

Informe final* del Proyecto BS001 Taxonomía y prospección del hábitat de las poblaciones de Bursera sect. Bullockia con especial énfasis en las especies afines al 'linaloe', B. aloexylon (Schiede ex Schlecht.) Engl.

Responsable: M en C. David Espinosa Organista
Institución: Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Zaragoza
Herbario FEZA
Dirección: Batalla 5 de Mayo s/n, Ejército de Oriente, Iztapalapa, México, DF, 09230, México
Correo electrónico: despinos@servidor.unam.mx
Teléfono/Fax: Tel: 5623 0577 Fax: 5773 1183
Fecha de inicio: Mayo 15, 2003
Fecha de término: Junio 26, 2007
Principales resultados: Base de datos, Informe final
Forma de citar el informe final y otros resultados:** Espinosa Organista, D. 2006. Taxonomía y prospección del hábitat de las poblaciones de Bursera sect. Bullockia con especial énfasis en las especies afines al 'linaloe', B. aloexylon (Schiede ex Schlecht.) Engl. Universidad Nacional Autónoma de México. **Informe final** SNIB-CONABIO proyecto No. BS001. México D. F.

Resumen:

El 'linaloe' (Bursera aloexylon) representa una fuente de aceites esenciales de importancia potencial para uso medicinal e industrial. En la primera mitad del siglo XX fue una fuente de ingresos relevante en la región de la mixteca de Puebla y Guerrero. Hay especies emparentadas con el linaloe cuyo potencial de uso es aún desconocido. El presente trabajo constituye la fase de estudio taxonómico que se realiza paralelamente con los esfuerzos del proyecto 'Actores sociales de la flora de México' que coordina el INAH con la participación de organizaciones no gubernamentales, para recuperar la industria del linaloe en México, bajo sistemas de manejo que permitan la conservación de las poblaciones naturales del linaloe. Este trabajo tiene como objetivos el reconocimiento y delimitación de las especies del género Bursera sect. Bullockia, especialmente de aquellas cercanamente emparentadas con B. aloexylon, con base en el análisis de caracteres morfológicos, anatómicos y moleculares. Para tal efecto, se visitarán localidades donde se distribuyen B. aloexylon, B. biflora, B. bonetti, B. citronella, B. coyucensis, B. fragrantissima, B. glabrifolia, B. graveolens, B. penicillata y B. xochipalensis. Se recolectarán ejemplares para prensado y secado, se fijarán muestras de flores, frutos y hojas en solución FAA y otras en sílica gel para la obtención de DNA. Se realizarán análisis para delimitar especies, para establecer sus relaciones filogenéticas y para modelar su distribución geográfica.

-
- * El presente documento no necesariamente contiene los principales resultados del proyecto correspondiente o la descripción de los mismos. Los proyectos apoyados por la CONABIO así como información adicional sobre ellos, pueden consultarse en www.conabio.gob.mx
 - ** El usuario tiene la obligación, de conformidad con el artículo 57 de la LFDA, de citar a los autores de obras individuales, así como a los compiladores. De manera que deberán citarse todos los responsables de los proyectos, que proveyeron datos, así como a la CONABIO como depositaria, compiladora y proveedora de la información. En su caso, el usuario deberá obtener del proveedor la información complementaria sobre la autoría específica de los datos.

INFORME DEL PROYECTO CONABIO: BS001

Prospección del hábitat de *Bursera* sect. *Bullockia*, con especial énfasis en las especies afines al linaloe, *Bursera linanoe* (Llave) Rzed., Calderón & Medina.

David Espinosa

Herbario de la FES zaragoza, UNAM. Av. Guelatao 66, Col. Ejército de Oriente, Iztapalapa 09230 México, D. F.

Resumen. El 'linaloe' (*Bursera linanoe*) representa una fuente de aceites esenciales de importancia potencial para uso medicinal e industrial. En la primera mitad del siglo XX fue una fuente de ingresos relevante en la región de la mixteca de Puebla y Guerrero. Hay especies emparentadas con el linaloe cuyo potencial de uso es aún desconocido. Este trabajo tiene como objetivos el reconocimiento y delimitación de las especies del género *Bursera* sect. *Bullockia*, especialmente de aquellas cercanamente emparentadas con *B. linanoe*, con base en el análisis de caracteres morfológicos, anatómicos y moleculares. Para tal efecto, se visitarán localidades donde se distribuyen *B. linanoe*, *B. biflora*, *B. bonetti*, *B. citronella*, *B. coyucensis*, *B. fragrantissima*, *B. glabrifolia*, *B. graveolens*, *B. penicillata* y *B. xochipalensis*. Se recolectarán ejemplares para prensado y secado, se fijarán muestras de flores, frutos y hojas en solución FAA y otras en sílica gel para la obtención de DNA. Se realizarán análisis para delimitar especies, para establecer sus relaciones filogenéticas y para modelar su distribución geográfica.

Palabras clave: Linaloe, Xochicopalli, Xochicopal, Suchicopal, *Bursera*, Burseraceae.

ANTECEDENTES

La familia Burseraceae es una fuente importante de resinas, medicinas, aceites esenciales y perfumes, cuyo uso se ha documentado desde la antigüedad; el incienso se obtiene de *Boswellia sacra*, y la mirra de *Commiphora myrra*. Ambos productos han sido usados no sólo en ceremonias religiosas, sino también con fines terapéuticos. *Commiphora* es un género de cerca de 190 especies (algunos no reconocen más de 60) que crecen en el África occidental, Madagascar, Arabia y la India, mientras que *Boswellia* incluye a poco más de 20 especies distribuidas también alrededor del Océano Índico (Fig.1). Ambos géneros han sido relacionados cercanamente con el género *Bursera*

(Rzedowski & Kruse, 1979), el cual cuenta con cerca de 100 especies, de las cuales más de 90 habitan naturalmente en México; la mayoría de ellas son exclusivas del país, distribuyéndose principalmente a lo largo de la costa del Pacífico (Fig. 1). La cuenca del río Balsas es particularmente importante, pues contiene cerca de 50 especies de éste género. Por ello, no es casual su uso ceremonial por los pueblos prehispánicos del área, donde de muchas especies se obtenía copal, una resina que cumple las mismas funciones del incienso, además de otros aceites importantes para la medicina tradicional.

En el antiguo Oriente Medio se apreciaba en alto grado el uso de la mirra y el incienso. El incienso era usado primordialmente para la adoración a Dios en todas las religiones de la región, desde hace más de dos mil años. En cambio, la mirra se usaba para la unción de los muertos y para una gran variedad de aplicaciones terapéuticas. A tal grado era apreciada la mirra, que en tiempos de Cristo podía valer más de tres veces su peso en oro.

LOS COPALES

En el México prehispánico, los copales cumplían funciones múltiples. En el código Florentino, Fray Bernardino de Sahagún consigna el uso del Mizquitlcopalli, de Tepecuacuilco (Gro.), Youalla (Iguala, Gro.) y Cuixco, como base para la elaboración de la tintas para escritura; del copalcuáhuítl para elaborar xícaras y vasos; del tzioccopalli como una resina blanca que funciona como incienso y medicina. El tepecopalcuáhuítl, de Cuauhnáhuac (Cuernavaca), se usó para curar las cámaras (diarreas) por severas que fuesen, y para las ‘hinchaçones de las apostemas’ (antiinflamatorio y antibiótico). En el Código De La Cruz–Badiano se describe el uso del *Tzihuac copalli* (*Tzioccopalli*, en el Florentino) para curar la inflamación de las venas. Esta última especie es referida por Sahagún como copal blanco, nombre con el cual se conoce actualmente a la resina que se obtiene de *Bursera bipinnata*.

Los usos rituales también fueron diversos; en el México prehispánico, la gente común usaba el copal en ritos fundamentales como la confesión de pecados ante un sacerdote. El equivalente de jurar sobre la Biblia, que se da en las culturas occidentales judeo-cristianas, entre las culturas mesoamericanas prehispánicas consistía en arrojar copal al incensario antes de declarar sus culpas. Sin embargo, también se usaron estas resinas en las principales festividades como la de Huitzilopochtli. En el código Florentino (Sahagún, 1558–1569) hay varias referencias a las formas de uso del copal:

“Ofrecían encienso en los cúes los sátrapas de noche y de día a ciertas horas; incensaban con unos incensarios hechos de barro cocido que tenían, a manera de caço, de un caço mediano, con su astil del grosor de una vara de medir o poco menos, largo como un codo o poco más, hueco, y de dentro tenía unas pedreçuelas por sonajas. El vaso era labrado como incensario con unos labores que agujeraban el mismo vaso desde el medio abaxo; cogían con el brasas del fugón, y luego echaban copal sobre las brasas y luego iban delante de la estatua del demonio y levantaban el incensario hacia las cuatro partes del mundo, como ofreciendo incienso a las cuatro partes del mundo, y también insensaban la estatua; hecho esto tornaban las brasas al fugón. Esto mismo hazían todos los del pueblo en sus casas una vez a la mañana y otra a la noche, incensando a las estatuas que tenían en sus oratorios o en los patios de sus casas; y los padres y las madres compelían a sus hijos que hiziesen lo mismo cada mañana y cada noche.

Del ofrenda del incienso o copal usavan estos mexicanos y todos los de Nueva España de una goma blanca que llamaban copalli, que también agora se usa mucho para incensar a sus dioses; no usavan del incienso, aunque lo hay en esta tierra. De este incienso o copal usavan lo [sá]trapas en el templo, y toda la otra gente en sus casas como se dijo arriba. Y también lo usaban los juezes cuando havían de exercitar algún acto de su oficio; antes de que començassen echavan copal en el fuego a honra de sus dioses, y demandándoles ayuda. También hazían esto mismo los cantores de los areites, que cuando havían de començar a cantar primero echavan copal en el fuego a honra de sus dioses y demandándoles ayuda.”

Hasta nuestros días los incensarios o tlémaitl han mantenido su diseño básico, tal como lo describe Sahaugun anteriormente.

En opinión de Oliva (1869), en la lengua náhuatl, el vocablo copal parece aplicarse a toda planta que produce resina que desprende aroma; si se trata de un árbol, toma el nombre de *copalcuahuitl* (*quahuitl*, árbol, *copalli*, incienso). Sin embargo, muchas especies de linajes distintos cumplían con tal definición. Por eso, era frecuente añadir otra voz que le diese un carácter más específico, si se trataba de una hierba se añadía *xihuitl*, o bien *quahuitl*, en el caso de árboles. Por ejemplo, el nombre *Tecopalli quahuitl pitzacoac* se refiere particularmente al árbol que produce incienso y crece entre las piedras, de hoja angosta, (al parecer, *Bursera fagaroides*). En el caso del linaloe, la especie era referida como *Xochicopalli*, *Xochicopal*, *Suchicopal* o *Copalsúchil*. La traducción literal es ‘copal

florido'. Sin embargo, en sentido figurado *xochitl* (flor) también puede usarse como adjetivo, significando así, fino o delicado. En efecto, el 'Diccionario de Aztequismos' de Luis Cabrera (2002) incluye el vocablo *copalsóchil* como copal fino. Los españoles lo llamaron 'copal limón', por su olor característico y como 'copal santo', en alusión a su uso en ceremonias especiales (también traducción literal de Teocopalli). Por lo anterior, es posible que el término *xochicopal* haga referencia al carácter delicado de su perfume, producto de la presencia de linalol y sus derivados, y no por algún atributo morfológico o fenológico; además, existe el antónimo *copaliyac xihutontli* (*iyac*, desagradable) para referirse a una hierba pequeña de olor desagradable, muy probablemente una compuesta del género *Tagetes* (Asteraceae) incluida en las obras de Francisco Hernández y de Fray Juan Navarro.

EL XOCHICOPAL O LINALOE

En la obra de Francisco Hernández (1577) se describe al Xochicopalli (*xochi* [tl], flor o delicado, y *copalli*, incienso):

“Es un árbol mediano con hojas como de menta, pero más profundamente aserradas y en grupos de tres, y tallos sumamente olorosos; destila un líquido rojizo muy semejante en olor a los limones, y debe incluirse entre los géneros de incienso índico, pues el árbol mismo es congénere y la goma está dotada de las mismas propiedades, y aun más eficaces. Nace en las regiones cálidas de *Collyma* y también en las de *Mechoacan*. Hay otro árbol del mismo nombre y con la misma goma, pero con hojas como de *yoloxochitl*, que nace entre los *teocaltzincenses*”.

Al parecer, Hernández distingue el *xochicopal* de las cuencas de los ríos Coahuayana, Armería y Coalcomán, de la vertiente costera de las costas de Colima, Jalisco y Michoacán, de aquel que crece en la cuenca oriental del río Balsas, según su muy probable referencia a Teocaltzingo, Guerrero; se trata seguramente de *Bursera citronella* y *B. linanoe*, respectivamente.

Oliva (1869) encuentra que la ilustración del *xochicopal* en la obra de Hernández, en la versión romana, debe estar equivocada y corresponde más bien a la de una *verbena* o *lantana*. Hernández hace una descripción parecida del *Mizquixochicopalli* (copal fino de forma de mezquite, muy probablemente *Bursera linanoe*) o *xochicopalquahuitl*, lo que sugiere la existencia de un complejo de especies de *xochicopales*, que fueron llamadas más tarde bajo el nombre genérico de linaloe, que al igual que varias especies de la

sección *Bullockia*, fueron descritos en el siglo XIX como especies del género *Amyris* (género transferido a Rutaceae): *Amyris linanoé* Llave [= *Bursera linanoë* (La Llave) Rzed., Calderón & Medina], de la cuenca oriental del río Balsas, y *A. copallifera* Oliva [= *B. citronella* McVaugh & Rzed.], de la cuenca del río Coahuayana.

Fray Juan Navarro (1801) vuelve a describir el xochicopal, cuya ilustración (Fig. 2) ya coincide con la de *B. citronella*, y la refiere como nativa de Colima y Mechoacán, donde, dice él, que en lengua vulgar se le llamaba *xarapisqua* (en purépecha).

La referencia más antigua al nombre de linaloe proviene de la descripción de la especie *Amyris linanoë* (degeneración de linaloe, *lignum*, madera, *aloe*, aceite), basónimo de *Bursera linanoë*, hecha por el botánico mexicano Pablo La Llave en 1834. Eso significa que la práctica de la destilación del aceite de linaloe se debe remontar al menos al principio del siglo XIX. Más tarde se creó el mito sobre el origen náhuatl de la palabra linaloe. Hoy en día se encuentran en campo referencias a la especie como *linalué* y más aun *olinalué*, sugiriendo una raíz común con el topónimo Olinalá (Ollín, movimiento; alan, tierra), que significa donde la tierra se mueve (los derrumbes de las laderas de cerros son típicos del paisaje de Olinalá).

Por lo menos, desde el siglo XIX encontramos descripciones técnicas del uso tanto de la resina del xochicopal, como de la esencia del linaloe refiriéndose a la misma especie (Altamirano, 1876):

“Xochicopal. Llamán así los indígenas, en Chilpancingo, a una resina extraída del *Amyris lignaloe* [sic], que vegeta abundantemente en las regiones calientes. La usan allí para perfumar los templos y sus habitaciones. Su olor es muy agradable, como el de la esencia de la misma planta, y podría utilizarse la resina para barnices. Los señores Herrera y Maximino Río de la Loza la sometieron a destilación, pero no dio gran cantidad de esencia; la cual sale menos costosa extrayéndola directamente de la madera de esta planta. Según los mismos señores, han comprado la arroba á \$ 6 en México.

Esencia de linaloe.- Se prepara por la destilación mezclando agua á la madera, hecha birutas, del *Amyris lignaloe*, que vegeta en abundancia en Matamoros Izucar y Teocaltzingo (Guerrero), y otras tierras calientes. Su olor es agradable: incolora cuando se rectifica, y su punto de ebullición [ilegible]°. Valor de una libra en México, \$2.25 centavos. La prepara en gran cantidad el Sr. D. Maximino Río de la Loza.”

La extracción del aceite del linaloe representó una importante fuente de ingresos en la región de la mixteca durante la Segunda Guerra Mundial debido a que México fue

una de las principales fuentes de derivados del linalol que se emplean en la perfumería fina, en virtud de que los principales productores mundiales estaban involucrados en el conflicto. Hacia 1945 se llegaron a exportar más de 88 toneladas de aceite de linaloe que se producía en un área que abarcaba a Chiautla y Huehuetlán (Pue), Chaucingo (Gro) y Huautla (Mor), en el alto Balsas (Guenter1950); si se considera un rendimiento hipotético de 9%, implicaría que utilizaron cerca de 1000 toneladas de viruta de linanoe en un solo año, que habría de convertir todavía a número de árboles (Fig. 4). Aún se pueden encontrar, en algunos pueblos de la región, algunos viejos alambiques y otros vestigios de esa actividad que decayó hacia la conclusión de la guerra (Paul Hersch, com pers.). El aceite de linaloe se vende aún en las festividades de los pueblos de Tepalcingo (Mor), Huehuetlán y Chiautla, pero los pobladores aseguran que los llevan de los pueblos vecinos del estado de Guerrero.

Actualmente, el Instituto Nacional de Antropología e Historia, a través del proyecto 'Actores sociales de la flora de México' ha logrado implementar un protocolo de producción del aceite de linaloe a partir del fruto, particularmente de la destilación de extracto de las valvas que cubren la semilla. Con ello se evita el uso de árboles completos para la destilación. Además, se ha adaptado y modificado la fitotecnia empleada en la India para el cultivo de *B. delpechiana* Poiss., fuente principal de la llamada 'lavanda de la India'. En realidad, *B. delpechiana* es una especie de ubicación confusa, ya que si bien su descripción coincide con la de *B. citronella* McVaugh & Rzed., de Jalisco, Colima y Michoacán, la localidad tipo está referida como Cuantla (posible deformación de Cuautla). Por ello, es muy probablemente *B. citronella* la especie que los ingleses (Mr. P. J. Anderson) obtuvieron por estacas y semillas de la costa occidental del Pacífico mexicano y que ahora se cultiva en la India bajo la denominación de 'lavanda de la India' (Guenter, 1950). *B. citronella* crece particularmente en la cuenca del río Coahuayana (o El Naranjo), en los límites de Colima, Jalisco y Michoacán, entre Pihuamo y Coalcomán (ver diccionario de autoridades taxonómicas, apéndice 1).

En la actualidad, el 'linaloe' o 'xochicopal' [*Bursera linanoe* (La Llave) Rzed., Calderón & Medina; *B. citronella* McVaugh & Rzed.] ha sido objeto de uso y explotación por los pueblos de la mixteca de Puebla y la región de la montaña en Guerrero, así como en Colima y Michoacán, con fines ya sean artesanales, terapéuticos ó eventualmente industriales. El uso actual más común es la elaboración de artesanías (cajas labradas y laqueadas) que implica el corte de árboles. En combinación con lo anterior, el fomento de

la ganadería extensiva menor, promovidos en los 80s, evitaron el reemplazo de las poblaciones naturales del linaloe, ya que las plántulas y renuevos son comidos por los chivos. Debido a ello, hoy en día, cuando se encuentra una localidad de linaloe, comúnmente está compuesta por una gran cantidad de individuos adultos. Por lo que su uso sostenido requiere de un manejo especial.

En la cuenca del río Papagayo, *B. aff. citronella* es referida como 'almárciga'. Sin duda, este nombre es una variante de almáciga o almácigo, que es sinónimo de resina. Con este nombre son conocidas las resinas de algunas especies de *Bursera*, en Cuba (*B. simaruba*) y de anacardiáceas (*Schinus* sp.), en Perú. Fray Bernardino de Sahaugún se refiere a ciertas resinas de plantas mexicanas como 'almástiga'.

En este trabajo se pretende realizar una revisión taxonómica y un primer análisis de la distribución geográfica y hábitat del linaloe o xochicopal, en sentido amplio, con el fin de evaluar su potencial de uso. Se busca establecer las bases para generar la denominación de origen mexicano del linaloe. Se trata también de reconocer especies cercanamente emparentadas, y con composición fitoquímica semejante que representen el acervo de germoplasma disponible para su manejo fitotécnico. En este informe se resumen cuatro aspectos centrales (1) una base de datos, que incluye la recopilación de un diccionario de autoridades taxonómicas y un nomenclátor geográfico con base en los cuales se relacionan los registros de ejemplares, (2) Una revisión de las principales hipótesis filogenéticas a las cuales se han incorporado estudios morfo–anatómicos que apoyan a algunas de éstas, (3) una exploración de recursos no reportados sobre el uso de xochicopales y (4) un análisis de distribución ecológica y, con base en ello, un análisis de distribución geográfica.

TAXONOMÍA

La taxonomía del género *Bursera* ha sido abordada por Engler (1883), Bullock (1936), McVaugh y Rzedowski (1965), Rzedowski y Kruse (1979), Toledo (1984) y Andrés y Espinosa (2002), con base en la distribución de caracteres morfológicos; Andrés (2001) incorporó algunos caracteres anatómicos de hoja y pecíolo, así como de arquitectura foliar; mientras que Becerra (2003) propuso un arreglo filogenético con base en secuencias de DNA nuclear ribosomal.

En general, todos los estudios coinciden en la existencia de dos grupos monofiléticos principales que corresponden a las dos secciones propuestas por McVaugh y Rzedowski (1965), *Bursera* sect. *Bursera* y *Bursera* sect. *Bullockia* (Fig. 5). La sección *Bursera* tiene a su vez tres grupos importantes, el complejo *B. simaruba* (Daly, 1993), reconocido antes por Toledo (1984) como 'mulatos' y cuya distribución es circum-caribeña; el grupo *B. inaguensis*, cuya distribución es estrictamente antillana (Cuba, Jamaica, Española y Bahamas); y los 'cuajotes' (Toledo, 1984) conformado por tres subgrupos (Becerra, 2003), *B. fragilis*, *B. microphylla* y *B. fagaroides*, todos ellos distribuidos de forma predominante sobre la vertiente del Pacífico mexicano.

Dentro de la sección *Bullockia* se reconocen dos grupos bien definidos, con base en rasgos morfológicos. El primero incluye a especies con fruto cuya semilla ovoide está casi completamente cubierta por un ariloide, salvo una pequeña área apical desnuda, de color negro; los sépalos son libres y frecuentemente se trata de especies cuyo exudado se endurece al contacto con el aire. Este grupo se distribuye sobre la vertiente del pacífico desde Colombia (*B. tomentosa*, incluyendo su vertiente caribeña) hasta Sonora, en México. El segundo grupo incluye a especies de frutos con semilla lenticular asimétrica, parcialmente cubierta por el ariloide (en la base y los cantos); los sépalos son fusionados y el exudado es frecuentemente aceitoso. Este grupo es el de distribución más amplia dentro de *Bursera*, abarca también de forma preferencial la vertiente del Pacífico desde el Golfo de Guayaquil (Ecuador) hasta el Cabo, península de Baja California (México), así como los archipiélagos de las Galápagos (*B. malacophylla*) y de las Revillagigedo (*B. nesopola*); la presencia de este grupo en las Antillas (*B. graveolens* en Cuba) puede ser introducida.

Bursera linanoe pertenece a la sección *Bullockia*, grupo *Glabrifolia* (Fig. 6; ver apéndice 1). Este grupo presenta cuatro clados importantes que se pueden caracterizar por su patrón de distribución geográfica

Clado 1. Patrón Golfo de California. El clado 1 está compuesto estrictamente por cuatro especies. Sin embargo, dada la estrecha relación morfológica entre *B. epinnata* y *B. nesopola*, se incluye en esta última especie en el grupo, bajo la siguiente estructura:

(((*ruticola*, *cerasifolia*) *sarcopoda*) (*epinnata*, *nesopola*))

Las relaciones biogeográficas implícitas en la filogenia son las siguientes (Fig. 7):

((((Cabo, Cabo) Balsas W) (Cabo, Revillagigedo)

La distribución del clado está sesgada hacia el sur de la Península de Baja California, salvo el caso de *Bursera sarcopoda*. Se trata del clado basal del grupo *Glabrifolia*, lo cual sugiere que esa parte del grupo se separó a partir de un evento evolutivo muy antiguo. Tres especies están distribuidas en la región del Cabo, en la Península de Baja California, otra más en la Isla Socorro, en el Archipiélago de las Revillagigedo.

Clado 2. Patrón Pacífico W. Este clado incluye a tres especies:

((*penicillata*, *citronella*) *infiernidialis*)

Las relaciones biogeográficas involucras áreas de la vertiente Pacífica occidental de México, exclusivamente continental (Fig. 8):

((Costa Pacífico W, Armería – Coahuayana) Balsas W)

Bursera penicillata se distribuye sobre la costa del Pacífico occidental de México, desde la Cuenca del río Presidio, en el sur de Sinaloa, hasta el margen occidental del Armería en Colima; penetra por toda la cuenca del río Grande de Santiago, sin llegar completamente al Lerma; su presencia en el altiplano Chihuahuense es marginal. La distribución de *Bursera citronella* parecer la continuación de la de *B penicillata* sobre la costa del Pacífico; la mayoría de las localidades se concentran en la cuenca del río Coahuayana e invaden las cuencas vecinas de Armería (costa de Colima) y Coalcomán (costa de Michoacán). La presencia de *B citronella* en la cuenca del río Papagayo es incierta; todos los ejemplares proceden de una misma localidad y es todavía necesario un análisis riguroso de la morfología y anatomía de estas poblaciones para saber si en realidad pertenecen a esa especie. *B. infiernidialis* tiene una distribución restringida a la desembocadura del río Balsas (límite entre Michoacán y Guerrero).

Clado 3. Patrón Balsas – Papaloapan. Es un grupo distribuido y diferenciado en toda la cuenca del río Balsas y en las cuencas vecinas de los ríos Salado (Valle de Tehuacan – Cuicatlán), parte alta del Papaloapan, y en el margen superior del Tehuantepec.

((*glabrifolia*, *xochipalensis*) (*linanoe*, *heterestes*, *coyucensis*))

Las relaciones biogeográficas implícitas son las siguientes (Fig. 9):

((Balsas W–E–Tehuantepec, Balsas E) (Balsas E, Balsas W – E, Balsas W)

En un primer subclado, *Bursera glabrifolia* abarca todo el intervalo de distribución del clado, desde el Balsas hasta toda la parte alta del Tehuantepec (Valles Centrales de Oaxaca), mientras *B. xochipalensis* se distribuye solo en la porción oriental del río Balsas.

Clado 4. Balsas Oriental – Papaloapan. El clado está constituido por tres especies de distribución restringida a la porción oriental del río Balsas y su vecina en el Valle de Tehuacan – Cuicatlán.

((*bonetti*, *mirandae*) *biflora*)

Las relaciones biogeográficas son las siguientes (Fig. 10):

((Zopilote, Balsas E) Tehuacan – Cuicatlán)

ACEITES

El aroma de la esencia de linaloe mexicano fue descrito por el profesor Casiano Conzatti en su colecta 4027 (julio 16 de 1920) como "... el que resultaría de una mezcla de esencia de limón y de jazmín..." y anota que la destilación a partir de la madera tiene entre un 7 a 9 % de rendimiento.

El compuesto responsable del aroma característico del linaloe es el linalol y su derivado, el acetato de linalilo. Ambos coexisten en equilibrio dinámico, la forma de acetato de linalilo es más estable hacia pH ácido y el linalol hacia la neutralidad. La secuencia de degradación va de linalol a acetato de linalilo y a ácido acético. En los estudios realizados por el proyecto Actores Sociales de la Flora Medicinal de México (INAH) se ha encontrado que la mayor concentración de la forma linalol o acetato de linalilo depende del manejo del fruto previo a la destilación. Una vez cosechado el fruto, si se almacena durante bajo condiciones de alta temperatura, mas o menos 25 – 28 °C, el fruto 'acelera' su maduración, que concluye con la separación espontánea de las valvas. Así, la operación para separar la semilla de las valvas se facilita. La maduración inducida implica también la fermentación del aceite con la consecuente transformación de una parte del linalol en acetato de linalilo. En cambio, la cosecha de fruto madurado en el árbol más la separación manual de las valvas aumenta el rendimiento del linalol, pero requiere de un mayor costo de manejo y tiempo. La forma de linalol es más apreciada en perfumería fina, sin embargo, la forma de acetato de linalilo es más útil en aromaterapia (Paul Hersch, com. pers.).

Se obtuvieron frutos de *Bursera citronella* de Trojes y del Ejido de Zapote de Fernández, Michoacán (cuenca del Coahuayana), como también de El Tepehuaje, Guerrero (cuenca del Papagayo). Todas las muestras se entregaron al personal del INAH, en Morelos. Ellos han encontrado linalol tanto *Bursera citronella*, como *B. linanoe*, con diferencia mínima sólo en cuanto al rendimiento de la destilación, el cual es mayor en *B. citronella* en 0.2%. El fruto obtenido de *B. aff. citronella* de la cuenca del río Papagayo aun falta por analizarse, aunque al parecer, su fruto está menos concentrado de linalol que en las otras especies.

RESINAS

El mercado de Tixtla, en Guerrero, representa uno de los centros de venta de resinas más importantes de México. Se venden distintas variedades de copales y es posible encontrar incienso y mirra auténticos, según los comerciantes de resinas. El uso de estas resinas es muy apreciado por la gente, no sólo de los pueblos indígenas aledaños a la Ciudad de Tixtla, sino también por la población mestiza.

Al igual que Altamirano (1978) Conzatti (en su colecta) menciona el uso de la resina de *Bursera aloexylon* (= *B. linanoe*): "... la resina que espontáneamente se concreta en la corteza, se usa como sahumero." Sin embargo, en el mercado de Tixtla, distinguen dos resinas muy parecidas, el 'copal blanco', que se obtiene de *B. bipinnata*, el copal 'rojo', o 'sucio' o 'el que huele bonito', que al parecer se obtiene de *B. linanoe*, y la otra que nombran 'almárciga', que se obtiene de *B. citronella*. Ambas se cosechan igual, por lo que se puede suponer un proceso planta – insecto muy parecido. Sin embargo, la almárciga tiene mayor valor de mercado y sus usos particulares aún están por estudiarse.

Tal como lo señalaba Altamirano (1876), en el siglo XIX, el precio de la resina es aún mayor que el del aceite esencial. Hasta agosto de 2004, el precio de la llamada *almárciga* (o Xochicopal, según Altamirano, 1876) se pagaba a \$300.00 el Kg, a los recolectores, y se vende al menudeo por onza alcanzando los \$650.00 el Kg.

Bursera citronella fue descrita por McVaugh y Rzedowski (1965) con base en ejemplares recolectados en las cuencas de los ríos Armería, Coahuayana y Coalcomán. Son árboles que pueden alcanzar los 12 m de alto, aunque también pueden ser arbustos de ramas erectas.

Una serie de recolectas de Hebert Kruse fueron determinadas como *B. citronella*, procedentes de una sola localidad ubicada en la cuenca del río Papagayo. El ejemplar H. Kruse 2591 (28/julio/1969; El Tepeguaje, Cerro Alto Tepeguaje, municipio Juan R

Escudero, Guerrero) describe al individuo como "... arbusto trepador de largas ramas delgadas, apoyadas y colgantes de corteza gris agrietada, gruesa y aromática". En efecto, se trata de arbustos o árboles que se ramifican muy cerca de la base; las ramas decumbentes se mantienen a poca distancia del suelo, o bien se apoyan sobre las ramas de otros árboles. Una situación parecida a la que distingue entre *Bursera simaruba* y *Bursera standleyana*, endémica de la Península de Osa, en Costa Rica, cuyas hojas parecen casi iguales, pero se trata de un árbol y un bejuco trepador, respectivamente. En el caso de *Bursera citronella* del Pacífico de Michoacán, Jalisco y Colima, y de *B. citronella* de la cuenca del Papagayo en Guerrero, la hoja parece ser idéntica. Sin embargo las poblaciones del Papagayo suelen tener dos etapas de floración y fructificación superpuestas; además, las inflorescencias de *B. citronella* son frecuentemente panículas de dos a tres frutos, mientras que en la forma del Papagayo son frecuentes los tirso de más de 10 frutos. A pesar de ello, es necesario una comparación más detallada sobre la base de un número aún mayor de ejemplares del Papagayo.

Debido a ello, en tanto no se aclare la ubicación taxonómica de estas poblaciones de la cuenca del Papagayo, se hará referencia a éstas bajo el nombre de *Bursera* aff. *citronella*.

El señor Hipólito Hernández es un recolector de almáciga. Él ha apoyado la realización de este proyecto desde abril de 2003. Así, con él hemos localizado hasta la fecha cinco poblaciones de más de 100 individuos cada una. Cada población está aislada entre sí por distancias que representan no menos de media hora de camino. Se trata de una especie de hábitat muy restringido. Sólo se encuentra en peñascos abruptos de rocas disgregadas. Estos son pequeños parches de estrés hídrico (edáfico) y elevadas temperaturas. Parecería como si poblaciones relictuales emparentadas con *B. linanoe* o *B. heteresthes* encontraran ahí condiciones de microambiente semejantes a las de la cuenca del Balsas. La cuenca del Papagayo es mucho más húmeda que la del Balsas con un clima Aw''_2ig (climas tropicales subhúmedos en el límite con los húmedos) mientras en el Balsas dominan los climas Aw''_0ig y $BS_1(h')g$, la transición entre los climas tropicales subhúmedos con los secos semiáridos. Las altas temperaturas parecen influir en la arquitectura de la planta, así como en ciclo de vida del parásito que estimula la producción de resina. Las ramas del árbol o arbusto son decumbentes y corren paralelas al sustrato rocoso.

A diferencia de las poblaciones *B. linanoe* y *B. citronella* de Michoacán, las de *B. aff. citronella* tienen poblaciones con una estructura de edades con gran número de individuos juveniles. Eso se debe probablemente a lo inaccesible de su microhábitat. Las poblaciones se ubican sobre peñas de rocas sedimentarias del cretácico medio, asociadas con ígneas intrusivas del mesozoico.

El señor Hipólito Hernández hizo una descripción exacta del ciclo de vida del gorgojo que parasita a *B. aff. citronella* (Fig. 11): Desde noviembre o diciembre, se comienza a ver la emanación de resina, sin embargo, es hasta la Cuaresma entre febrero–marzo cuando la producción de resina alcanza su máxima cantidad. Entonces es cuando vale la pena hacer los recorridos de recolecta, pues las jornadas son muy pesadas. La recolecta es óptima hasta la primera mitad de abril, cuando la producción baja al comenzar algunas lluvias adelantadas; además, la lluvia disminuye la calidad de la resina. La recolecta es comprada por mayoristas de Tierra Colorada, quienes la envían a Tixtla, donde se vende al menudeo. Según hemos comprobado, la ‘almárciga’ es la resina de mayor precio en el mercado. Según advierte don Hipólito, la producción de resina se ve afectada por la marcha de temperaturas y de lluvias: si en diciembre y enero las temperaturas son muy bajas y sobre todo, si llegan a presentarse lluvias invernales, la producción de resina cae drásticamente, y asu vez, los inviernos cálidos y secos garantizan una mayor producción.

En las poblaciones de la cuenca del Papagayo se usa principalmente en las festividades de Semana Santa y Día de Muertos. En Tixtla se vende todo el año y se conoce que el uso más común es como sahumero de funerales. Don Hipólito refiere que es común que el cuerpo de los difuntos sea velado durante más de dos días, en tanto se reúne la familia muchas veces dispersa. Aunado a esto, en climas calurosos, los cuerpos se descomponen fácilmente por lo que es necesario incensar con almárciga para sanear el ambiente.

Con base en esta información se hicieron recolectas mensuales en árboles de *B. aff. citronella* en busca del parásito, para describir su relación con el ciclo de producción de resina. Se trata de un gorgojo que pertenece a la clasificación siguiente.

Phylum: Artropoda

Clase: Insecta

Orden: Coleoptera

Familia: Curculionidae

Subfamilia: Conoderinae

Tribu: Lechriopini

Género: *Copturus*

Especie: *Copturus* aff. *cribicollis* Champion

La ubicación taxonómica específica es aun incierta, pues la descripción de *Copturus cribicollis* es la que mejor se ajusta al gorgojo estudiado, sin embargo, hay algunos rasgos distintivos que pueden separar a este insecto como una especie nueva (Ordóñez, en prep.). Los rasgos principales son los siguientes (Fig. 12):

Adulto: rostro en forma de pico; antenas acodadas y mazudas; cuerpo con élitros y patas duras; exterior sólido y muy resistente; son fitófagos de la misma especie donde se desarrolla la larva.

Pupa: del blanco aperlado de la larva cambia a un tono más amarillo; presenta ojos compuestos; rostro en forma de pico; primer par de alas membranosas.

Larva: cuerpo blanco aperlado cilíndrico, con cápsula cefálica oscura; ápoda; xilófagas, taladradoras de tallos.

Huevo: aún no se describe.

El ciclo de vida sigue el patrón siguiente (Fig. 13):

Ovoposición. Ocurre entre septiembre a noviembre; y eclosionan al concluir las lluvias.

Estado larvario. Las larvas infestan al árbol principalmente en las ramificaciones de terciarias en adelante. Puede haber dos razones, o prefieren las ramas más jóvenes, o infestan cualquier parte, pero sólo tienen éxito los huevos depositados en esos lugares. Algunos huevos son depositados en ramas terminales, pero sus larvas son más pequeñas e inviables para llegar a pupas. El desarrollo y crecimiento de las larvas coincide con la época más seca del año.

Estado pupal. Su desarrollo inicia a fines de abril y durante mayo

Estado adulto. Los adultos se mantienen en hibernación hasta la completa foliación de los árboles, al final de junio. Entonces emergen los individuos y se mantienen en los troncos de los árboles. Alcanzando su madures sexual dos o tres meses después, cuando ocurre la ovoposición.

Todavía no es posible hacer una correlación entre clima – fenología del árbol – ciclo de vida del insecto, pero la descripción es concluyente para fines de manejo.

BASE DE DATOS

Hasta la fecha se han recopilado 700 registros de especies del género *Bursera* linanoe (110) y otras afines de ejemplares de plantas de los herbarios Nacional de México (MEXU) y de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB) del Instituto Politécnico Nacional. Los registros de recolecta fueron incorporados en una base de datos sobre el modelo Biotica versión 4.1 (CONABIO), donde fueron depurados y su información taxonómica y geográfica fue validada de acuerdo con literatura taxonómica y con el gacetero geográfico de INEGI, sobre Arcview 3.2. Los estados, municipios y RTPs se validaron con base en la cartografía de Biotica 4.1.

Diccionario de autoridades taxonómicas. La lista de especies está compuesto de 143 nombres, de los cuales 127 son especies, 81 de ellas son aceptadas y 46 son sinónimos. La mayoría de los nombres están asociados a su referencia bibliográfica original. Debido a que el modelo de Biotica 4.1 no cuenta con un campo para capturar el protólogo del nombre, provisionalmente se capturó dentro del campo observaciones de la literatura asociada al nombre, procurando la mayor consistencia. Se adjunta el reporte del catálogo de autoridades en un apéndice al final de este informe.

Nomenclátor geográfico. Se recopilaron y validaron los nombres de 464 localidades asociadas a 455 sitios, distribuidos en 20 estados y 21 RTPs. Todos los sitios y sus localidades están asociadas a un municipio. Se estableció un sistema para estandarizar el nombre de la localidad, el cual se compuso a partir de tres a cuatro letras mayúsculas que abrevian el nombre del estado, una localidad de referencia, siguiendo la ortografía del nomenclátor de INEGI, en relación con la cual se ubicó cada localidad por distancia en kilómetros y orientación según los puntos cardinales, sobre carreteras y caminos secundarios. En el campo de nombre en extenso se capturó el nombre de la localidad tal como aparece en la etiqueta del ejemplar. Por ejemplo:

Nombre_de_la_localidad: GRO, Mexcaltepec

Nombre_extenso: Mezcaltepec, 10 Km después de Taxco, carretera Taxco-Iguala

El nomenclator se adjunta en un apéndice al final de este informe.

DISTRIBUCIÓN ECOLÓGICA

A partir del sistema Biotica 4.1 se generó una consulta para análisis geográfico. Esta fue analizada mediante el sistema ArcView siguiendo el siguiente protocolo de estudio:

Se seleccionaron las cuencas del Balsas y del Papagayo como referencia para hacer cortes a diferentes mapas temáticos (elevación, isoyetas, isotermas, clima y suelo).

El corte de curvas de nivel se transformó a puntos y se generó el modelo de elevación de terreno.

Las localidades de cada especie se cruzaron con mapas temáticos para generar una tabla de atributos de hábitat para cada localidad/especie. Luego se generaron una tabla y gráficos dinámicos en MS Excell 2000. Con base en ella se obtuvieron las frecuencias de cada especie en cada tipo o intervalo de clase de elevación, precipitación, temperatura, clima y suelo (Figs. 14 – 20).

De acuerdo con los datos obtenidos, *B. linanoe* tiene una distribución ecológica más amplia. El problema de usar la información tal como se genera del cruce de cartografía es la introducción de errores de escala. Por eso hay localidades en vegetación de bosques de encino y aún más, de pino. El modelo de elevación generado a partir de curvas de nivel de 100 m de equidistancia sobre una escala 1: 250,000, genera datos de elevación muy por fuera del intervalo real de distribución de una especie. La información histórica hace poco útil la cartografía de vegetación. La máxima influencia sobre los datos se dio con *Bursera linanoe*, donde 30% de las localidades se ubican en áreas donde la carta de vegetación actual de la Conabio corresponde a cultivos. El sesgo de esos datos no se puede controlar en modelos como Garp y Domain. Esa puede ser la razón de la sobrestimación de las áreas de distribución producidas por tales modelos.

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

Se realizaron tres análisis de distribución geográfica del *Bursera linanoe*: (1) un análisis Garp para un conjunto de 110 registros de ejemplares en 56 localidades; (2) un análisis con el modelo Domain y (3) un tercer análisis basado en operaciones directas con mapas reclasificados.

Análisis Garp. Se realizó un análisis con coberturas 1:250,000 de aspecto, elevación, temperatura, precipitación y suelo. Se ejecutaron 10 análisis consecutivos con 100 iteraciones. Se seleccionaron en cada una de las 10 rutinas los 10 mapas cuya sumatoria de celdas con valor 1 fuese mínima y con valores máximos de celdas de valor cero. Luego se remplazaron los valores iguales a 254 por un nuevo valor de 2 y se multiplicaron los 10 mapas para obtener un mapa de consenso con celdas cuyos valores variaron entre 0, 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512 y 1024. Las celdas con valores distintos a 0 y 1 se

reemplazaron nuevamente por 2. Finalmente se multiplicaron los 10 mapas de consenso para obtener el mapa final que se muestra en la figura 21.

Análisis Domain. Un análisis con el modelo Domain se realizó sobre la misma cartografía. Se generó un solo mapa del que se seleccionaron los valores por arriba de cero y se partieron en tres clases que indicaran solamente una probabilidad alta, media o baja de encontrar a la especie. El mapa obtenido se muestra en la figura 22, en el destacan dos aspectos relevantes. Por un lado, hay una gran similitud entre este mapa y el obtenido por el método anterior, por otro lado, hay una mayor cantidad de celdas donde la potencialidad de encontrar a *B. linanoe*, en la depresión central de Chiapas. Una primera interpretación supondría que en esa región sería muy probable encontrar a *B. linanoe*, o bien a una especie cercanamente emparentada. Una interpretación fuera del interés puramente sistemático – biogeográfico es que la depresión central de Chiapas ofrece una buena alternativa para el cultivo del linaloe con fines de explotación.

Análisis por operaciones directas con mapas clasificados. Con base en la tabla de frecuencias generada por el cruce de las localidades con los temas de elevación, isoyetas, isothermas, humedad, suelo y vegetación, se agregó un nuevo campo ‘categoría’ en cada tabla de atributos de los diferentes mapas temáticos, ponderando cada atributo con valores enteros de 0 a 5, según una escala logarítmica base dos: clase 0 = 0, clase 1 = 1–2, clase 2 = 3–4, clase 3 = 5–8, clase 4 = 9–16, clase 5 = 17–32, y clase 6 = 32–64. Por ejemplo, el valor máximo de las frecuencias de humedad mostradas por las localidades de *B. linanoe* fue de 37 en w0, 13 en BS1, nueve en w1 y BS0, y cuatro en w2. Éstas toman los valores de 6, 4, 4, y dos respectivamente. Cualquier otra categoría de humedad toma el valor de cero. Cada mapa temático en formato shapefile se convirtió a un mapa de categorías en formato grid. Un primer mapa de distribución geográfica potencial se obtuvo mediante la suma de los grids de categorías de elevación, isoyetas, isothermas, clima y suelo, multiplicado por las categorías de frecuencia en las subcuencas. Los valores de la suma de las categorías se reclasificaron en cuatro nuevas clases de potencialidad de las distribuciones (Fig. 23). Un segundo mapa de distribución geográfica potencial se obtuvo mediante el producto de todos los mapas del paso anterior, además de la reclasificación en cuatro clases de potencialidad de distribución (Fig. 24).

En el caso del mapa obtenido por producto de mapas temáticos, los resultados predijeron áreas con alta probabilidad de encontrar linaloe donde hay pocos registros de recolecta

pero sí varias referencias de productores de aceite. La discriminación entre celdas es mayor que la generada por Garp y semejante a la producida por Domain (25 – 27). Mapas más detallados orientados al manejo requieren de datos de campo. En ese aspecto, los resultados obtenidos hasta ahora muestran una tendencia de las localidades de recolecta a localizarse sobre laderas de pendientes pronunciadas a moderadas (15 a 35 grados) y orientadas de forma dominante hacia el SE. Es decir, la especie muestra preferencia por las laderas más secas y calientes dentro del área de predicción de presencia.

Literatura citada

- Altamirano, F.** 1876. Catálogo de la colección de productos naturales indígenas. Remitida por la Sociedad Mexicana de Historia Natural á la Exposición Internacional de Filadelfia. *La Naturaleza* III: 382-392.
- Andrés, A.** 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 de Maestría en Ciencias (Biología Vegetal), Facultad de Ciencias, UNAM, México. 86 p.
- Andrés, A. y D. Espinosa.** 2002 (en prensa). Morfología de la plántula de *Bursera* Jacq. ex L. (Burseraceae) y sus implicaciones filogenéticas. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*
- Becerra, J. X.** 2003. Evolution of Mexican *Bursera* (Burseraceae) inferred from ITS, ETS and 5S nuclear ribosomal DNA sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 26: 300–309.
- Bullock, A. A.** 1936. Contributions to the flora of tropical America: xxxvii. Notes on the Mexican species of the genus *Bursera*. *Kew Bulletin*, 8: 346-387.
- Cabrera, L.** 2002. Diccionario de Aztequismos. Obra póstuma revisada por J. Ignacio Dávila Garibi y corregida por Luis Reyes García. Colofón, S. A. México.
- Daly, D.** 1993. Notes on *Bursera* in South America, including a new species. Studies in Neotropical Burseraceae VII. *Brittonia*, 45: 240-246.
- Dilcher, D. L.** 1974. Approaches to the identification of angiosperm leaf remains. *Botanical Review*, 40: 1-157.
- Doyle, J. J. y J. L. Doyle.** 1987. A rapid DNA isolation method for small quantities of fresh tissues. *Phytochemical Bulletin* 19: 11-15.
- Engler, A.** 1883. Burseraceae. En: Engler, A. y K. Prantl (eds.) *Die Natürlichen Pflanzenfamilien*. Band. 19a : 405-460.

- Esau, K.** 1985. Anatomía vegetal. Ediciones Omega, S. A. Barcelona.
- Guenter, E.** 1950. The essential oils. Volume IV. 3th printing. D. van Nostrand Company, Inc., Princeton, New Jersey. p. 331–348.
- Hernández, F.** 1577. *Historia de las plantas de Nueva España, Tomo I*. Publicada en 1942 de la versión española de Ximénez. Instituto de Biología – Prensa Universitaria, UNAM, México.
- Hickey, L. J.** 1979. A revised classification of the architecture of dycotyledonous leaves. En: Metclafe, C. R. y L. Chalk (eds.) *Anatomy of the Dicotyledons*. Oxford University Press, Oxford. Vol. I: 25-39.
- Howard, R. A.** 1979. The petiole. En: Metclafe, C. R. y L. Chalk (eds.) *Anatomy of the Dicotyledons*. Oxford University Press, Oxford. Vol. I: 88-96.
- McVaugh, R. y J. Rzedowski.** 1965. Synopsis of the genus *Bursera* L. in western Mexico, with notes on the material of *Bursera* collected by Sessé and Mociño. *Kew Bulletin*, 18: 317-382.
- Navarro, Fr. J.** 1801. Historia Natural o Jardín Americano [Manuscrito de 1801]. Editado en 1992, UNAM, IMSS, ISSSTE, México.
- Oliva, L.** 1869. Flora médica. El copal. *La Naturaleza* I: 37-43.
- Rzedowski, J. y H. Kruse.** 1979. Algunas tendencias evolutivas en *Bursera* (Burseraceae). *Taxon*, 28: 103-116.
- Sequencher.** 1995. 3.0 user manual. Gene Codes Corp., Ann Arbor, MI.
- Sahaugún, Fr. B. de.** 1558–1569. Historia General de las Cosas de la Nueva España. Dastin, S. L. edición de Juan Carlos Temprano (2001), Crónicas de América, Madrid.
- Swofford, D. L.** 1993. Phylogenetic analysis using parsimony (PAUP) version 4.1. Smithsonian Institution, Washington.
- Toledo-Manzur, C. A.** 1982. El género *Bursera* (Burseraceae) en el Estado de Guerrero (México). Tesis de licenciatura en Biología, Facultad de Ciencias, UNAM, México. 181 p.

Figuras

Fig. 1. Distribución geográfica del género *Bursera*.

Fig. 2. Xochicopal, tomado de Navarro (1801).

Fig. 3. 'Almárciga': resina de *Bursera* aff. *citronella* de la cuenca del Papagayo.

Fig. 4. Producción de aceite de linaloe durante los años de la Segunda Guerra Mundial (Guenter, 1950).

Fig. 5. Síntesis de la estructura taxonómica del género *Bursera* según las filogenias morfológicas y moleculares.

Fig. 6. Cladogénesis del grupo *Glabrifolia* inferido por secuencias de DNA ribosomal (Becerra, 2003).

Fig. 7. Distribución geográfica del clado 1.

Fig. 8. Distribución geográfica del clado 2.

Fig. 9. Distribución geográfica del clado 3.

Fig. 10. Distribución geográfica del clado 4.

Fig. 11. Relación planta – insecto, de acuerdo con el climograma de la estación de La Venta.

Fig. 12. Etapas de desarrollo de *Copturus* aff. *cribicollis*.

Fig. 13. Ciclo de vida de *Copturus* aff. *cribicollis*.

Fig. 14. Distribución de *B. linanoe* entre los tipos de vegetación de Conabio (2003).

Fig. 15. Distribución de *B. linanoe* entre las clases de precipitación de Conabio (2003).

Fig. 16. Distribución de *B. linanoe* entre las clases de humedad de Conabio (2003).

Fig. 17. Distribución de *B. linanoe* entre las clases de suelo de Conabio (2003).

Fig. 18. Distribución de *B. linanoe* entre las clases de temperatura media anual de Conabio (2003).

Fig. 19. Distribución de *B. linanoe* entre las clases de elevación de Conabio (2003).

Fig. 20. Distribución de *B. linanoe* entre las regiones hidrológicas y cuencas de la CNA, según el mapa de Conabio (2003).

Fig. 21.

Fig. 22.

Fig. 23.

Fig. 24.

Fig. 25.

Fig. 26.

Fig. 27.

Cuadro 1. Localidades donde se reporta el uso del linaloe o xochicopal

Estado	Municipio	Localidad	Referencias
Guerrero	Huitzucó	Chauzingo	Guenter (1950)
	Cualac	Chiauzingo	
	Huamuxtitlán	Huamuxtitlán	
	Olinalá	Olinalá	
	Copalillo	Papalutla	
	Atenango del Río	Teocaltzingo	Hernández (1577), Altamirano (1870)
	Tepecoacuilco	Tepecoacuilco	
	Tierra Colorada	Tepehuaje	en este estudio
Michoacán	Chinicuila	Zapote de Fernández	en este estudio
Morelos	Tlaquiltenago	Chimalacatlán	
	Tlaquiltenago	Huautla	Guenter (1950)
	Tlaquiltenago	Quilamula	
Oaxaca			
Puebla	Chiautla	Chiautla	Guenter (1950)
	Jolalpan	Huachinantla	Guenter (1950)
	Huehuetlán el Chico	Huehuetlán el Chico	Guenter (1950)
	Ixcamilpa	Ixcamilpa	Guenter (1950)
	Izúcar de Matamoros	Izúcar (Itzocan)	Altamirano (1870)
	Jolalpan	Jolalpan	en este estudio
	Teotlalco	Teotlalco	
	Teotlalco	Tlaucingo	

Caracter	<i>Bursera linanoe</i>	<i>Bursera citronella</i>
Hábito	árbol hasta 5 m	árbol hasta 10 m
Corteza	gris-rojiza	gris clara
Hoja	6.5–12 largo; 3.5–7.5 ancho	
Haz	glabrescente en la madurez	
Envés	espaciadamente veloso	
Alas del raquis	hasta 5 mm de ancho, enteras	2–4 mm de ancho, nudos barbados
Pecíolo	1.2–2.7 cm de largo	
Foliolos laterales	2–5 pares; elípticos; 1.4–2.5 cm de largo; 0.9–1.5 cm de ancho	1–3 pares; 2.5–4(6) cm de largo; subsésiles
Base	obtusa	redondeada a aguda
Ápice	obtuso o redondeado	agudo a obtuso
Margen	dentado-crenado; 6 dientes x lado profundos, gruesos y obtusos a redondeados	
Folíolo terminal	más grande, oblanceolado	
Inflorescencias	panículas de 1–5 cm; 3–4 flores	tirsoidea de 4–7 cm
Flores	4–meras;	4–meras
Cáliz	fusionado; lóbulos triangulares de 0.7 mm de largo y 0.5 m de ancho; con pelos glandulares	fusionado; 0.5 mm de largo
Pétalos	elípticos a elíptico-lanceolados; 3.6 mm de ancho y 1 mm de ancho; ligeramente capitado-pilosos	4, oblongo-lineares de 3 mm de largo
Drupas	ovoides, algo comprimidas, glabras; 0.9–1 cm de largo x 0.8 cm de ancho	ovoide – elipsoidal; 10–13 mm de largo; 8 de ancho
Pedicelos	1.3 cm de largo	
Semilla	lenticular asimétrica de 0.5 cm de largo x 0.65 de ancho	lenticular asimétrica de 6 mm de ancho
Ariloide	anaranjado, semilunar, cubriendo la base y los cantos de la semilla	anaranjado, semilunar, cubriendo la base y los cantos de la semilla

Fecha	Festividad	Lugar
25 de abril – 2 de mayo	Pelea de tigres del Cruzco: bendición de semillas para la siembra y petición de lluvias	Acatlán (Atliaca, Zitlala, Chiepetlán, Ahuacocoxtla, Metlatonoc y Tlapa)
2 de mayo		