del fruto de *Bursera aptera* y *B. morelensis*.

CARÁCTER / ESPECIE	<i>B. aptera</i>	<i>B. morelensis</i>
Número de lóculos	3	3
Número de lóculos desarrollados	1	1
Número de semillas	2 por lóculo, 1 desarrollada	2 por lóculo, 1 desarrollada
Forma del embrión	Esférico	Globular
Ápice	Redondo	plano

De acuerdo con lo observado, los caracteres útiles para taxonomía son: la forma, tamaño y número de los canales resiníferos y las líneas de separación, ya que se han establecido como determinantes de las secciones. Se encontró que no todos los tejidos

observados pueden ser utilizados como caracteres determinantes de cada especie por su variación interespecifica, sin embargo, se reconocen y recomiendan en el cuadro 7 caracteres potencialmente útiles para contribuir en la biología comparada del género.

En este cuadro se mencionan, tanto caracteres de la sección *Bursera* como de la sección *Bullockia*, tomados de Montaña (2003), en donde se observan caracteres que pueden ser distintivos entre secciones, los cuales pueden llegar a ser de carácter taxonómico.

Cuadro 7. Comparación de características anatómicas de especies de las dos secciones de *Bursera*. Las especies que se encuentran sombreadas son tomados de Montaña, 2003.

CARÁCTER/ESPECIE		SECCIÓN <i>BULLOCKIA</i>		SECCIÓN <i>BURSERA</i>		
		<i>B. aloxydon</i>	<i>B. submontiformis</i>	<i>B. aptera</i>	<i>B. morelensis</i>	
Canales de resina	Número/valva	27±3	30±3	18±2	20±2	
	Forma	Rectangular a ovoides	Ovoides	Elipsoide	Sub-fusiforme	
	Tamaño (en micras)	(37 - 40) x (20-25)	(55 - 60) x (18-20)	(30-35) x (20-24)	(75-80) x (20-28)	
Líneas de separación		+	+	+	+	
Pseudo-arilo	Cobertura	<2/3	>2/3	Total	Total	
	Forma celular	Alargadas radialmente	Isodiamétricas	Isodiamétricas	Isodiamétricas	
	Color	Rojizo	Anaranjado	Crema	Amarillo	
Cristales		-	+	-	+	
Endocarpo	Capas	Capa 1	+	+	+*	
		Capa 2	+*	+*	+>	+>*
		Capa 3	+	+/>	+	-
		Capa 4	+	-	+	-
		Capa 5	+	-	-	-
Lóculo	Número de lóculos	2	2	3	3	
	Lóculos desarrollados	1	1	1	1	
	Número de semillas	1 ó 2	1	1	1	
Embrión	Forma	Globular	Globular	Esférico	Globular	
	Apice	Plano	Plano	Redondo	Plano	

+ presencia; - ausencia; *cristales; > muy desarrollado.

CONCLUSIONES

Todos los frutos de las especies de *Bursera* presentan una pared seca dehiscente en la madurez, de color café oscuro y las suturas son visibles. La morfología del fruto es un complejo de caracteres potencialmente útiles para la taxonomía del género y para inferir relaciones filogenéticas.

De acuerdo con la naturaleza de los frutos, la técnica de tinción recomendada en la literatura por Johansen en 1940 fue modificada en los tiempos de tinción, lo cual permitió realizar un estudio anatómico detallado.

Así, además de la división hecha con base en el número de valvas donde se reconocen dos secciones, las especies en estudio presentan un mayor número de canales aunque de diferente forma (ligeramente elíptica) en *B. aptera* y subfusiforme en *B. morelensis*. Las líneas celulares que conforman el endocarpo de las dos especies difieren en número y tipo de células. El embrión es esférico en *B. aptera* y en *B. morelensis* es globular y no se reportan casos de biembrionía en ninguna de las dos especies. El fruto de *B. aptera* y *B. morelensis* es trilobular en donde solo un lóculo se desarrolla en el cual hay sólo una semilla desarrollada.

Las diferencias más importantes observadas de cada especie fueron: (1) número, forma y tamaño de los canales, (2) capas en el endocarpo y (3) forma del embrión (el cual puede considerarse como un carácter que divide a la sección *Bursera* de la sección *Bullockia* (Montaño, 2003).

Otro fenómeno interesante es la presencia de cristales probablemente de oxalato de calcio en *B. morelensis* lo que no sucede en *B. aptera*, lo cual puede ser considerado como carácter determinante de cada especie y muy probablemente sea útil para apoyar la taxonomía del género *Bursera*.

Se ha llamado pseudoarilo a la estructura que cubre al endocarpo debido a que su origen no depende de la semilla, sino de una modificación de células del endocarpo externo. Sin embargo, es una estructura en la cual se debe prestar mucha atención ya que su arreglo celular, su extensión y color difiere entre especies de las dos secciones de *Bursera*, además de tener un significado taxonómico, probablemente tienen un sentido evolutivo.

Se sugiere utilizar un mayor número de especies y caracteres para confirmar si los caracteres propuestos en este estudio varían considerablemente entre especies del género y así sugerir una interpretación evolutiva mediante un análisis cladístico.

LITERATURA CITADA

- ☞ Andrés, H. A. R. 1997. Análisis de caracteres de plántulas de 11 especies de *Bursera* Jacq ex L. Tesis de Licenciatura, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM, México. 53 pp.
- ☞ Andrés, H. A. R. 2001 Análisis y descripción de estructuras foliares de especies del género *Bursera* Jacq. ex L. que se distribuyen en la Cuenca del Río Balsas México. Tesis Maestría (Maestría en Ciencias (Biología Vegetal))–UNAM, Facultad de Ciencias, México 83 pp.
- ☞ Andrés, H. A. R. y Espinosa D. 2002 Morfología de plántulas de *Bursera* Jacq. Ex. L. (Burseraceae) y sus implicaciones filogenéticas *Bol. Soc. Bot. México*. 70: 5-12.
- ☞ Aranda, T. F. (ed.) 1996. Plantas que curan. *Guía México Desconocido* No. 29. 72 pp.
- ☞ Arias, D. M. y O. Dorado.1994. Reserva triestatal de la Cuenca del Río Balsas. En: *Retos de la ecología en México: Memorias de la 1ra Reunión de delegados y procuradores del ambiente*. Miguel Angel Porrua . México.317-332
- ☞ Bas, C. 1969. Morphology and subdivision of *Amanita* and a monograph of it section *Lepidella*. *Persoonia* 5: 285-299.
- ☞ Becerra, J. 1997. Insects on plants: macroevolutionary chemical trends in host use. *Science* 276: 253-256.
- ☞ Becerra, J y L. Venable. 1999 Nuclear ribosomal DNA phylogeny and its implications for evolutionary trends in Mexican *Bursera* (Burseraceae) *American Journal of Botany* 86(7): 1047 – 1057.
- ☞ Becerra, J. 2003 Evolution of Mexican *Bursera* (Burseraceae) inferred from ITS, ETS and 5S nuclear ribosomal DNA sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 26: 300 – 309.
- ☞ Bentham, G. y J. D. Hooker. 1862-1882. *Genera Plantarum* 1, part 1: 321-327
- ☞ Bullock, A.A. 1936. Contributions to the flora of tropical America: XXXVII. Notes on the mexican species of the genus *Bursera*. *Kew Bulletin*.: 346–287.
- ☞ Buvat, R. 1989. *Ontogeny, Cell Differentiation and Structure of Vascular Plants*. Springer – Verlag p.p 570.

- ☞ Carlquist S. 1988. *Comparative Wood anatomy*. Springer-Verlag. Berlin, 436p.
- ☞ D'Antoni, H.L., 1979. Arqueoecología. El hombre en los ecosistemas del pasado a través de la palinología. S.E.P.- I.N.A.H. Colección Científica No. 72 México. 75 pp.
- ☞ Daly, D.C. 1993. Notes on *Bursera* in south America, including a new species, studies in neotropical Burseraceae vii. *Brittonia* 45: 240-246
- ☞ De Candolle, A. 1825. Prodrromus. Burseraceae. 2:785-92.
- ☞ Dore, W.G. 1956. *Some grass genera with liquid endosperm*. Torrey Bot. Club Bul. 83:335-337.
- ☞ Eames, A. J. y L. H. MacDaniels 1947. *An introduction to plant anatomy*, ed. 2ª
- ☞ Engler, A. 1883. Burseraceae. In Engler, a. & K. Prantl. Die Natürlichen Pflanzenfamilien. *Band*. 19a: 405-456.
- ☞ Engler, A. 1931. Burseraceae. En A. Engler & K. Prantl (eds.) *Die natürlichen Pflanzenfamilien*. ed. 2 19ª:405-456.
- ☞ Esau, K. 1985 *Anatomía vegetal* 3ª edición. Edc. Omega pp.779
- ☞ Fahn, A. 1990. *Anatomía vegetal*. Blume. Madrid. 643p.
- ☞ Ferrusquía-Villafranca, I. 1993. Provincias biogeográficas con base en rasgos morfotectónicos (mapa IV) En: *Atlas Nacional de México Vol. III*. Instituto de Geografía, UNAM. México.
- ☞ Font-Quer P. 1993. *Diccionario de botánica*. Barcelona. Edit. Labor.
- ☞ Fucskó M. 1914. Studien ubre den Bau der Fruchtwand der papilionaceen und die hyroskopische Bewegung der Hülsenklappen. *Flora* 106: 160-215.
- ☞ Gaviño, G. 1980. Técnicas biológicas selectas de laboratorio y de campo. Ed. LIMUSA, S.A. D.F. quinta reimpresión. Pag. 120.
- ☞ Gillett, J. B. 1980. *Commiphora* (Burseraceae) in south America and its relationships to *Bursera*. *Kew bulletin* 34: 569-587
- ☞ Gómez-Vázquez, G. 1983. Wood anatomy of *Bursera longipes* and *Bursera copallifera*. *IAWA Bull.* n.s. 4: 207-212.
- ☞ Gómez-Vázquez, G. y M. Engleman 1984. Bark anatomy of *Bursera longipes* (Rose) Standley and *Bursera copallifera* (Sessé & Moc.) Bullock: *IAWA Bulletin n.s.* Vol. 5.

- ☞ González, O. S., Sandoval, R. M. O. & F. Santoyo P. 1988. *Conocimiento de la flora medicinal nativa e introducida en el ejido "Paraiso", Distrito de Tuxtepec, Oaxaca*. UAM-Xochimilco.
- ☞ Hutchinson, J. 1969. Evolution and phylogeny of flowering plants. Dicotyledons, facts and theory. Academic Press, London.
- ☞ INEGI. 1987. *Síntesis geográfica, nomenclátor y anexo cartográfico del estado de Morelos*. INEGI. México.
- ☞ Johansen, D. A. 1940 *Plant microtechnique*. McGraw-Hill Nueva York.
- ☞ Johnson, M. B. 1992. The genero *Bursera* (Burseraceae) in Sonora, Mexico and Arizona, U.S.A. *Desert Plants* 10: 126-144.
- ☞ Kisser, J. 1928. Untersuchungen über das Vorkommen und die Verbreitung von Pektinwarzen. *Jahrb. F. Wiss. Bot.* 68: 206-232.
- ☞ Lam, H. J. 1932. The Burseraceae of the Malay Archipelago and Peninsula, with annotations concerning extra-Malayan species, especially of *Dacryodes*, *Santiria* y *Canarium*. *Bull. Jard. Bot. Buitenzorg, sér 3.* 12: 281 – 561.
- ☞ Llorente, J. B. et al; 1996. Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento. D. R Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología, Ciudad Universitaria, 04510 México, D.F. Pag: 27-39.
- ☞ Marchand, C. 1868. Recherches sur l'organisation des Burséracées. *Adansonia* 8: 17-72.
- ☞ McVaugh, R. y Rzedowski, J. 1965. Synopsis of the genus *Bursera* i. In western Mexico, with notes on the material of *Bursera* collected by Sessé y Mosiño. *Kew Bulletin*. 18: 317-382
- ☞ Montaña. A. G. 2003. Morfología y Anatomía del fruto de dos especies del genero *Bursera* Jacq ex L. sección *Bullockia* Tesis de Licenciatura, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM, México. 50 pp.
- ☞ Moreno, N. P. 1987. *Glosario botánico ilustrado*. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Edit. E.C.S.A. PP 258.
- ☞ Nolasco, E. y A. Sanchez. 1991. Guía para el reconocimiento de los principales arboles del Alto Balsas. Universidad Autónoma de Chapingo.

- ☞ Penninton R.T. 2000. Cryptic clades, *fruit wall morphology and biology of Andira (Leguminosae: Papilionoideae)* Botanical Journal of the Linnean Society 134: 267-286
- ☞ Richard, L.C. 1819. Observations on the structure of fruit and seeds. John Harding, London.
- ☞ Rzedowski, J. 1968. Notas sobre el género *Bursera* (Burseraceae) en el estado de Guerrero (México). *An. Esc. Cienc. Biol. (Méx)*, 17: 17-36
- ☞ Rzedowski, J. 1994. *Vegetación de México*. edt. Limusa pp. 431.
- ☞ Rzedowski, J. 1996. Diversidad y Orígenes de la flora fanerogámica de México. In Llorente, B. J.; García A. A. y González S. E. (eds.), Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento. CONABIO, UNAM e Instituto de Biología, UNAM. Pags. 27-40.
- ☞ Rzedowski, J. y H. Kruse. 1979. Algunas tendencias evolutivas en *Bursera* (Burseraceae). *Taxon* 28 (1, 2/3): 103-116.
- ☞ Rzedowski, J. y M. Equihua. 1987. *Atlas cultural de México: Flora*. SEP-INAH-Planeta. México. 222 pp.
- ☞ Rose, J. N. 1911. Family 14. Burseraceae. *North American Flora*. 25: 241-261.
- ☞ Sass, J. E. 1961. *Botanical microtechnique*. 3a ed. The Iowa State University Press, Ames, Iowa. U.S.A.
- ☞ SEMARNAP. 2000. *Programa de trabajo 2000*. SEMARNAP. México. 304 pp.
- ☞ Stace, C.A. 1980. Plant Taxonomy and Biosystematics. Edward Arnold (publishers) London. 279 pp.
- ☞ Standley, P.C. 1923. Trees and shrubs of México. *Contr. U.S. Nat. Herb.* 23: 542-552.
- ☞ Suárez, R.G. y Engleman E.M. 1982. Estudio de los canales resiníferos de la corteza de *Bursera copallifera* y *Bursera grandifolia*. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 42:41-54.
- ☞ Terrazas-Salgado, T. 1994. Wood anatomy of the Anacardiaceae: ecological y phylogenetic interpretation. Ph.D. dissertation, University of North Carolina, Chapel Hill, NC.
- ☞ Thulin y Warfa. 1986. The Frankincense Trees (*Boswellia* spp.; Burseraceae) of Northern Somalia and Southern Arabia. *Kew Bull.* 42: 487-500.

- ☞ Toledo, V. M. 1988. La diversidad biológica de México. *Ciencia y Desarrollo* 14(81).
- ☞ Toledo-Manzur, C. A. 1982. El género *Bursera* (Burseraceae) en Guerrero (México). Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, México. 182 p.
- ☞ Toledo-Manzur, C. A. 1984. Contribuciones a la flora de Guerrero: tres especies nuevas del género *Bursera* (Burseraceae). *Biotica*. 9 (4): 441-449.
- ☞ Toledo, V. M., y M. J. Ordoñez. 1993. El panorama de la biodiversidad de México: una revisión de los hábitats terrestres. in T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot, y J. Fa, editores, *Diversidad Biológica de México. Orígenes y Distribución*. México: Instituto de Biología, UNAM. Pag 739-758
- ☞ Van Der Walt, J. J.A. 1975. The fruit of *Commiphora*, *Boissiera* 24:325-330
- ☞ Wild, H. 1963. Burseraceae. En A. W. Exell, A. Fernandez & H. Wild (eds.) *Flora zambesiaca* London. 2/1: 263-285
- ☞ Willson, F.M., D. A. Graff y CH. J. Whelan. 1990. Color preferences of frugivorous birds in relation to the colors of fleshy fruits. *The Condor*. 92(3): 545-554.
- ☞ Nuestro patrimonio ecológico. Importancia y perspectiva de las áreas Naturales protegidas de Morelos <http://www.e.morelos.gob.mx/e-estado/e0060060.htm>
- ☞ Morelos. <http://www.igeograf.UNAM/instituto/bol595.html#identificación>.
- ☞ <http://www.redescolar.ilce.edu.mx/redescolar/publicaciones/publiprodigios/siehuautla/huautla.htm>
- ☞ Botánica Morfológica: www.biologia.edu.ar/botanica, Morfología de Plantas Vasculares Facultad de ciencias Agrarias, Sgto. Cabral 2131 Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina

ANEXO I

ESPECIES DE LAS QUE SE RECOLECTARON FRUTOS PARA EL ESTUDIO MORFO-ANATOMICO.	
<i>Bursera aptera</i> (Ramírez)	<i>Bursera morelensis</i> (Ramírez).
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Morelos: Mpio. De Jojutla, 0.5 Km. sobre el camino de Valle de Vázquez a Quilamula, 18° 30' 33.7" N 99° 05' 5.3" W, 928 msnm Cornejo, Montaña, Becerril, Espinosa, R 9 (FEZA). 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Morelos: Mpio de Jojutla, a 5 Km. Sobre el camino de Higuierón a Pueblo Viejo, 18° 31' 18.8" N 99° 11' 31.1" 818 msnm. Cornejo, Montaña, Becerril, Espinosa, R 11 (FEZA).
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Morelos: Mpio. De Jojutla, 0.7 Km. sobre el camino de Valle de Vázquez a Quilamula, 18° 30' 33.7" N 99° 05' 5.3" W, 928 msnm Cornejo, Montaña, Becerril, Espinosa, R 10 (FEZA). 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Morelos: Mpio de Jojutla, a 7 Km. Sobre el camino de Higuierón a Pueblo Viejo, 18° 31' 18.8" N 99° 11' 31.1" 818 msnm. Cornejo, Montaña, Becerril, Espinosa, R 14 (FEZA).
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Morelos: Mpio. De Jojutla, a 1 Km. sobre el camino de Valle de Vázquez a Quilamula, 18° 30' 33.7" N 99° 05' 5.3" W, 928 msnm Cornejo, Montaña, Becerril, Espinosa, R 13 (FEZA). 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Morelos: Mpio de Jojutla, a 7 Km. Sobre el camino de Higuierón a Pueblo Viejo, 18° 31' 18.8" N 99° 11' 31.1" 818 msnm. Cornejo, Montaña, Becerril, Espinosa, R 17 (FEZA).

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

ANEXO II Técnica de fijación.

FIJACIÓN

La solución fijadora fue F.A.A (formol-acetato-alcohol).

Este fijador preparado a base de formol, es recomendado para la mayoría de los tejidos vegetales.

PREPARACIÓN DE F.A.A (Sass, 1961)

REACTIVO	PROPORCIÓN
Formol comercial	10 ml
Ácido acético glacial	05 ml
Agua destilada	35 ml
Alcohol de 95-96%	50 ml

ANEXO III inclusión, desparafinación y tinción para cortes histológicos

La inclusión en parafina de los frutos se llevó a cabo mediante cuatro pasos.

- 1) Se deshidrataron en diferentes concentraciones de alcohol etílico al 50%, 60%, 70%, 80%, 96% y absoluto de 30 a 40 minutos cada cambio.
- 2) Se realizaron tres baños sucesivos de xilol durante 30 minutos cada uno con el fin de sustituir el alcohol por xilol.
- 3) Se colocaron los frutos en parafina fundida a 57°C, para la completa penetración de esta en el tejido de los frutos se realizaron tres cambios.
- 4) Después del tercer baño en parafina los frutos se colocaron en moldes hechos de cartón o papel con la orientación adecuada para un corte transversal adicionándole parafina fundida (Gaviño *et al.*, 1972).

Para llevar a cabo cortes transversales de la mitad basal, mediante disecciones hechas a mano y con microtomo de deslizamiento de 10 a 15 µm de grosor.

Desparafinación

- 1) Los cortes, se colocaron en portaobjetos y fueron desparafinados, esto se realizó colocándolos en canastillas de metal sobre una caja petri con papel absorbente para recuperar la parafina fundida.
- 2) Se introdujo la canastilla en una estufa aproximadamente a 58°C hasta que la parafina se fundió.
- 3) Posteriormente la canastilla se colocó en Xilol durante 20 minutos y en una solución de xilol-alcohol absoluto (1:1) durante 15 minutos.
- 4) Los cortes fueron nuevamente hidratados mediante alcoholes graduales: 100%, 96%, 70%, y 50% 15 minutos en cada cambio (Gaviño *et al.*, 1972).

Tinción y montaje

- 1) Los cortes se tiñeron con safranina, en un tiempo de un minuto.
- 2) Posteriormente, fueron pasados por una serie de alcoholes de 50%, 60%, 70%, 80% y 96% en tiempos de 5 minutos cada cambio, para realizar la deshidratación del tejido y eliminar el exceso de colorante.
- 3) Después se tiñeron con verde rápido durante 30 segundos y posteriormente se lavaron de tres a cinco veces con alcohol absoluto, dejándolos 5 minutos en cada lavado.
- 4) Una vez realizados estos pasos los cortes se aclararon con xilol (dos cambios de cinco minutos) para su conservación y montaje en placas permanentes con entellan.