



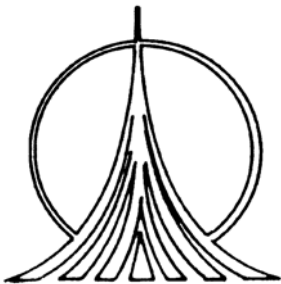
**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
"ZARAGOZA"

**"Estudio de la producción natural de resina de *Bursera aff. citronella*
McVaugh & Rzed. en la cuenca del río Papagayo"**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
B I O L Ó G O
P R E S E N T A:
GIOVANNA OTILIA CORONA MONDRAGÓN

DIRECTOR DE TESIS: M. en C. DAVID NAHUM ESPINOSA ORGANISTA



MÉXICO D. F. 2007



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

CARRERA DE BIOLOGÍA

“Estudio de la producción natural de resina de *Bursera aff. citronella* McVaugh & Rzed. en la cuenca del río Papagayo”.

Tesis presentada por: Giovanna Otilia Corona Mondragón

Director de Tesis: M. en C. David Nahum Espinosa Organista

Realizada en el Museo de Zoología de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza UNAM (FESZA).

Durante la elaboración de esta Tesis se contó con el apoyo financiero de CONABIO-BS001 y de PAPIIT-UNAM IN221204.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

Por haberme dado la fuerza necesaria para llegar hasta aquí, por la oportunidad de existir.

Al M. en C David N. Espinosa O.

Porque gracias a su apoyo, conocimientos, dedicación y amistad he logrado realizar una de mis mas grandes metas.

A los miembros del jurado:

Biól. María Mercedes Luna Reyes

Biól. María Magdalena Ordóñez Reséndiz

Q. F. B. María del Rocío Breceda Hernández

M. en C. Carlos Castillejos Cruz

Por dedicar tiempo a la revisión del presente trabajo y enriquecerlo con sus comentarios.

A todos mis compañeros y profesores del Museo de Zoología de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza.

Al señor Hipólito Hernández y familia gracias por toda la atención y ayuda que nos proporcionaron en estos años de trabajo.

DEDICATORIA

A mis padres **José A.** e **Irene**, por todo el apoyo, comprensión, cariño que me han brindado, los sacrificios que realizaron para sacarnos adelante, consejos, palabras de aliento y regaños; porque gracias a ésto he logrado una de las metas más importante en mi vida, Muchas Gracias.

A **Edgar, Toño** y **Marisol** gracias por todos los momentos que hemos compartido juntos y porque son una parte muy importante en mi vida.

A mis abuelos, tíos y sobrinos gracias por demostrarme su cariño y brindarme su apoyo en todo momento.

A todos los maestros que han formado parte de mi vida, gracias por compartir sus conocimientos, por su dedicación y sobre todo su amistad.

Y a todos mis amigos Azu, Flor, Gaby, Genaro, Isra D., Magda, Marissa, Rosa, Silvia, Wendy gracias por compartir conmigo una pequeña parte de ustedes, por todos los momentos buenos y malos que hemos pasado y sobre todo por su apoyo. A mis compañeros de trabajo y ahora amigos aunque no es mucho el tiempo que llevo de conocerlos gracias por todo los QM, Ana, Ancivy, Angie, Fernanda, Marisol, Naye, Rebeca, Yesi, Efren, Alberto, Israel M, Ernesto, Julio, Pablo .

MUCHAS GRACIAS A TODOS, los QM.

CONTENIDO

	PÁGINA
Índice de cuadros y figuras	<i>i</i>
Resumen	<i>ii</i>
Introducción	1
Marco teórico	2
El género <i>Bursera</i> Jacq. ex L.....	2
Diagnosis del Género <i>Bursera</i> Jacq. ex L.....	4
Taxonomía y filogenia de <i>Bursera</i>	5
Los copales.....	7
<i>Bursera citronella</i> McVaugh & Rzed. (1965).....	8
<i>Bursera</i> aff. <i>citronella</i>	9
La ‘almárciga’.....	12
Interacciones.....	13
Zona de estudio	17
Objetivo	22
Método	23
Resultados y discusión	26
Fenología de <i>Bursera</i> aff. <i>citronella</i>	26
Ciclo de vida de <i>Copturus burserophagus</i>	28
Interacción planta-insecto.....	31
Producción natural de resina.....	34
Descripción del insecto infestante.....	37
Conclusiones	48
Literatura citada	49

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

	PÁGINA
Cuadro 1 Fenología de <i>Bursera aff. citronella</i>	26
Figura 1 Distribución geográfica de la familia Burseraceae.....	2
Figura 2 Distribución geográfica del género <i>Bursera</i> en México.....	3
Figura 3 Estructura taxonómica del género <i>Bursera</i>	6
Figura 4 Estructura taxonómica del grupo glabrifolia sección <i>Bullockia</i>	6
Figura 5 Distribución potencial histórica de <i>B. citronella</i>	10
Figura 6 Diferencias morfológicas de <i>Bursera citronella</i> del estado de Michoacán y <i>B. aff. citronella</i> del estado de Guerrero.....	11
Figura 7 Sitio de estudio.....	18
Figura 8 Clima.	19
Figura 9 Vegetación.....	20
Figura 10 Tipo de suelo.....	21
Figura 11 Ciclo de vida de <i>Copturus burserophagus</i> sp. nov.....	28
Figura 12 Imagen de larva en su galería.....	32
Figura 13 Abundancia de <i>C. burserophagus</i> sp. nov. en sus diferentes etapas.....	34
Figura 14 Relación entre la fenología de <i>B. citronella</i> , el ciclo de vida de <i>C. burserophagus</i> sp. nov. y la temperatura y precipitación del sitio de estudio.....	35
Figura 15 Abundancia de larvas y su tamaño promedio en mm.....	36
Figura 16 Etapa adulta de <i>C. burserophagus</i> sp. nov.....	42
Figura 17 Etapa pupal de <i>C. burserophagus</i> sp. nov	44
Figura 18 Etapa larvaria de <i>C. burserophagus</i> sp. nov	47

RESUMEN

La familia Burseraceae es una fuente importante de resinas, medicinas, aceites esenciales y perfumes. Las especies de *Bursera* son altamente resinosas y desprenden un característico olor cuando alguna de sus hojas o ramas se rompen.

En las poblaciones de *Bursera* aff. *citronella* de la cuenca del río Papagayo, la almáciga se usa principalmente en las festividades de Semana Santa y Día de Muertos. En Tixtla (Gro.) se vende todo el año y se conoce que el uso más común es como sahumero de funerales. La producción natural de *Bursera* aff. *citronella* se encuentra relacionada con el ciclo de vida de *Copturus burserophagus* sp.nov., un gorgojo que asocia su desarrollo larvario con la época más seca del año. Se realizaron visitas mensuales a dos localidades dentro de la cuenca del Papagayo, en cada sitio se escogieron diez árboles al azar, se documentaron y observaron las distintas frecuencias fenológicas de *B.* aff. *citronella*, los insectos que se encontraban en los árboles fueron recolectados, indicando su estado de desarrollo.

En el presente estudio se observó que desde noviembre a diciembre comienza la secreción de resina, pero es hacia los meses de febrero a abril cuando la resina y las larvas alcanzan su mayor abundancia. La emanación de la resina se detiene una vez que las larvas se vuelven inactivas esto es, cuando inician su transformación a pupa, que aparece sincronizadamente con las lluvias (junio) y emergen como adultos con la aparición de las primeras hojas.

INTRODUCCIÓN

La familia Burseraceae es una fuente importante de resinas, medicinas, aceites esenciales y perfumes. El incienso obtenido de *Boswellia sacra* Flueck y la mirra de *Commiphora myrra* Engl. han sido usados en ceremonias religiosas y con fines terapéuticos. *Commiphora* es un género de cerca de 190 especies (algunos no reconocen más de 60) que crecen en África occidental, Madagascar, Arabia y la India, mientras que *Boswellia* incluye a poco más de 20 especies distribuidas también alrededor del Océano Índico (Mabberley 1987). En el antiguo Oriente Medio, la mirra y el incienso eran especialmente apreciados, el incienso era usado primordialmente para la adoración de dioses 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, aunque sus propiedades y formas de preparación terapéutica eran conocidas por muy pocos. Los géneros *Boswellia* y *Commiphora* han sido relacionados cercanamente con el género *Bursera* (Rzedowski y Kruse 1979, Becerra 2003a, Weeks *et al.* 2005), el cual cuenta con cerca de 100 especies, donde aproximadamente 90 habitan naturalmente en México. Rzedowski y colaboradores (2005) reconocen 82 especies, la mayoría de ellas son exclusivas del país, distribuyéndose principalmente a lo largo de la costa del Pacífico. La cuenca del río Balsas es particularmente importante, pues contiene cerca de 50 especies de *Bursera*. Por ello, no fue casual su uso ceremonial por los pueblos prehispánicos del área, quienes obtenían copal de varias especies de *Bursera*, una resina que cumple las mismas funciones del incienso, además de otros aceites importantes para la medicina tradicional. La resina producida por *Bursera* aff. *citronella* tiene un valor muy alto en el mercado. En agosto de 2004, a los recolectores se les pagaba hasta \$300.00 el Kg y la venta al menudeo alcanzaba los \$650.00 Kg. Debido a la importancia económica que tiene la resina producida por *Bursera* aff. *citronella*, se realizó este estudio .

MARCO TEÓRICO

El género *Bursera* Jacq. ex L.

La familia Burseraceae incluye cerca de 20 géneros y 600 especies de árboles y arbustos que se distribuyen en las regiones tropicales y subtropicales de África, Asia y América (Fig. 1) (Standley 1923, Gillett 1991, Rzedowski y Guevara-Féfer 1992).

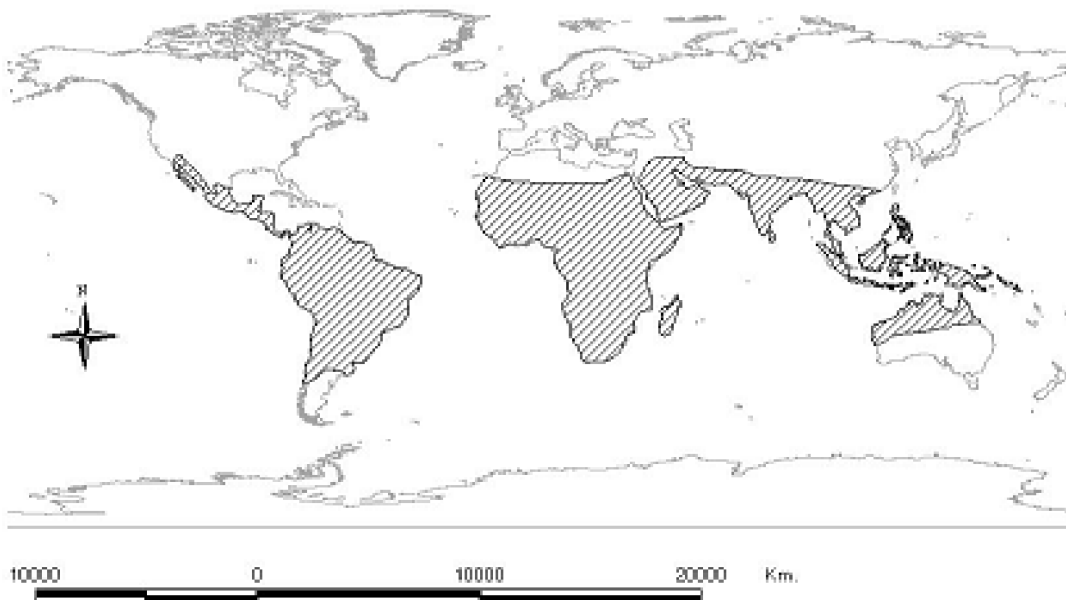


Figura 1. Distribución geográfica de la familia Burseraceae.

Bursera agrupa a un gran número de especies de árboles y algunos arbustos caducifolios distribuidos principalmente en la región Neotropical que abarca desde el extremo sur de los Estados Unidos de América hasta Perú y el sur de Brasil, incluyendo también áreas insulares de las Antillas, las Galápagos y las Revillagigedo, concentrándose sobre todo en la vertiente pacífica de México (Fig. 2) (Rzedowski y Kruse 1979). Existe una mayor diversificación y concentración de especies endémicas sobre la vertiente del Pacífico, particularmente en la Depresión del Balsas, donde se han registrado 47 especies (Toledo-Manzur 1982).



Figura 2. Distribución geográfica del género *Bursera* en México (elaborado a partir de Rzedowski y Kruse 1979).

Desde el punto de vista ecológico, *Bursera* tiene un papel trascendente en diversas regiones del país, pues son elementos cuantitativamente importantes y en muchas partes dominantes en los bosques tropicales caducifolios y algunos otros tipos de vegetación. Aunque no se han hecho estudios profundos, tal parece que muchas especies de *Bursera* podrían utilizarse como indicadores de clima y quizá de algunos otros factores ambientales (Rzedowski y Kruse 1979).

Diagnosis del Género *Bursera* Jacq. ex L.

Las plantas que integran el género *Bursera* son en su gran mayoría árboles bajos (4 a 12 m) con copa a menudo más ancha que alta; algunas llegan a medir 30 m, mientras que otras sólo son arbustos de 1 a 3 m. Todas pierden sus hojas en la época seca del año y por lo general son dioicas, aunque se han registrado poblaciones polígamo-dioicas y aun hermafroditas en algunas de las especies. Las hojas suelen ser imparipinnadas, pero muchas veces el número de folíolos se reduce a tres o a uno solo. Las flores, casi siempre unisexuales, son pequeñas y con frecuencia se originan antes o al mismo tiempo que el follaje; son trímeras, tetrámeras o pentámeras y los estambres doblan en número a los pétalos. El ovario es súpero y puede ser bilocular o trilocular, con un óvulo en cada cavidad que se convierte en un fruto que semeja una drupa, pero que se seca y abre en la madurez, exponiendo un hueso rodeado parcial o totalmente por un pseudoarilo de color vistoso (Rzedowski y Calderón 2004). La corteza de sus troncos varía de gris a amarillo y rojo, es delgada y con frecuencia exfoliante (Rzedowski y Kruse 1979). Debido a su corteza exfoliante, dentro de la cultura Azteca se le conocía con el nombre de “cuajote” (Quauitl=árbol, xiotl=leproso) (Becerra 2003a). Todas las especies de *Bursera* parecen ser plantas rigurosamente caducifolias, perdiendo sus hojas en la temporada seca del año y, en general, floreciendo al final de la misma, más o menos simultáneamente con la aparición de órganos foliares nuevos (Rzedowski y Kruse 1979).

Taxonomía y filogenia de *Bursera*

Engler (1883) reconoció la existencia de especies de *Bursera* con fruto trivalvado y otras con fruto bivalvado. Este patrón fue reconocido por Bullock (1936) y formalizado por McVaugh y Rzedowski (1965) quienes distinguieron dos secciones: *Bursera* sección *Bursera* que incluye a todas las especies con tres valvas y *Bursera* sección *Bullockia* con dos valvas (Fig. 3).

McVaugh y Rzedowski (1965) distinguieron 11 grupos, seis pertenecientes a la sección *Bullockia* y cinco a la sección *Bursera*, advirtiendo que ese agrupamiento obedece a sus afinidades morfológicas sin relación filogenética. Más tarde, estos autores encontraron diferencias entre las secciones.

Toledo-Manzur (1982) distinguió sólo tres grupos dentro de *Bursera* sección *Bursera*, mulatos, cuajotes rojos o acetillos y cuajotes amarillos. Dentro de la sección *Bursera* los “mulatos” presentan folíolos de margen entero, con frecuencia el ápice es bruscamente acuminado, las hojas cotiledonares trilobadas, los pétalos reflejos en las flores maduras, la corteza es exfoliante y generalmente rojiza; incluye a *B. attenuata*, *B. simaruba*, *B. arborea*, *B. grandifolia* y *B. instabilis*. A los “cuajotes”, se les distingue según el color de su corteza en “cuajotes rojos” o “acetillos” (Toledo-Manzur 1982) que incluyen a *B. crenata*, *B. trimera*, *B. subtrifoliolata*, *B. staphyleoides*, *B. trifoliolata*, *B. schlehtendalii*, *B. multijuga*, *B. lancifolia*, *B. denticulada*, *B. kerberi* y *B. multifolia*, con folíolos aserrados o a veces enteros, hojas cotiledonares multilobadas. Los “cuajotes amarillos”, corresponden a las especies *B. confusa*, *B. fagaroides*, *B. ariensis* y *B. occulta*.

Bursera sección *Bullockia* está subdividida en dos grupos (Toledo-Manzur 1982, Becerra 2003a). Grupo *copallifera*, cuyo ariloide cubre de 2/3 partes a casi la totalidad de la semilla, los sépalos son libres y mayores de 1.5 mm de largo e incluye a *B. bipinnata*, *B. diversifolia*, *B. bicolor*, *B. coyucensis*, *B. excelsa*, *B. palmeri*. Grupo *glabrifolia*, las especies de este grupo se caracterizan por tener las caras de la semilla cubiertas en menos de las 2/3 partes por el ariloide coloreado, el cual frecuentemente cubre también los cantos o suturas y los sépalos están fusionados y con lóbulos generalmente menores de 1.5 mm, en el que se ubican *B. penicillata*, *B. laxiflora*, *B. glabrifolia*, *B. sarcopoda*, *B. fragrantissima*, *B. heteresthes*, *B. linanoe*, así como la especie de estudio *B. aff. citronella*, por mencionar algunas (Fig. 4).

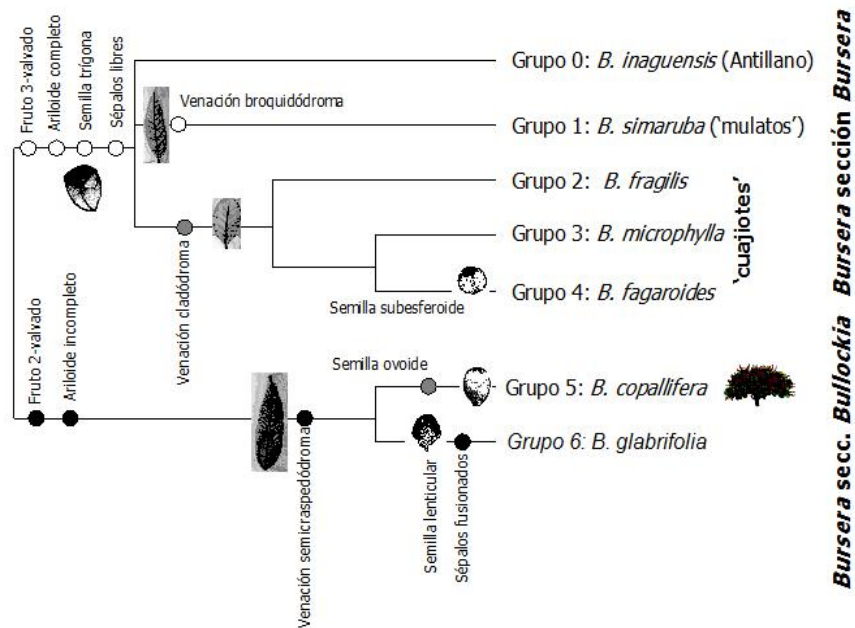


Figura 3. Estructura taxonómica del género *Bursera*

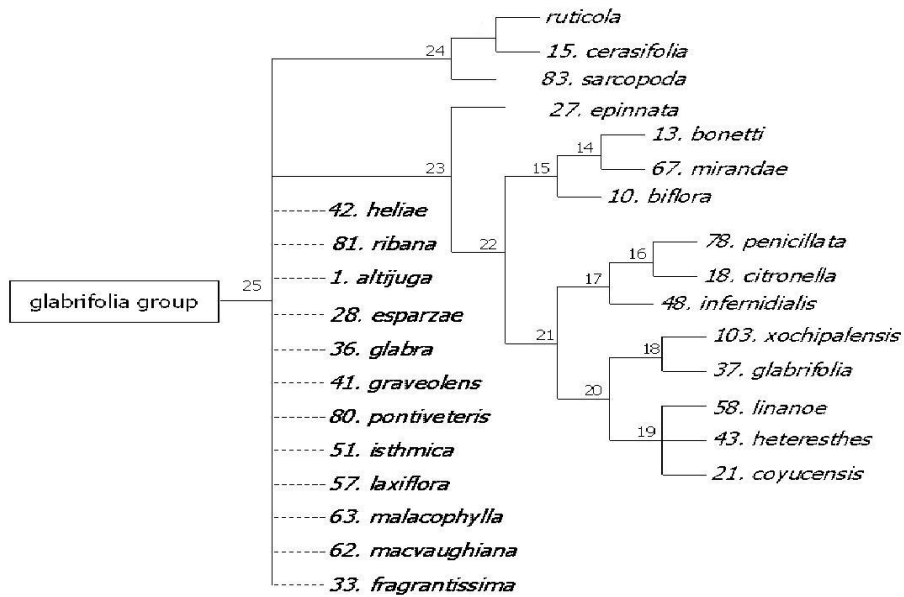


Figura 4. Estructura taxonómica del grupo *glabrifolia* sección *Bullockia* (Espinosa et al. 2006)

Los copales

Las especies de *Bursera* son altamente resinosas y desprenden un característico olor cuando alguna de sus hojas o ramas se rompen (Becerra 2003a). La resina aromática “copal” de diferentes especies de *Bursera* se ha usado y aún se sigue usando como incienso y también como barniz. El aceite esencial de *B. linanoe* y de especies afines (aceite linaloe) se ha explotado en algunas partes de México y se exportaba como materia prima para la elaboración de perfumes. En la medicina popular se emplean también diferentes órganos de estas plantas, pero en la actualidad, quizás más que para cualquier otra cosa, se les usa para formar cercas vivas (Rzedowski y Kruse 1979).

En el México prehispánico, los copales eran empleados de muchas formas, en el código Florentino, Fray Bernardino de Sahagún (1558–1569) consignó el uso del Mizquitcopalli de Tepecuacuico (Gro.), Youalla (Iguala, Gro.) y Cuixco, como base para la elaboración de la tintas para escritura; del copalcuáhuatl para elaborar xícaras y vasos; del tziocopalli como una resina blanca que funciona como incienso y medicina; el tepecopalcuáhuatl de Cuauhnáhuac (Cuernavaca) se usó para curar las ‘cámaras’ (diarreas) ‘por severas que fuesen’ y para las ‘hinchazones de las apostemas’ (antiinflamatorio y antibiótico). En el Código de la Cruz–Badiano (1552) se describe el uso del *Tzihuac copalli* (*Tziocopalli*, 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* y *Bursera copallifera*.

En opinión de Oliva (1869), en la lengua náhuatl, el vocablo copal parece aplicarse a toda planta que produce resina aromática. 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 un árbol, tomaba el nombre de *copalcuahuitl* (*quahuitl*, árbol, *copalli*, incienso), si se trataba de una hierba se agregaba *xihuitl*. 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’. 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 sagradas (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 (1577) y de Fray Juan Navarro (1801).

***Bursera citronella* McVaugh y Rzed. (1965)**

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.

Árbol hasta de 12 metros de alto, muy aromático; corteza gris no exfoliante. Hojas con 1 a 3 pares de folíolos, puberulentas o casi glabras, nudos del raquis barbados, raquis angostamente barbado, alas de 2 a 4 mm de ancho; folíolos de 2.5 a 4(6) cm de largo, subsésiles a cortamente peciolados, ápice agudo u obtuso, base redondeada a comúnmente aguda. Inflorescencia tirsoidea, floja, de 4 a 7 cm de largo, pedicelos de 1 a 3 mm de largo, cáliz pequeño, 4-dentado, dientes de 0.5 mm de largo; pétalos 4 oblongo-lineares, de 3 mm de largo. Drupa bivalvada obovoidea a elipsoidal, de 10 a 13 mm de largo y 8 mm de diámetro, glabra; hueso lenticular, de más o menos 6 mm de ancho con el pseudoarilo cubriéndole la mitad inferior (Toledo-Manzur 1982).

Becerra (2003a) menciona en sus análisis que *B. citronella* está cercanamente relacionada con *B. penicillata* y *B. infernialis*, como se muestra en la figura 4. McVaugh y Rzedowski (1965) sugirieron que *B. citronella* está estrechamente relacionada con *B. glabrifolia*, aunque también con *B. excelsa* y con *B. penicillata*. También anotaron que su nombre en el oeste de Michoacán es "linaloe" y que es posible que el estudio de Doelker (1949) sobre el aceite de dicho nombre hubiera sido hecho sobre material tomado de plantas de esta especie. Estudios moleculares más recientes ubican a *B. citronella* como la especie hermana de *B. fragrantissima*, que habita la subcuenca occidental del Balsas, por arriba de

los 1,500 m (Becerra 2005).

Bursera citronella habita en el sector occidental de la Sierra Madre del Sur, en altitudes inferiores a 1100 m (Rzedowski *et al.* 2005). Se ha colectado en la Costa Pacífica, en el Sureste del estado de Jalisco y también en los estados de Colima, Michoacán y Guerrero; su hábitat parece ser el bosque tropical subcaducifolio en sus límites con el caducifolio (Toledo-Manzur 1982).

Bursera aff. citronella

Una serie de recolectas de Hebert Kruse, procedentes de una sola localidad ubicada en la cuenca del río Papagayo fueron determinadas como *B. citronella*. 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". 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.

La hojas de las especies de *Bursera citronella* que se distribuye en el Pacífico de Michoacán, Jalisco y Colima (Fig. 5) y las de *B. aff. citronella* de la cuenca del Papagayo en Guerrero parecen ser idénticas; sin embargo, existen diferencias marcadas en algunos caracteres, las hojas de los ejemplares del Papagayo son más pequeñas, el tamaño de las láminas es un poco más grande, presentan pecíolos más cortos. En lo que se refiere al folíolo terminal, las especies del estado de Michoacán tienen un mayor número de dientes, además de que sus folíolos son más anchos; en relación al folíolo lateral, las formas del Papagayo son más grandes, pero las que se encuentran en el estado de Michoacán son más anchas y con un mayor número de dientes. 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, los frutos del estado de Michoacán son más grandes y sus pedúnculos son de mucho mayor tamaño, mientras que en el Papagayo son frecuentes los tirso de más de 10 frutos (Fig. 6). A pesar de ello, es

necesaria una comparación más detallada sobre la base de un número aún mayor de ejemplares del Papagayo, para poder determinar si *B. aff. citronella* si es una nueva especie.

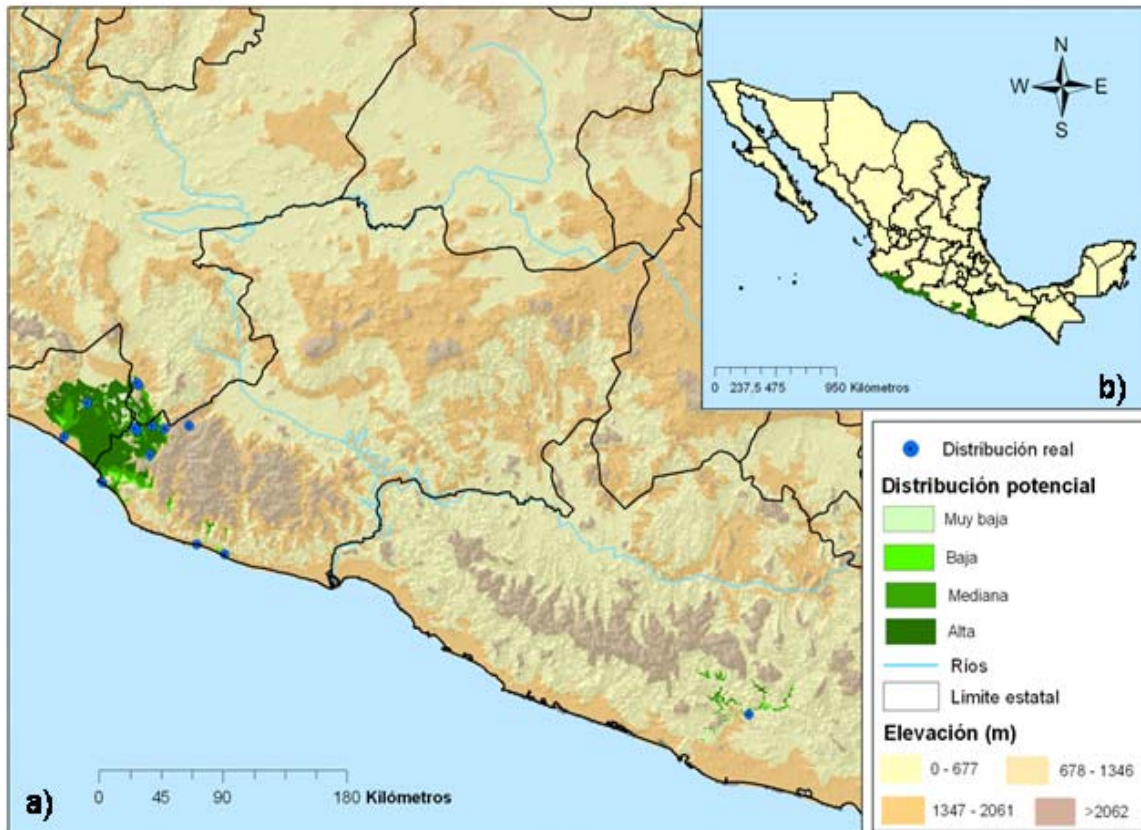


Figura 5. a) Distribución potencial histórica de *B. citronella* BIOCLIM. b) distribución potencial del dominio climático y nicho ecológico.

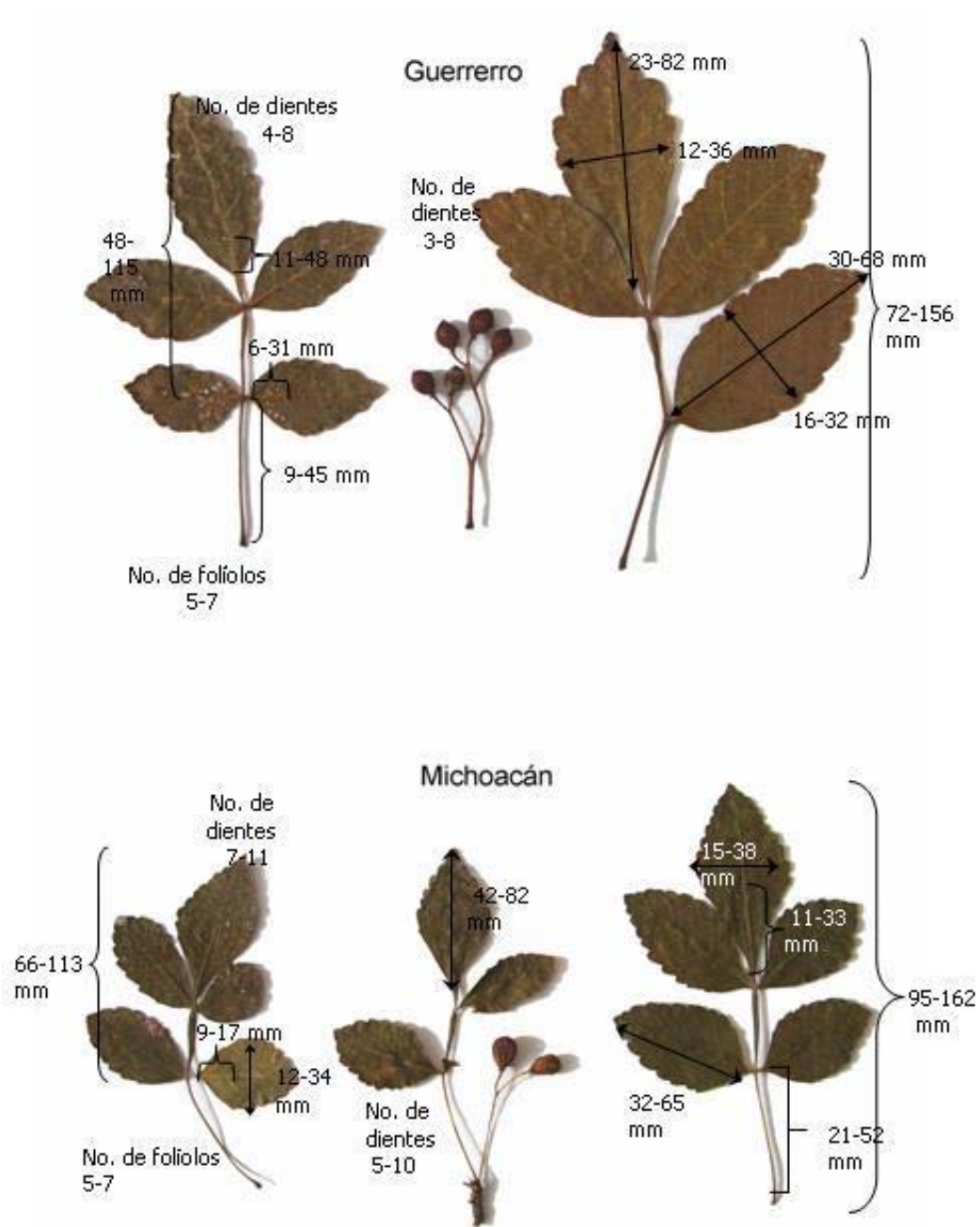


Figura 6. Diferencias morfológicas de las hojas de *Bursera citronella* del estado de Michoacán y *B. aff. citronella* del estado de Guerrero.

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*.

La 'almárciga'

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

En las poblaciones de la cuenca del Papagayo, la almárciga 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, ya que es común que el cuerpo de los difuntos sea velado durante más de dos días, en tanto se reúne la familia muchas veces emigrante. Aunado a esto, en climas calurosos, los cuerpos se descomponen fácilmente, por lo que es necesario incensar con almárciga para sanear el ambiente.

En el mercado de Tixtla distinguen tres resinas muy parecidas, el 'copal blanco' que se obtiene de *Bursera bipinnata*, el copal 'rojo' o 'sucio' o 'el que huele bonito', que al parecer se obtiene de *B. linanoe*, y la otra 'almárciga' que se obtiene de *B. aff. citronella*. Altamirano (1876) señalaba, el precio de la resina era aún mayor que el del aceite esencial, en el siglo XIX. Hasta agosto de 2004 se pagaba a los recolectores \$300.00 el Kg de la almárciga y se vendía al menudeo por onza, alcanzando los \$650.00 el Kg de la llamada almárciga (o Xochicopal, según Altamirano 1876) . Estas resinas se cosechan igual, sin embargo, la almárciga tiene mayor valor de mercado y sus usos particulares aún están por estudiarse.

La producción de resina de *Bursera aff. citronella* al parecer se encuentra relacionada con el ciclo de vida de un insecto. Este tipo de relaciones entre organismos pueden tener diferentes efectos entre ellos, ya sean positivos, negativos o neutros, a esto se le conoce como interacciones.

Interacciones

Los organismos no viven solos en un determinado espacio y tiempo, sino que coexisten con otros individuos estableciendo relaciones que pueden tener un efecto en su adecuación biológica y en la de los demás. Esta propiedad de los individuos tiene consecuencias a nivel poblacional (Begon *et al.* 1988). La adecuación biológica o "fitness" se define como la contribución proporcional de los individuos a las siguientes generaciones. Un individuo con mayor adecuación biológica es aquel que se reproduce, crece y/o sobrevive más, y que por lo tanto deja una mayor descendencia (Begon *et al.* 1988). Los individuos que interactúan pueden ser de la misma especie (relaciones intraespecíficas) o de otras especies (relaciones interespecíficas) (Jacksic 2001).

- **Relaciones intraespecíficas**

Competencia intraespecífica: ocurre cuando individuos de una misma población tienen requerimientos de un recurso escaso, siendo un recurso cualquier elemento que afecte positivamente la adecuación biológica de los individuos. La competencia es recíproca, llevando a una reducción en la adecuación biológica de ambos individuos (Jacksic 2001). La competencia intraespecífica es un fenómeno denso-dependiente, esto es, el efecto negativo sobre la tasa de sobrevivencia y/o fecundidad de un individuo es mayor mientras más competidores hay. Por ello, la competencia intraespecífica es un proceso de regulación poblacional (Jacksic 2001).

- **Relaciones interespecíficas**

Estas, según su efecto en cada una de las poblaciones, pueden ser:

		EFECTO SOBRE POBLACIÓN A		
		+	-	0
EFECTO SOBRE POBLACIÓN B	+	mutualismo	depredación (<i>sensu lato</i>)	comensalismo
	-		competencia	amensalismo
	0			neutralismo

Mutualismo. Es una interacción donde ambos individuos se ven beneficiados, esto es, individuos de cada población mutualista crecen y/o sobreviven y/o se reproducen a una tasa mayor que cuando se encuentran separados. Según la funcionalidad del mutualismo, estos pueden ser: Mutualismo trófico, mutualismo defensivo y mutualismo dispersivo (Jacksic 2001).

Comensalismo. Ocurre cuando las condiciones para la existencia de una especie son mantenidas o provistas por una segunda especie, la que no sufre cambios en su adecuación biológica (Jacksic 2001).

Amensalismo. Sólo una de las poblaciones sufre cambios negativos en su tasa de incremento, la otra no es afectada (Jacksic 2001).

Neutralismo. Los efectos de la interacción son nulos, es lo que se debe suponer *a priori* en una investigación. Es probable que sea la interacción más común en la naturaleza (Jacksic 2001).

Depredación. Animales de un nivel trófico superior consumen total o parcialmente animales o plantas de un nivel trófico inferior. Jacksic (2001) incluye:

- a) depredadores verdaderos: consumen otros animales (presas) matándolos inmediatamente.
- b) parasitoides: insectos que oviponen en, sobre o cerca de otros insectos (hospederos).
La larva se desarrolla y finalmente mata a su hospedero
- c) parásitos: organismos (usualmente animales) que viven en una asociación obligatoria con su hospedero (usualmente animal). Raramente el parásito mata a su hospedero.
- d) herbívoros: animales que comen plantas. Algunos las matan (granívoros) como los depredadores verdaderos y otros actúan como parásitos (áfidos), solamente reduciendo la

adecuación biológica de su hospedero.

Los parámetros del habitat juegan un papel importante en las interacciones huésped-hospedero. El fuerte impacto de los huéspedes en los hospederos dependen de diferentes factores ecológicos (Torsten y Obermaier 2004). El estudio de las interacciones planta-animal ha sido importante en el desarrollo de la teoría ecológica (Smallwood 2001). Hairston *et al.* (1960) comenzaron con un panorama particular de las relaciones entre plantas y herbívoros, este trabajo inspiró una generación de teoría y trabajo empírico en la estructura de las comunidades ecológicas. El concepto de coevolución fue el primero en desarrollarse para describir las consecuencias de las relaciones entre algunas especies de plantas y los insectos que se alimentan de ellas (Erllich y Raven 1964, Smallwood 2001).

Quizás existen relaciones mutualistas entre plantas y animales, pero en la mayoría de estas interacciones las plantas son más víctimas que beneficiarias. Las plantas han desarrollado un gran número de defensas en contra de sus consumidores, estas defensas han tenido consecuencias ecológicas y en la evolución de ambas partes. Becerra y Venable (1999) han realizado estudios de las interacciones entre plantas del género *Bursera* y los herbívoros que se alimentan de ellas (Smallwood 2001). Hasta ahora, se ha estudiado la interacción de las especies de *Bursera* con escarabajos del género *Blepharida* (Becerra 2004), aún falta por estudiar su relación con diferentes especies de polinizadores fitófagos y descortezadores.

Los escarabajos del género *Blepharida* incluyen más de 70 especies, cerca de la mitad se encuentran en África y la otra mitad en el Nuevo Mundo (Mc Ginley 2003). En el Nuevo Mundo este grupo de escarabajos incluye cerca de 45 especies (Becerra 1997). Una gran proporción de especies del Nuevo Mundo son endémicas de México (Becerra 2003b). Muchas de éstas son monófagas, alimentándose de algunas especies de *Bursera* y otras Burseraceae y Anacardiaceae. Antes de alimentarse, estos escarabajos cortan los canales resiníferos de las hojas (Becerra *et al.* 2001). En África uno de los principales hospederos de *Blepharida* es *Commiphora*. Los escarabajos del género *Diamphidia* de África y *Podontia* de Asia están estrechamente relacionados con *Blepharida*; se han encontrado algunas especies de *Podontia* alimentándose en Anacardiaceae del género *Rhus* y especies de *Diamphidia* alimentándose de *Commiphora* (Becerra 2003b).

Blepharida se alimenta de plantas que son miembros de la misma familia, tanto en el Viejo como en el Nuevo Mundo (Becerra 2003b). La interacción de este género con Burseraceae comenzó probablemente hace más de 100 millones de años (Becerra y Venable 1999), antes de la separación de África y América del Sur, haciendo que esta sea una de las más antiguas interacciones entre herbívoros y sus huéspedes (Becerra 2004).

Zona de estudio

En el estado de Guerrero se encuentran tres regiones hidrológicas (Arriaga *et al.* 2002).

1. Región Hidrológica N° 18: río Balsas
2. Región Hidrológica N° 19: Costa Grande
3. Región Hidrológica N° 20: Costa Chica: ubicada al sureste de la entidad, se extiende hasta el estado de Oaxaca. Las cuencas más importantes que lo componen son:
 - Cuenca del río Ometepec.
 - Cuenca del río Nexpa.
 - Cuenca del río Papagayo. Es la cuenca más importante de esta región tiene una extensión de 8,501.81 Km². Se localiza dentro del polígono 17°36'36" - 16°41'24" latitud N y 100°04'48" - 98°35'54" longitud W. Esta cuenca reúne las aguas de los ríos Omitlán, Azul o Petaquillas y Papagayo. Los principales poblados que la integran son Acapulco y Tierra Colorada (Arriaga *et al.* 2002). La cuenca del río Papagayo presenta un intervalo de precipitación de 800 a 1200 mm y su evaporación va del 80 al 90%. Predominan los climas subhúmedos (w_2) en el límite entre subhúmedos y húmedos. El rango de temperatura de esta cuenca es de 14 hasta 28 °C o más y su temperatura media anual es de 16 a 28°C. Los climas que se pueden encontrar van desde los climas templados, semicalidos, muy cálidos y principalmente cálidos, que van desde los 22 a 26 °C. Los tipos de vegetación que se encuentran en esta cuenca son bosque de encino, selva mediana caducifolia y subcaducifolia, sabana, bosque mesófilo de montaña, predominando la selva baja caducifolia y subcaducifolia y el bosque de pino. En la cuenca del río Papagayo predominan los suelos regosoles eútricos y los litosoles.

El área de estudio comprende la sierra del Alto Tepehuaje y Peña Colorada, al sur de Chilpancingo, dentro de la Cuenca del río Papagayo (Fig. 7), en la Cabeza Municipal de Tierra Colorada, en el Municipio de Juan R. Escudero. Dentro de esta área se delimitaron

dos sitios de estudio, el primero Tierra Colorada localizado a $99^{\circ}30'35''$ longitud W y $17^{\circ}7'56''$ latitud N a una altitud de 280 m y el segundo punto el Tepehuaje ubicado a $99^{\circ}29'50''$ longitud W y $17^{\circ}6'21''$ latitud N, altitud 310 m.

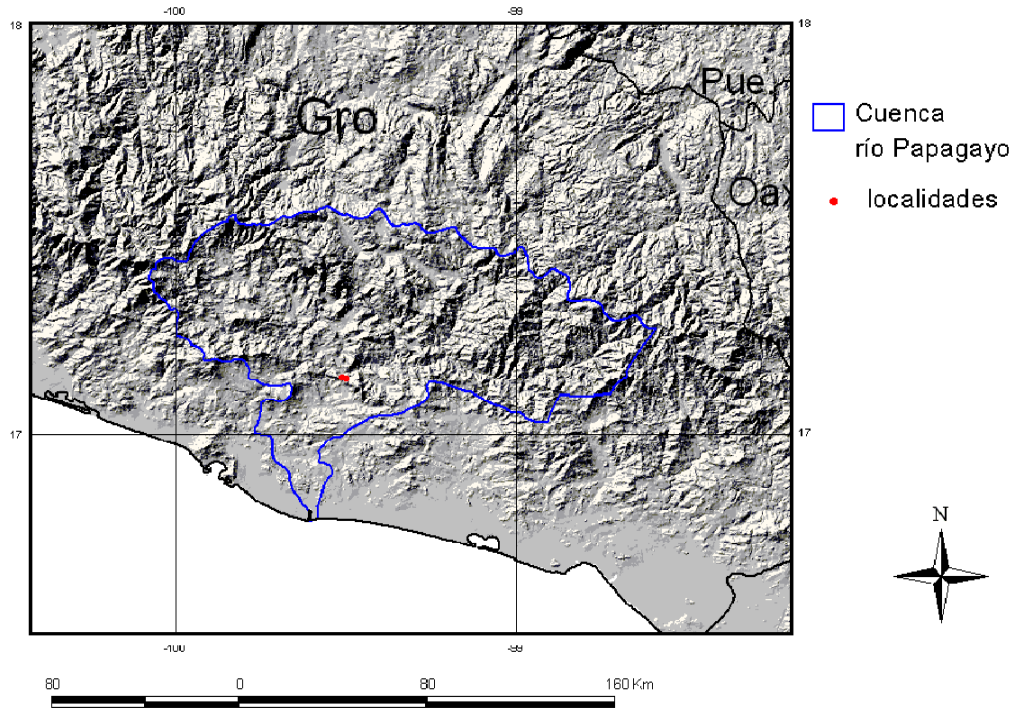


Figura 7. Sitio de estudio

Clima

El clima presente en el área particular de trabajo es cálido subhúmedo con régimen de lluvias en verano, presencia de canícula, oscilación isotérmica y marchas anuales tipo ganges: $Aw''_2(w)$ ig. (Fig. 8).

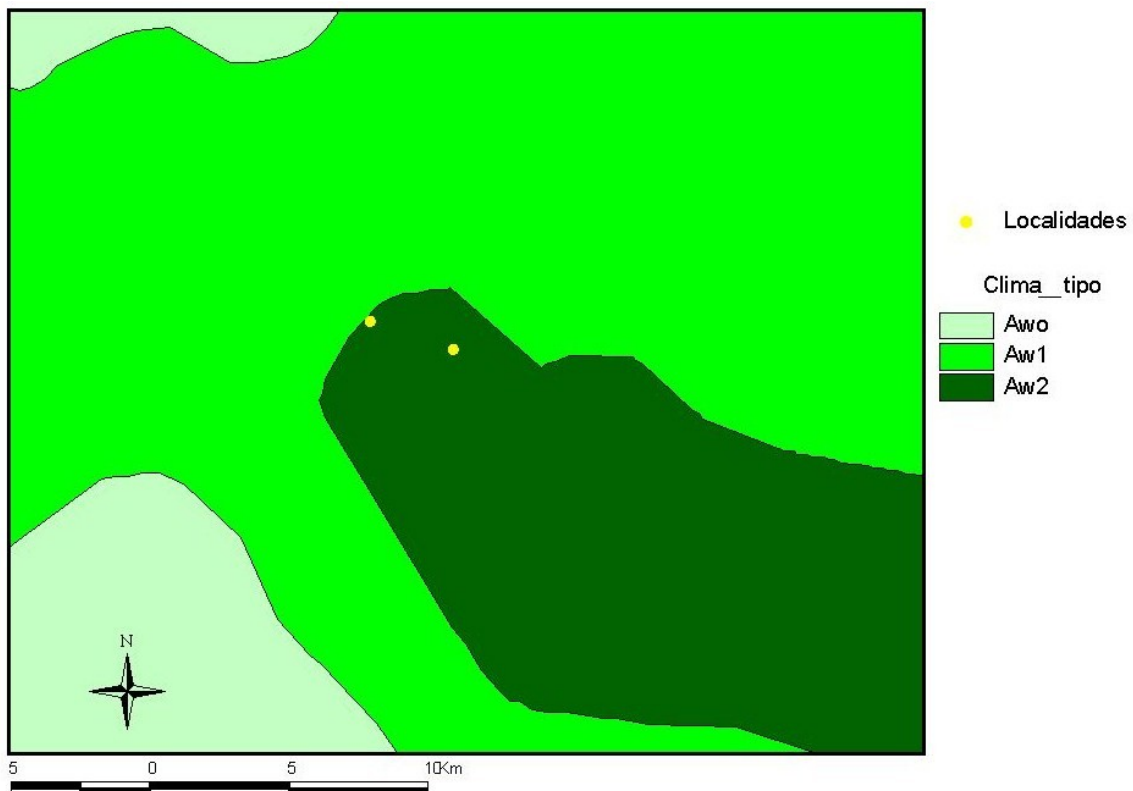


Figura 8. Clima

Vegetación

El tipo de vegetación presente en los sitios de trabajo es la selva baja caducifolia (Fig. 9).

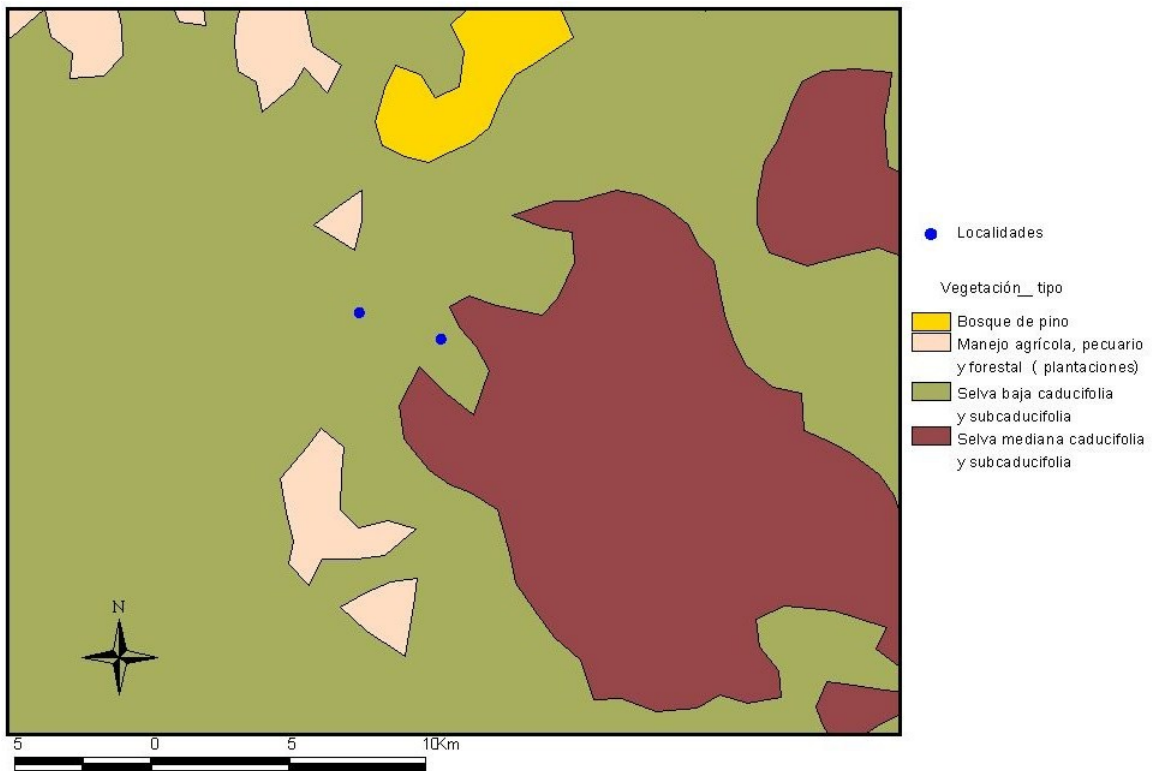


Figura 9. Tipo de vegetación

Suelo

En los sitios de estudio se presentan suelos de tipo regosol eútrico (Fig. 10). El regosol eútrico se caracteriza por presentar capas distintas, es decir presenta un solo horizonte. Son suelos delgados sobre materiales no consolidados.

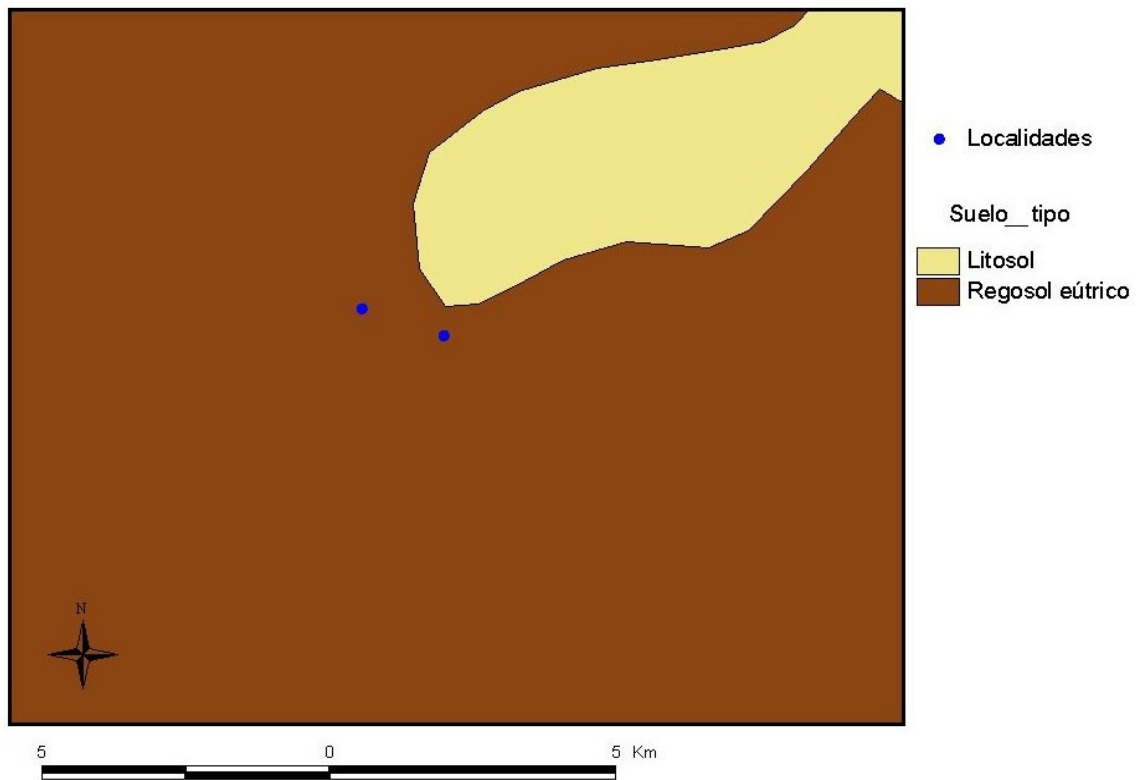


Figura 10. Tipo de suelo

OBJETIVO

Describir el proceso de la producción natural de resina de *Bursera* aff. *citronella* en la cuenca del río Papagayo a partir de la relación del ciclo fenológico de *B.* aff. *citronella* y el ciclo de vida del insecto infestante *Copturus burserophagus* sp. nov.

MÉTODO

Fase de Campo

Dentro de la cuenca del río Papagayo se localizaron cinco poblaciones de *Bursera aff. citronella* con más de 100 individuos. Cada población está aislada entre sí por distancias que representan no menos de media hora de camino. Por lo inaccesible de su hábitat *B. aff. citronella* tiene poblaciones con una estructura de edades con gran número de individuos juveniles. Para cumplir el objetivo de este trabajo de febrero del 2004 a noviembre del 2005 se realizaron visitas mensuales con una duración de tres días por salida, las primeras dos salidas fueron principalmente para elegir las localidades de trabajo, se escogieron dos sitios de estudio permanente, esta selección se hizo tomando en cuenta el fácil acceso al área, ya que *B. aff. citronella* se encuentra en hábitats muy restringidos, sobre peñascos abruptos de rocas disgregadas. Dentro de estos sitios se establecieron 10 árboles a estudiar en cada sitio, la elección de los árboles fue al azar.

En las siguientes salidas se observaron y documentaron las distintas frecuencias de los estados fenológicos de *B. aff. citronella*, se recolectó material como algunos frutos, flores y hojas, algunas de ellas se prensaron para posteriormente hacer una revisión, también se guardaron algunos ejemplares en bolsas ziploc con silica gel, ésto sirve para mantener el ADN de las plantas y así poder realizar una secuenciación del ADN a futuro. Este material se encuentra guardado en el Museo de Zoología de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM (FESZA). Se recolectaron en cada árbol los insectos encontrados, indicando estado de desarrollo y abundancia. Cada uno de los ejemplares encontrados se colocaron en pequeños tubos con tapón, a los cuales se les colocó acetato de etilo para su conservación, excepto las larvas y huevos, los cuales fueron conservados en alcohol al 70%. A cada uno de los tubos se les anotó el lugar, fecha de colecta y colector, y fueron transportados al Museo de Zoología para su revisión taxonómica. Los ejemplares se encuentran depositados en la colección coleopterológica (FESZA) .

En campo se hicieron algunas observaciones cualitativas del clima presente en la zona de estudio.

Fase de laboratorio

Los insectos adultos que infesta a los individuos de *Bursera aff. citronella* se colocaron en agua destilada con jabón neutro para realizarles un lavado, después se les realizó la extracción de genitales. Los ejemplares fueron montados en alfileres entomológicos lo cual sirvió para hacer la descripción y determinación taxonómica del insecto. La determinación taxonómica fue realizada por el M. en C. Raúl Muñiz y la Biól. Magdalena Ordóñez.

Con la ayuda de un micrometro las larvas fueron medidas, esto para comparar la longitud en milímetros (mm) de cada larva; después se obtuvo el promedio de estas mediciones para elaborar una gráfica de los años de estudio y observar la relación de la resina con el tamaño de las larvas.

Fase de gabinete

Los datos de abundancia de los diferentes estadios del insecto se ponderaron, esto se realizó por que el esfuerzo de captura por año fue diferente, una vez ponderados los datos se comparó la abundancia por año, esto para ver que año fue el más productivo.

Se realizó una gráfica en donde se compararon por año, los datos anteriores la abundancia de las larvas y su tamaño (longitud en mm). Además, con los datos de campo se elaboró un diagrama que permitió describir el ciclo de vida del insecto.

Se realizaron algunas tomas fotográficas a los diferentes estadios del insecto, que se utilizaron en la descripción, aunque el huevo también fue estudiado por el M. en C. Raúl Muñiz y la Biól. Magdalena Ordóñez, no se presentó la descripción ni las fotografías ya que el unico ejemplar que se obtuvo no se encuentra en buenas condiciones.

Se obtuvieron y utilizaron los datos de la red de estaciones climatológicas del Servicio Meteorológico Nacional, estación La Venta, Guerrero. Con estos datos se elaboró el diagrama ombrotérmico, que incluye los valores anuales desde el año de 1960 hasta 1990, de temperatura (T°C), precipitación (P), y coordenadas geográficas (Latitud y Longitud).


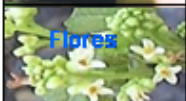

Se compararon las variaciones de los estadios del insecto con las fases fenológicas de *Bursera aff. citronella*.

Con el diagrama ombrotérmico y los datos obtenidos de las variaciones de los estadios del insecto y las fases fenológicas de *Bursera aff. citronella* , se hizo un esquema para relacionar todos estos datos y obtener una descripción más precisa de las relaciones que existen.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fenología de *Bursera aff. citronella*

Bursera aff. citronella presenta hojas desde finales del mes de mayo, con la llegada de las primeras lluvias, casi simultáneamente a la aparición de las primeras inflorescencias, su floración se presenta de junio a noviembre, mientras que la presencia de frutos maduros es de julio a noviembre (Cuadro 1). Después de esta fecha el árbol pierde sus hojas y reverdece hasta el establecimiento del siguiente período de lluvias.

FASE FENOLÓGICA	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
 Hojas					X	X	X	X	X	X	X	
 Flores						X	X		X	X	X	
 Fruto							X		X	X	X	

Cuadro 1 Fenología de *Bursera aff. citronella*

Bursera aff. citronella al igual que *Bursera linanoe* pertenecen a la sección *Bullockia* grupo *glabrifolia*. *Bursera linanoe* en México se distribuye en los estados de Morelos, Guerrero, Puebla y Oaxaca. Es un componente principal del bosque tropical caducifolio. Se encuentran entre los 500 y 1,900 m de altitud. Esta especie crece sobre terrenos ondulados con suelos someros y pedregosos con texturas arcillo-arenosas, principalmente en rendzinas y en menor grado los litosoles y regosoles calcareos. Requiere de una temperatura mínima de 0°C, una máxima de 35°C, temperatura media entre 20 y 29°C y una precipitación que varía entre 300 y 1500 mm, más frecuentemente entre 600 y 1200 mm. En relación a la

fenología de *B. linanoe* su floración se presenta en los meses de mayo a junio y su fructificación es de julio a septiembre (CONAFOR 2006), a pesar de que *B. linanoe* pertenece al mismo grupo que *B. aff. citronella* el tiempo que dura su floración y fructificación es muy diferente ya que es muy corto el lapso en el que las flores y frutos de esta especie se presentan.

Bursera simaruba pertenece a la sección *Bursera*, en México se distribuye desde la Sierra de Tamaulipas y San Luis Potosí hasta Yucatán y Quintana Roo en la vertiente del Golfo y desde Sinaloa hasta la Depresión Central de Chiapas en el Pacífico. Entre 0 a 1,200 (1,800) m de altitud. Requiere de un clima tropical o subtropical, de una precipitación anual media entre 500 y 1,400 (3,000) mm y una temperatura de 18 a 27 °C. Habita sobre suelos derivados de rocas sedimentarias marinas y sobre suelos calcáreos. Suelos: café pedregoso, café-arcilloso, arcilloso, somero, rocoso, arenoso, rico en materia orgánica, litosol, vertisol, oxisol. Florece de febrero a septiembre y su fructificación es de octubre a marzo (CONABIO 2006). Aunque al parecer el tiempo de floración y fructificación de *Bursera simaruba* es mayor al de *Bursera aff. citronella* las flores y frutos de *B. simaruba* se presentan asincrónicamente.

Bursera fagaroides sección *Bursera*, presenta flores de mayo a julio y fructifica de julio a agosto (INE 2005), en relación a la fenología de esta especie y la de *Bursera aff. citronella* el tiempo de floración y fructificación es diferente ya que *B. aff. citronella* florece de junio a noviembre y su fructificación se presenta de los meses de julio a noviembre.

Ciclo de vida de *Copturus burserophagus*

El ciclo de vida de *Copturus burserophagus* Muñiz-Velez y Ordóñez-Reséndiz (en prensa) comienza a principios del mes de septiembre, mes en el que se encontró el único ejemplar del huevo de esta especie, la aparición de las larvas se da a la par de la aparición del huevo y continúa hasta el mes de junio, asociándose con la época más seca del año. Las larvas inician su transformación a pupa sincronizadamente con las lluvias a finales del mes de abril y durante mayo. Los adultos machos de *C. burserophagus* comienzan a emerger a principios del mes de mayo hasta septiembre, en cambio las hembras comienzan a aparecer a finales del mes de mayo, coincidiendo con la estación de lluvias, en algunas especies de escarabajos, los adultos machos deben emerger primero debido a que su maduración tarda más que las hembras, las cuales al momento de que emergen ya están preparadas para la copulación. Esto se observó en los adultos de *Copturus burserophagus*, los machos se encontraron a principios del mes de mayo, en cambio, la hembra apareció a finales de este mismo mes. No se sabe con exactitud el tiempo en que la hembra de *C. burserophagus* oviposita, aunque se sabe que prefieren las ramas jóvenes de *Bursera aff. citronella* para hacerlo.

En la figura 11 se muestra el ciclo de vida del insecto, sus diferentes estadios y los meses en los que se han encontrado.



Figura. 11 Ciclo de vida de *Copturus burserophagus*

En relación con el huevo de *Copturus burserophagus*, el único que se encontró fue en septiembre del 2004, aunque no se presenta la descripción ni fotos de éste, el ejemplar fue revisado por Muñoz-Velez afirmando que sí pertenece a la especie estudiada.

Muñoz-Velez (1959) realizó un estudio sobre *Copturus aguacatae* Kissinger. escarabajo que infesta árboles aguacateros en México. Los daños que actualmente causan estos insectos en las diferentes zonas aguacateras son de tal magnitud que muchas huertas pierden frecuentemente gran parte de sus cosechas e incluso árboles en plena producción. En el ciclo biológico de *C. aguacatae* Kissinger, las hembras maduras copulan entre los 30 y 35 días de la emergencia, la puesta tiene lugar entre los 10 y 15 días siguientes, de preferencia sobre ramas jóvenes y en troncos tiernos. Las ramas gruesas y troncos viejos sólo son afectados cuando las infestaciones son fuertes y entonces lo son casi con la misma intensidad que las ramas delgadas. La hembra horada con el rostro por debajo de la cutícula y entre ésta y la epidermis deposita el huevecillo. Cada hembra puede poner ocho huevecillos ya sea en grupo o aisladamente, lo último es más común. Las galerías labradas por la larva se encuentran obturadas por excretas y residuos de la masticación, que las protege de posibles parásitos y depredadores. Antes de pupar, la larva labra una cámara pupal al final de su galería y obtura la entrada con sus residuos y excretas. En la primera generación de *C. aguacatae* Kissinger, los adultos comienzan a emerger en los primeros días de mayo y se continúa la emergencia durante junio y los primeros quince días de julio. En el mes de agosto Muñoz-Velez (1959) encontró en las ramas delgadas larvas de primer estadio. Dedujo de tal hecho la existencia de una segunda generación, la cual comprobó en el laboratorio llevando ramas con larvas, donde en el mes de noviembre obtuvo adultos. La segunda generación se inicia con las puestas de los meses de julio, agosto y principios de septiembre y termina con la emergencia de adultos que se establece desde los últimos días de noviembre y acaba en febrero, cuando está iniciada la postura de la primera generación. La segunda generación es menos abundante y más corta que la primera debido quizá a que tiene lugar en la época de sequía. En cuanto a los daños causados a los aguacateros por *Copturus aguacatae* Kissinger, éstos son ocasionados principalmente por las larvas, ya que los adultos viven alimentándose de las hojas en las cecidias. Muñoz-Velez (1959) observó que los órganos afectados son el tronco y las ramas, ya que las flores, frutos y hojas quedan libres del ataque directo de las larvas, las ramas preferidas son las delgadas, aunque también infestan las ramas gruesas y el tronco; el insecto al ovipositar, escoge las partes más expuestas a los rayos solares, por consiguiente los ataques son más frecuentes en las ramas terminales. Los tejidos de los árboles son afectados desde la superficie de la

epidermis hasta la médula en las ramas delgadas, en las gruesas y en el tronco desde la parte superficial de la corteza hasta la parte también superficial del cilindro central. En las ramas que han sufrido el ataque *C. aguacatae* Kissinger, la parte afectada se seca y si éste ha sido de cierta intensidad las llega a secar completamente; en ramas gruesas y en el tronco, debido a la forma del daño, la parte que se seca es mayor, por lo que es característico observar al principio un agrietamiento seguido del levantamiento de la corteza, con ello queda al descubierto el cilindro central, que por la acción del viento se agrieta también provocando la muerte de una gran zona e incluso a veces la del árbol (Muñiz-Velez 1959)

Al comparar *Copturus burserophagus* con la especie antes descrita, se observó que los hábitos son semejantes. Ambas especies prefieren las ramas jóvenes aunque también a *C. burserophagus* se le ha encontrado en los troncos, los adultos de ambas especies comienzan a emerger en mayo, se les puede encontrar caminando por los árboles, con movimientos rápidos; como muchos otros curculiónidos, se dejan caer al suelo en cuanto se les toca o van a ser capturados. En cuanto los daños que *C. burserophagus* causa al árbol, no se sabe con certeza, ya que este estudio lleva poco tiempo a comparación de *C. aguacatae* que a partir de 1931 se ha estado estudiando a esta especie y como afecta a los huertos de aguacate. *C. burserophagus* presenta sólo una generación por año, su reproducción en condiciones de laboratorio requiere de temperatura y humedad controlada, las que no se dan en el invernadero de la FES Zaragoza, pero se necesita realizar una comprobación en laboratorio, se intentó hacer la comprobación pero no se cuentan con las características necesarias para esto (temperatura y otras).

En el trabajo realizado por Becerra (1994), el escarabajo que infesta *Bursera schlechtendalii*, se alimenta de las hojas de este árbol, además muestra un ciclo de vida diferente. Becerra menciona que el ciclo de vida de *Blepharida* comienza a finales de mayo o junio cuando las hembras adultas depositan sus huevos, las larvas usualmente se presentan en los meses de julio a noviembre, aproximadamente después de 19 días las larvas maduran y se forman las pupas, los adultos emergen en mayo, esto frecuentemente coincide con la estación de lluvia. Al comparar la etapa adulta de *Blepharida* y de *Copturus burserophagus* coinciden, ya que ambos emergen en mayo, al inicio de la época de lluvias. En cambio las larvas de *C. burserophagus* se presentan por un período más prolongado que abarca del mes de septiembre al mes de mayo. La alimentación del adulto de *C. burserophagus* no se conoce con certeza, los insectos se han encontrado solo sobre las ramas o troncos y no se les ha visto alimentándose de las hojas de *Bursera aff. citronella*.

Las larvas se alimentan del meristemo de las ramas jóvenes, formando galerías dentro de estas ramas, es aquí donde inician su transformación a pupa.

Interacción planta-insecto

Las defensas de las plantas pueden ser inducidas por el daño causado por los herbívoros, en forma similar a las proteínas extrañas que inducen una respuesta inmune en los animales vertebrados. Las asociaciones de plantas y herbívoros en grupos basados en la química y la estructura de las plantas se han denominado cuerpos de defensa de las plantas (Ricklefs 2001).

El conflicto entre polinizadores fitófagos, descortezadores y plantas se desarrolla principalmente sobre bases bioquímicas. Las defensas de las plantas contra los insectos incluyen el valor nutricional intrínsecamente bajo de la mayoría de los tejidos vegetales y las propiedades tóxicas de los denominados compuestos secundarios producidos y acumulados para la defensa. Las defensas estructurales o físicas, como espinas, pelos, revestimientos resistentes de las semillas, gomas y resinas pegajosas, también son importantes (Ricklefs 2001).

Durante este estudio se observó que la relación que se presenta entre *Bursera aff. citronella* y el gorgojo es al parecer una interacción interespecífica de mutualismo, en la cual el insecto en estado de larva se alimenta principalmente del meristemo del árbol, sin causarle daño visible, ya que solo infesta ramas jóvenes. Aunque en parte beneficia al árbol ya que la presencia de las larvas es principalmente durante la época de sequía, en la cual el árbol presenta un mayor estrés debido a las condiciones poco favorables, la presencia de las larvas en estas ramas jóvenes le sirven como poda, ya que las ramas se secan y con esto el árbol ahorra energía. Hasta ahora no se han observado otros efectos positivos o negativos visibles en los árboles, aunque se necesita más tiempo para determinar si la presencia del insecto causa otros efectos en los árboles.

Por otro lado, el meristemo de las ramas de *B. aff. citronella* es suave y sus células son de color rojizo, las larvas antes de pupar se alimentan del meristemo causando que la resina del árbol se manche, por esta razón la resina donde se han encontrado larvas, es de color rojizo (Fig. 12); mientras que la resina que se secreta por daño mecánico de las ramas es siempre transparente y blanca, al consolidarse. Además de esto, durante el período en el que *C. burserophagus* se encuentra en estado larvario, alimentandose del meristemo, provoca que *B. aff. citronella* emane resina, la cantidad de resina que se obtiene del árbol está relacionada con el número de larvas que infestan a *B. aff. citronella*, la secreción de resina se detiene cuando las larvas comienzan su transformación a pupa.



Figura 12 Imagen de larva en su galería

El género *Bursera* produce resinas en los canales de las hojas, cuando una hoja es dañada hay liberación de resina, dependiendo de la cantidad que se libere. Esta resina se solidifica e impide el movimiento de las mandíbulas de los insectos o hasta puede cubrir totalmente al insecto (Evans *et al.* 2000).

Los escarabajos que se alimentan de *Bursera* han desarrollado diferentes habilidades, se ha observado que algunas larvas bloquean los canales de resina antes de alimentarse (Becerra y Venable 1990). *Bursera schlechtendalli* son arbustos deciduos nativos de las regiones áridas y semiáridas de México y Guatemala, éstos son atacados por una especie en particular de escarabajos del género *Blepharida* (Chrysomelidae: Alticinae) que se alimentan solo de las hojas de esta especie (Becerra 1994, Evans *et al.* 2000). *Blepharida schlechtendalli* es una especie monófaga de *Bursera schlechtendalli*, al analizar los componentes químicos de la resina de esta planta y las secreciones anales, regurgitaciones y heces fecales del escarabajo se encontró que contienen los mismos

componentes terpenoides volátiles (Evans *et al.* 2000).

A diferencia de lo que refiere Becerra y Venable (1990) para algunas larvas de *Blepharida*, las larvas de *Copturus burserophagus* no bloquean los canales de resina. El tiempo de solidificación y bloqueo de los canales de resina después de una lesión mecánica de las ramas no es mayor a los cinco minutos. En cambio, una herida provocada por la barrenación de las larvas de *C. burserophagus* no deja de emanar resina hasta que éstas entran en la fase de pupa.

Producción natural de resina

Como ya se mencionó, la cantidad de resina que emana el árbol de *B. aff. citronella*, está relacionada con la presencia y número de larvas de *C. burserophagus*. En la figura 13 se puede observar que durante el 2004 la cantidad de gorgojos en estado larvario que se encontraron es mucho mayor sobre todo en el mes de marzo, la cantidad encontrada fue el doble comparada con el 2005. En relación a las otras fases del ciclo biológico del insecto, el 2004 fue el año que presentó un mayor número de ejemplares en estadio pupal y el 2005 fue un mejor año para los adultos.

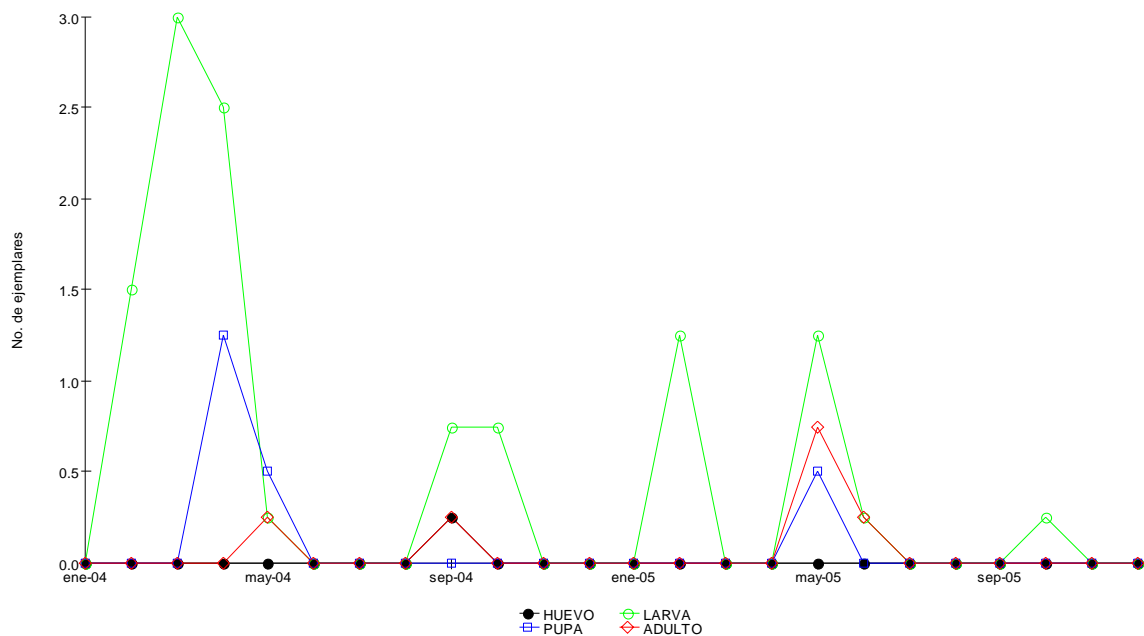


Figura 13 Abundancia de *Copturus burserophagus* en sus diferentes etapas

Desde el mes de noviembre donde empieza la aparición de larvas, en el 2004 y 2005 en los meses de febrero, marzo y abril se encuentran los picos mas altos de abundancia de las larvas (Fig. 13), con esto se puede decir que los meses en los que la producción de resina alcanza su máxima cantidad es de febrero a abril en el cual el número de larvas es mayor, después comienza a disminuir la producción y la calidad de la resina debido a la presencia de las primeras lluvias.

La presencia de larvas y la cantidad de resina está relacionada con el clima presente. Se realizó una gráfica en la que se observa la relación del ciclo biológico de *Copturus burserophagus*, las fases fenológicas de *B. aff citronella* como son la presencia de hojas,

flores, frutos y la temperatura y precipitación del área de estudio. En la figura 14, se presenta una gráfica con la precipitación y temperatura del área, con pequeñas imágenes se aprecian los diferentes estadios de *C. burserophagus* y en que meses cada etapa se presenta, debajo las distintas fases fenológicas de *B. aff. citronella* y unas barras que representan los meses en los que estas fases están presentes

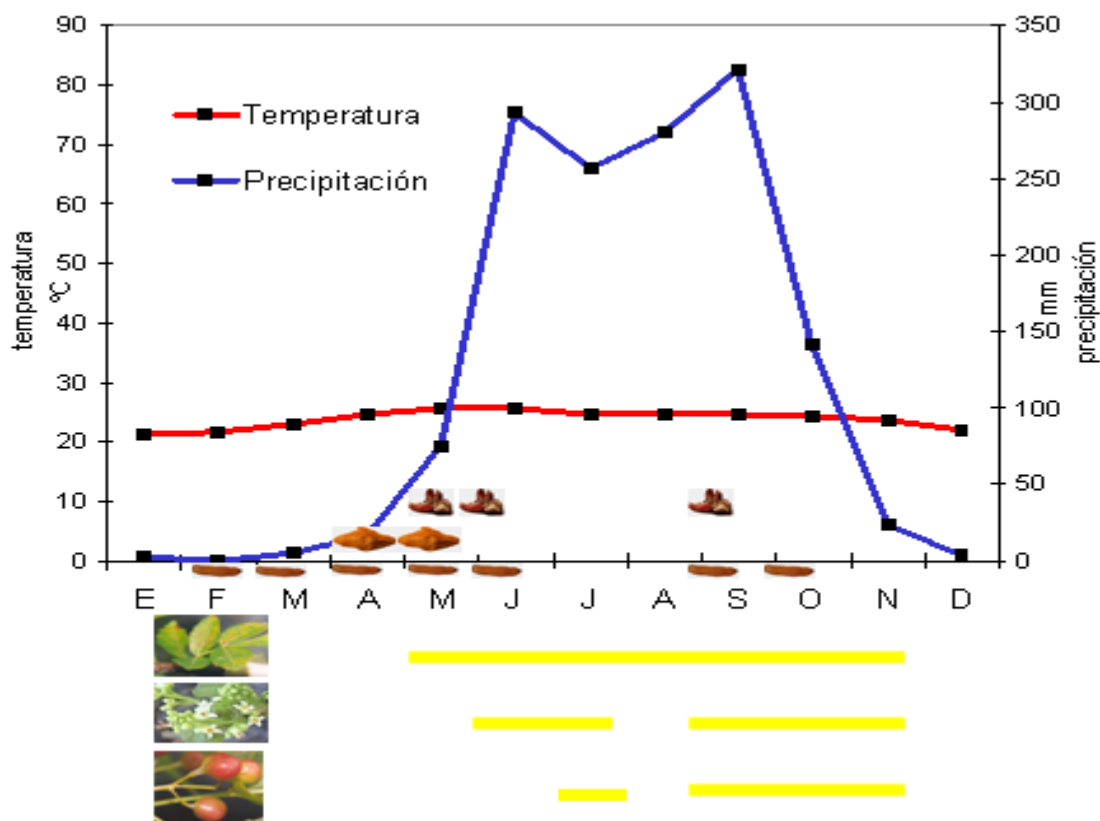


Figura. 14 Relación entre fenología de *B. aff. citronella*, ciclo de vida de *Copturus burserophagus*, y la temperatura y precipitación del sitio de estudio.

En los años de estudio se observó que durante la época de lluvias disminuye la producción natural de resina. Esto se debe a que la producción de resina está relacionada con la presencia de la larva de *C. burserophagus* y como se observa en la figura 14 en el mes de junio, donde la precipitación es mayor, termina la etapa larvaria de este insecto con esto la producción de resinas es menor y en el mes de septiembre en el cual la precipitación comienza a disminuir, el escarabajo comienza otra vez con su etapa larvaria y por lo tanto comienza la producción de resina.

La relación que se observa entre planta e insecto es que al inicio de las lluvias en el mes de mayo, las hojas de *B. aff. citronella* empiezan a aparecer y es cuando el gorgojo comienza su etapa adulta.

Las personas que se dedican a recolectar la resina en el área de estudio han

observado que la producción se ve afectada por la marcha de temperaturas y de lluvias, si en diciembre y enero las temperaturas son muy bajas y si se presentan lluvias invernales, la producción de resina disminuye. En este estudio se encontró que la producción de resina se debe a la presencia de las larvas de *C. burserophagus*, mismas que se ven afectadas por los cambios climáticos, al disminuir las temperaturas el número de larvas y su tamaño disminuye; al inicio de las primeras lluvias en el mes de abril, disminuye el número de larvas y empieza el estado pupal.

No se muestra una grafica con los datos exactos del clima en ambos años, se hicieron algunas observaciones en campo, en el 2004 las temperaturas fueron mayores y la precipitación fue menor, con estas condiciones los árboles presentaban mayor estrés y mayor vulnerabilidad para ser infestado, por lo tanto el 2004 presentó mayor número de larvas y de mayor tamaño al que presentaban las del 2005 (Fig. 15).

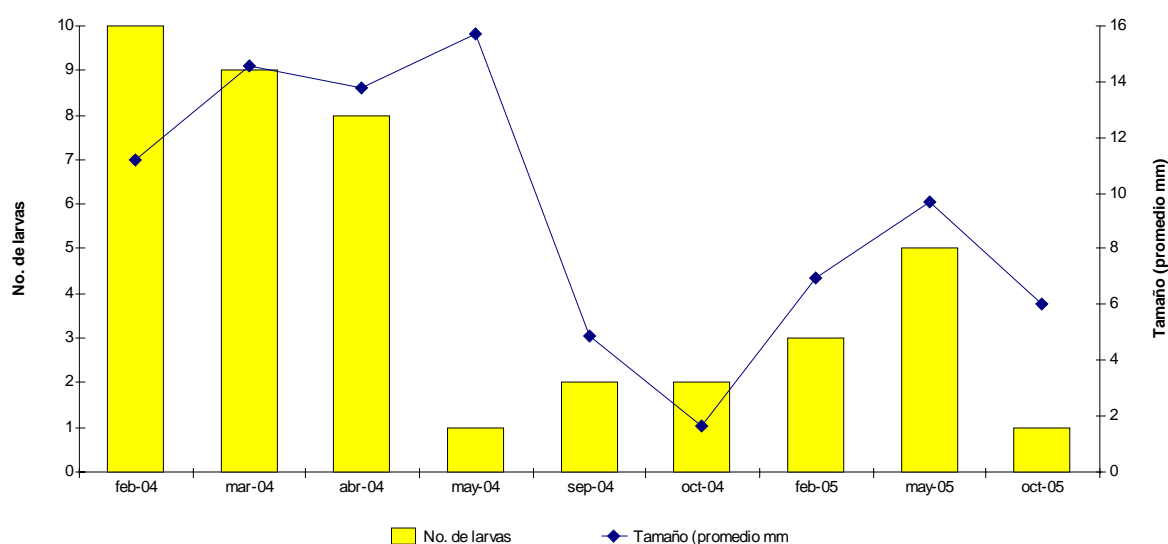


Figura 15 Abundancia y tamaño promedio de las larvas

La relación que existe entre el ciclo de vida de *C. burserophagus* y la fenología de *B. aff. citronella* es incierta. La larva de *C. burserophagus* se alimentan del meristemo del árbol, pero en la etapa adulta no se logró observar sus hábitos alimenticios, ya que solo se han encontrado sobre las ramas o troncos de *B. aff. citronella*, a diferencia del caso de los escarabajos de *Blepharida*, los cuales se les ha visto alimentándose de las hojas de *Bursera*.

Descripción del insecto infestante

Con las recolectas realizadas a lo largo de dos años, se encontró que el insecto que infesta al árbol es un gorgojo que pertenece a la siguiente clasificación:

Filo: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Coleoptera

Familia: Curculionidae

Subfamilia: Conoderinae

Tribu: Lechriopini

Género: *Copturus*

Especie: *C. burserophagus* Muñiz-Velez y Ordóñez-Reséndiz sp.nov.

La descripción de *Copturus burserophagus* sp. nov. fue realizada por Muñiz-Velez y Ordóñez-Reséndiz (en preparación).

La subfamilia Conoderinae se divide en 14 tribus dentro de las cuales esta Lechriopini que incluye 19 géneros, el género *Copturus* se distribuye en Argentina, Bolivia, Brazil, Colombia, Paraguay, Perú, Venezuela, Bahamas, Cuba, Jamaica, Belice, Costa Rica, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panama, SE USA (Florida), África (Alonso y Lyal 1999).

Diagnosis. Los individuos de esta especie presentan la siguiente combinación de caracteres: forma oval alargada, de tamaño variable, entre 6.9 y 8.0 mm de largo, y entre 3.0 y 3.6 mm de ancho; son de color negro o píceo, con las patas, tarsos y antenas rojizas. Las antenas con los primeros cuatro artejos del funículo antenal provistos de escamas blancas, muy delgadas. El cuerpo está cubierto con escamas de diferente tamaño y forma, unas muy pequeñas y delgadas, y otras grandes casi ovals; las hay blancas, crema, oscuras casi negras; en el dorso se presentan entremezcladas, dando un aspecto gris jaspeado. Cabeza redondeada, relativamente pequeña, con ojos holópticos, estrechamente separados al frente, de forma piriforme, con omatidias finas y rodeados por una franja de escamas pequeñas y delgadas. Rostro delgado, poco encorvado desde la unión con la cabeza, casi tan largo como el protórax, en el macho es un poco más corto que en la hembra; presenta

una quilla media desde la unión con la cabeza hasta el inicio de las escrobas antenales; la superficie es de aspecto liso, con punteado sutil, pequeño y disperso, con escamas pequeñas, delgadas y de disposición diagonal, abarcando la tercera parte basal; las escrobas antenales se inician poco después de la mitad de la cara lateral y se dirigen hacia el borde ventral del rostro, en el macho están más hacia el ápice que en la hembra. Protórax casi cilíndrico, un poco más ancho que largo, con el borde apical casi recto, angosto, de un poco más de la mitad del borde basal, el cual es poco sinuoso; los lados convergen en forma casi recta desde el punto más ancho hasta el ápice; la superficie del noto con punteado relativamente grueso, casi denso, con una escama en cada punto, las hay de dos tipos: unas casi redondas de color casi blanco, que dan aspecto jaspeado, rodean un área de escamas angostas de color ámbar oscuro, casi negro, señalan una línea media, casi completa y poco elevada; las pleuras con punteado oculto por la cubierta de escamas blancas, redondeadas. Escudete pequeño, ovalado, cubierto con escamas pequeñas de color blanco. Élitros en conjunto casi ovalados, tan largos como casi dos veces el largo del protórax, se ensanchan un poco después de los húmeros, de ahí convergen hacia el ápice, que es redondeado, con los ápices estrechamente separados; el borde basal es poco sinuoso; el disco dorsal es casi plano hasta los callos periapicales, los cuales son poco notorios; las estrías son angostas, de aspecto profundo, de casi la mitad del ancho de las interesarías, presentan un punteado casi rectangular que les dan aspecto reticular; en cada punto se aloja una escama angosta, decumbente en ángulo de 30°, son de color casi blanco; las interesarías son más anchas que las estrías, convexas en toda su longitud, con escamas adosadas, redondeadas, anchas de colores claros y oscuros, que le dan aspecto gris jaspeado; se presentan tres pares de zonas oscuras: unas anteriores, hacia el borde basal; otro en la parte medio y otro hacia el ápice, abarcando los callos periapicales; todas las manchas son de tamaño variable, de forma rectangular, siendo el par medio, el más grande y el apical el más pequeño. El proesternón presenta el canal protorácico con los bordes elevados que se extienden desde la mitad del borde anterior de las coxas protorácicas hasta el borde anterior, la superficie está cubierta con escamas blancas, casi redondeadas; mesoesternón plano, corto, con escamas blancas casi redondeadas: el mesepisternón y el mesepímero forman un esclerito triangular con punteado oculto por escamas blancas; metaesternón plano, poco convexo, con surco medio y escamas blancas; el metaepisternón desnudo, punteado; el metaepímero pequeño con escamas blancas. Esternitos abdominales en vista lateral, ascendentes del segundo al cuarto esternitos, el quinto es horizontal; el primer esternito es más grande que el segundo y la sutura que los separa es recta; el segundo esternito es más grande que el tercero y cuarto esternitos juntos; el tercero y cuarto esternitos cortos, rectangulares y casi

iguales; el quinto esternito es trapezoidal, con los bordes gruesos biselados, en la parte central presenta escamas pequeñas, delgadas y casi verticales; los demás esternitos son punteados y cubiertos por escamas blancas. Las patas son relativamente largas, con los fémures casi lineales y unidentados; los pares pro y mesotorácicos casi del mismo largo, el par metatorácico un poco más largo, alcanza el ápice de los élitros; a veces los sobrepasa un poco; todos son casi delgados y presentan una quilla longitudinal en la mitad de la cara externa, tiias casi del mismo tamaño, casi lineales y unguiculadas; tarsos juntos casi alcanzan la mitad de la tibia; el primer artejo casi del largo del segundo y tercero, juntos; el tercero es bilobulado y más ancho que el segundo; cuarto artejo variable, de las tres cuartas partes del primero: uñas simples, separadas y delgadas.

Adulto.

Holotipo. Macho. Cuerpo oval alargado de 6.9 mm de largo y 3.0 mm de ancho, de color negro o píceo, de aspecto jaspeado; las antenas y los tarsos de color rojo oscuro (Fig. 16b).

Cabeza: casi pequeña, la mayor parte ocupada por los ojos, que son grandes con abatidas finas, casi planas, muy aproximados al frente (holópticos), son piriformes, con el ápice hacia el lado ventral; rodeados por escamas en la frente y en el lado basal, son de color blanco, ocre y gris oscuro. Frente angosta con escamas pequeñas y angostas, de posición casi vertical de color amarillo crema, son más anchas en la unión con el rostro; por el lado dorsal, en el vertex, con escamas angostas amarillas o crema (Fig. 16e y f).

Rostro más corto que la cabeza y el protórax unidos, encorvado poco después de su unión con la frente, estrecho en el ápice y más ancho hacia la base, con una quilla que va de la unión de la frente hacia el punto de inserción de las antenas, presenta algunas escamas piliformes de posición transversal de la inserción antenal a la base del rostro; escroba del segundo tercio del rostro hacia la unión con la cabeza, con el borde dorsal dirigido al borde ventral del ojo.

Antena con el escapo alargado y delgado, con el ápice engrosado, negro. Funiculo antenal tan largo como dos veces el escapo, 1er artejo alargado y más corto que el 2º, mayor que el 3º y 4º unidos, éstos casi del mismo tamaño, 5º y 6º un poco más cortos que el 4º; 7º casi como el 6º y casi unido a la maza antenal.

Protórax: coniforme con el borde basal sinuoso y el apical poco cóncavo; lados ligeramente

redondeados y convergentes; más anchos que largos. Superficie dorsal con punteado grueso; cada punto aloja una escama oscura; se señala una línea media completa y poco elevada. Salpicado con escamas anchas más o menos sobrepuestas, que forman una banda redondeada que va desde los ángulos laterobasales hacia el borde apical, dejando un área redondeada central con escamas más delgadas o angostas. Vista lateral con el borde dorsal casi plano sinuoso, borde basal convergiendo hacia la coxa protorácica; borde apical sinuoso, formando ligeramente un lóbulo postocular; borde anteroventral convergente del lóbulo postocular a la coxa, con densas escamas imbricadas, anchas y delgadas, blancas de la coxa hasta la línea pleural-dorsal y oscuras de la línea notopleural al dorso.

Élitros: ligeramente más anchos que el protórax y tan largos como vez y media el largo del protórax. Húmeros poco marcados, estrías angostas, con una escama angosta casi piliforme en cada punto. Interestrías casi quilladas, con escamas redondeadas, de apariencia erecta debido a la costa longitudinal. Ápice elitral casi redondeado, declive elitral marcado por los callos periapicales formados por las interestrías 3 a 7. escudete casi redondo, cubierto con pequeñas escamas color crema.

Vestiduras en los élitros, con escamas que forman tres bandas: la primera corre del borde basal a la sutura y hacia la mitad, en forma de curva va de la sutura hacia la novena y décima estría y asciende al borde basal, dejan un área circular oscura como mancha que rodea al húmero; la segunda banda va de la sutura y en forma de curva, casi toca los callos del declive y se continúa a la décima estría, de donde se une a la franja anterior, dejan un área oscura que tiende a ser rectangular; la tercera banda sale de la sutura y cubre a los callos del declive y se extiende hasta el ápice de los élitros.

Vista lateral: parte pleural del meso y metaesternón cubiertos por escamas redondeadas blancas, casi imbricadas, dejan el metaepisternón casi desnudo. Vista ventral: proesternón excavado, más o menos hondo, con los bordes laterales guillados, extendiéndose desde el borde anterior de las coxas mesotorácicas al borde anterior del proesternón. Coxas protorácicas casi juntas y con un espacio menor a la mitad del ancho del ápice del rostro. Mesoesternón plano, casi en declive. Metaesternón casi convexo. Mesa y metaesternón cubiertos con escamas de color blanco, pequeñas de borde redondeado.

Abdomen: esternito 1º tan largo como el 2º y 3º juntos, poco ahondado en la parte central. Esternito 2º casi rectangular, más ancho que 3 y 4 unidos, con el borde lateral inferior que se

proyecta casi a la sutura del 3°. Esternitos 3 y 4 cortos y rectangulares, casi guillados o cortos en la parte media. Esternitos 5° trapezoidal con los lados gruesos y biselados, el borde apical algo cóncavo. Esternitos 1-4 cubiertos con escamas blancas, densas más o menos imbricadas de tamaño variable. Área biselada del esternito 5° con escamas blancas adosadas y en la parte central con escamas blanquecinas casi erectas. Vista lateral: esternitos 1-5 ascendentes.

Patatas: delgadas y relativamente largas con los fémures unidentados más o menos lineales, casi tan anchos en la base como en el ápice. Meso y metafémur con una quilla en la parte media de la cara externa y con una mancha de escamas pequeñas más o menos oscuras hacia el ápice. Tibias casi lineales y unguiculadas. Tarsos casi de la mitad del largo de la tibia, tarsito 1 casi de largo de 2 y 3 juntos. Tarsito 3° bilobulado, más ancho que el 2°, tarsito 4° casi 3/4 partes del 1°. Uñas simples, separadas y delgadas.

Descripción Alotipo. Hembra: Forma oval alargada, de aproximadamente 7.7 mm de largo y 3.5 mm de ancho, de color negro o píceo, de aspecto jaspeado (en este caso de color rojizo por no haber alcanzado la coloración definitiva), las antenas y tarsos rojo oscuro (Fig. 16a).

Cabeza: redondeada, relativamente pequeña, los ojos casi ocupan la totalidad de la cabeza, rodeados por una banda de escamas; están separados en el vertex por una distancia aproximada de 0.4 mm, entre el vertex y el borde anterior de protórax dejan un área triangular desnuda de aproximadamente 0.6 mm de base y 0.3 mm de alto, el vertex y la franja posterior a los ojos, presentan escamas pequeñas de color crema y blanco (Fig. 16f).

Copturus burserophagus es una especie que no muestran diferencia física entre machos y hembras, los sexos se diferencian por la forma de los genitales, es decir, no presentan dimorfismo sexual.

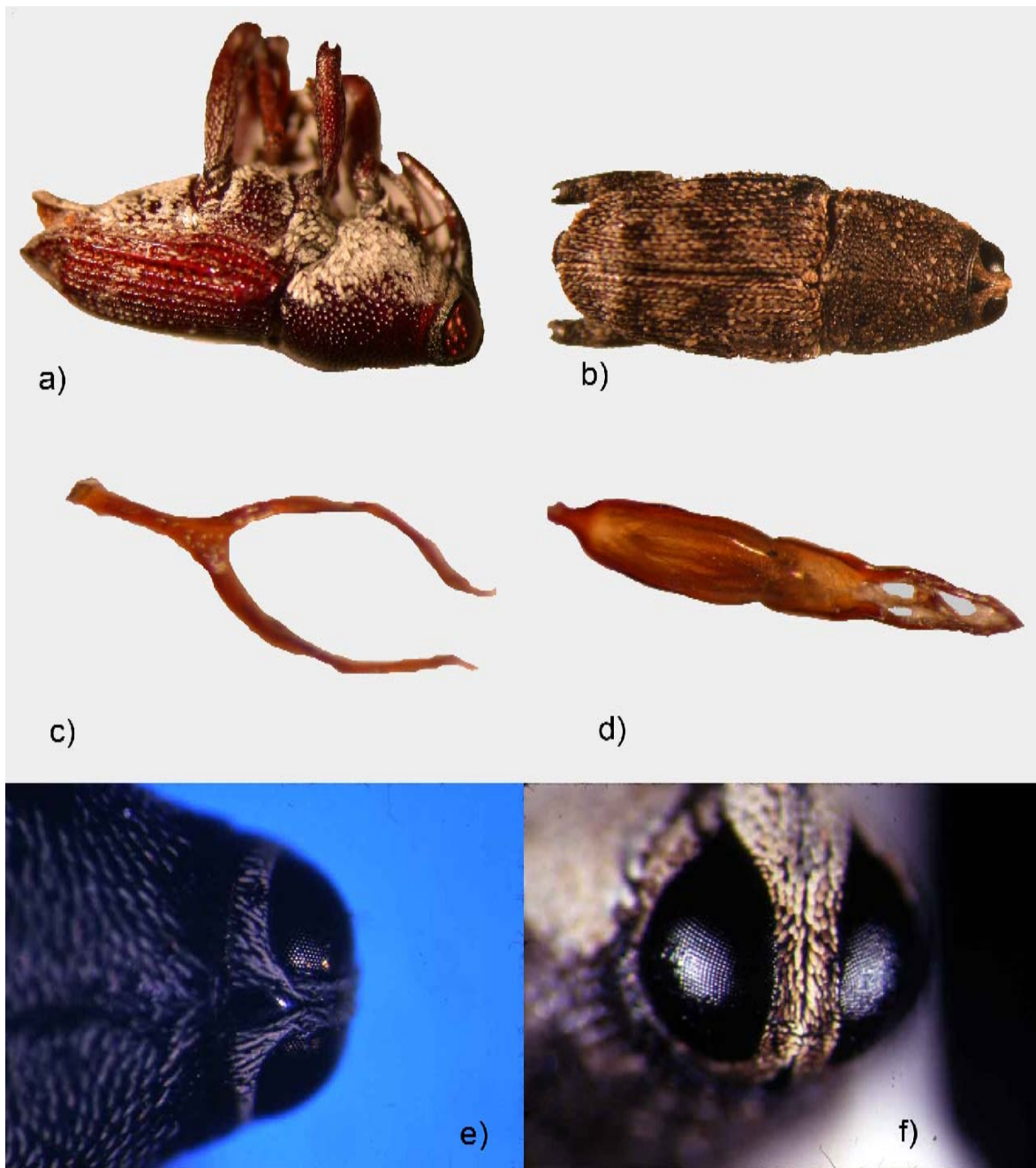


Figura 16. Etapa adulta de *Copturus burserophagus* sp. nov.

a) adulto hembra, vista lateral izquierdo, b) adulto macho, vista dorsal, c) genitalia macho: terguito, d) genitalia macho: pene, e) y f) ojos del adulto

Descripción de la pupa

La pupa se encuentra dentro de la rama cuaternaria de *Bursera aff. citronella*. Exarada con cuerpo cilíndrico de color amarillo pálido, el cual se pigmenta conforme madura. Tiene una longitud aproximada de 9.5 a 10.5 mm y un diámetro de 2.5 a 3 mm en su porción más ancha, a la altura de las patas metatorácicas (Fig. 17).

Cabeza: bien definida; canto ocular marcado y ocupando dos terceras partes de la cabeza. Rostro moderadamente largo, de igual tamaño que el pronoto, reposa entre las coxas protorácicas hasta pasar las coxas mesotorácicas. El rostro presenta una seda pequeña a cada lado, ubicada a la mitad de la distancia de la inserción de las antenas a las mandíbulas. Mandíbulas esclerosadas, pequeñas y dentadas. Antenas acodadas, paralelas al rostro (Fig. 17c); escapo pequeño, no alcanza el borde anterior del protórax; funículo más largo que el escapo, con el segundo artejo más largo que el primero. Maza bien desarrollada, con segmentación visible.

Protórax: coniforme, de base ancha y convexo; borde anterior ligeramente estrechado. La superficie dorsal presenta doce sedas pequeñas; tres pares alineados cerca de la línea media, el par anterior más próximo a la línea media y el par posterior más alejado de la misma; un par situado hacia el ángulo antero-lateral, cerca de la parte donde se estrecha el pronoto; una seda posterior equidistante al borde lateral y a la seda del último par central.

Mesotórax: trapezoidal con el escudete bien definido. Presenta en el escudo, dos pares de sedas pequeñas en la parte central y un par en el escudete.

Metatórax: rectangular, con dos pares de sedas pequeñas en fila cercanas a la línea media, una en la parte central y la otra en el borde de las alas.

Abdomen: cilíndrico y glabro.

Vista dorsal: nueve segmentos bien definidos de tamaño decreciente; segmento I rectangular y convexo, casi del mismo ancho que el metatórax; segmento IX trapezoidal, con los *urogomphi*; cada segmento presenta dos sedas en el dorso y una en el lóbulo pleural (Fig. 17a).

Vista ventral: cuatro segmentos bien definidos, el primer esternito muy convexo, más grande que III y IV juntos (Fig. 17b).

Apéndices. Élitros: estrías e interesarías marcadas, con escamas y puntuación más o menos definidas; por el lado ventral alcanzan el fémur metatorácico y casi la mitad del primer segmento abdominal. Alas metatorácicas más largas que los élitros (Fig. 17d).

Patas: bien desarrolladas, fémur dentado y con una seda pequeña hacia la articulación con la tibia; tibias unguiculadas; tarsos criptopentámeros, uñas simples divergentes.

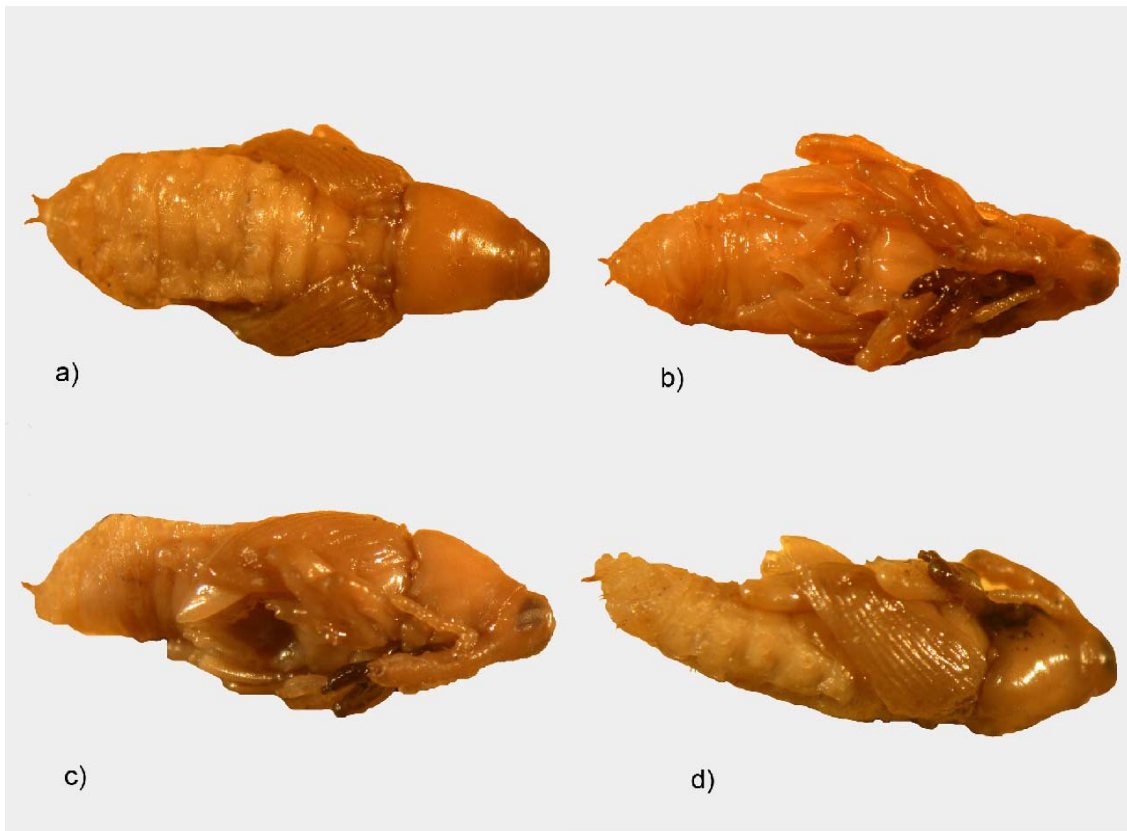


Figura 17. Etapa pupal de *Copturus burserophagus* sp. nov.
a) vista dorsal, b) vista ventral, c) vista lateral derecho y d) vista lateral izquierdo.

Descripción de la larva

Larva de color blanco amarillento, con la cápsula cefálica y la parte dorsal del primer segmento torácico de color ambarino (Fig. 18 a y b). Mandíbulas rojizas en la base y negras en el ápice. La longitud varía entre 6.5 y 10 mm, con ancho torácico de 1.5 a 2.5 mm.

Cabeza: Retraída en el primer segmento torácico. Cápsula cefálica más angosta que el protórax, con una anchura máxima entre 0.7 y 1 mm; de forma oval alargada, más larga que ancha (Fig. 18c). La mayor parte de la superficie dorsal es lisa, de color ámbar, con una banda longitudinal más clara a ambos lados de la línea media y la región apical de la frente de color ámbar oscuro. La sutura epicraneal se extiende desde la base del último tercio hacia la mitad de la cápsula cefálica, donde se bifurca dando origen a la sutura frontal, el tercio posterior de la sutura epicraneal está pigmentado. La sutura frontal es completa y presenta forma de delta (Fig. 18a).

La frente y el área epicraneal están provistas de sedas cortas y largas. La frente presenta una seda larga en cada extremo anterior, cerca de la unión con el clípeo, y ocho sedas cerca de la mitad anterior, estas ocho arregladas en la parte central en grupos de cuatro, cada uno con una seda larga y una mediana muy cercanas entre sí y ubicadas cerca de la línea media, una seda mediana en el ángulo lateroanterior y una muy corta dorsal, equidistante a las anteriores, formando un pequeño triángulo. El área epicraneal presenta 16 sedas de tamaño variable distribuidas a lo largo de la sutura frontal, a ambos lados de cada placa epicraneal.

Clípeo: Membranoso, de forma trapezoidal, con dos pares de sedas medianas en el margen basal, cerca de la sutura fronto-clipeal.

Labro: Semicircular, esclerosado y ambarino. Presenta dos sedas largas en el área central, una seda larga en cada borde lateral externo y dos sedas medianas cerca del borde anterior.

Mandíbulas: Cónicas y robustas, con la superficie dorsal ligeramente convexa, punteado rugosa, con dos sedas medianas en el primer tercio basal (fig. 18d).

Maxilas: Grandes, de color ambarino. Estipes ligeramente más anchos en el ápice que en la base, con el margen interno sinuado; presentan dos sedas cerca de la base del

palpo y una en el primer tercio basal, un poco más larga que las otras. Palpos maxilares integrados por dos artejos: el basal es ancho y truncado, con la mitad basal pigmentada de color rosado; el segundo artejo es más estrecho que el anterior, alargado, de forma mas o menos cónica, pigmentado en su mayor parte del mismo tono que el anterior.

Labio: Prementón grande y ancho, con una seda erecta cerca de cada margen lateral. Postmentón grande con un par de sedas en los bordes laterales, una seda larga en la parte posterior y la otra, un poco más corta, en la parte anterior. Palpos labiales formados por dos artejos, el basal ancho y el apical más estrecho, cónico y rosado.

Antenas: Están formadas por dos artejos. El basal es membranoso de forma casi triangular, con dos sedas cortas en la parte dorsolateral externa; el distal es corto y angulado.

Tórax: El protórax presenta la parte dorsal esclerosada con dos áreas bien definidas y divididas por la elevación de la región posterior. La parte anterior presenta seis sedas distribuidas a lo largo del margen apical, las dos centrales son cortas aciculares, las de posición media y lateral son largas o espiniformes; el borde lateral del protórax muestra dos sedas largas y dos más en su porción media, cerca de la elevación posterior. El área posterior es convexa y oblicua, con la superficie cubierta de una pilosidad microscópica, con una seda corta a ambos lados de la línea media y una larga en cada extremo. Lateralmente presenta un estigma respiratorio relativamente largo y ovalado, con una seda larga en posición dorsal; epipleura trapezoidal provista de dos sedas largas; pleura trianguliforme con una seda larga en la parte media; lóbulo pédico con ocho sedas de tamaño variable, dos anteriores, cinco medias y una inferior; esternón con dos sedas largas colocadas cerca de la línea media y próximas al borde anterior. El mesotórax presenta dos pliegues cubiertos por una pilosidad microscópica. El primero es pequeño y dorsal, con una seda corta a cada lado de la línea media. El segundo se va ensanchando dorsoventralmente, en posición dorsal se observan cuatro sedas alineadas a ambos lados de la línea media, las dos primeras son más cortas que las siguientes y la cuarta se localiza en el borde inferior. En la parte lateral del segundo pliegue se distinguen las regiones axial y estigmática, la axial con dos sedas centrales y la estigmática con una seda larga en el vértice anterior. Debajo de la porción estigmática se observa un lóbulo alargado de forma rectangular con una seda en la parte dorsal y una ventral, el cual puede corresponder a los segmentos de la epipleura y pleura. Lóbulo pédico semejante al del protórax. Metatórax con dos pliegues semejantes a los segmentos mesotorácicos, con las mismas sedas y regiones.

Abdomen: Formado por diez segmentos cubiertos dorsalmente con finas y pequeñas escamas. Los primeros siete presentan dorso formado por tres segmentos, prescudo, escudo y escudete; el prescudo porta una seda larga en cada lado, ubicada en su porción media, el escudo presenta tres sedas alineadas a ambos lados, dos cortas mezcladas con una larga. El octavo segmento porta una seda en cada lado (Fig. 18a).

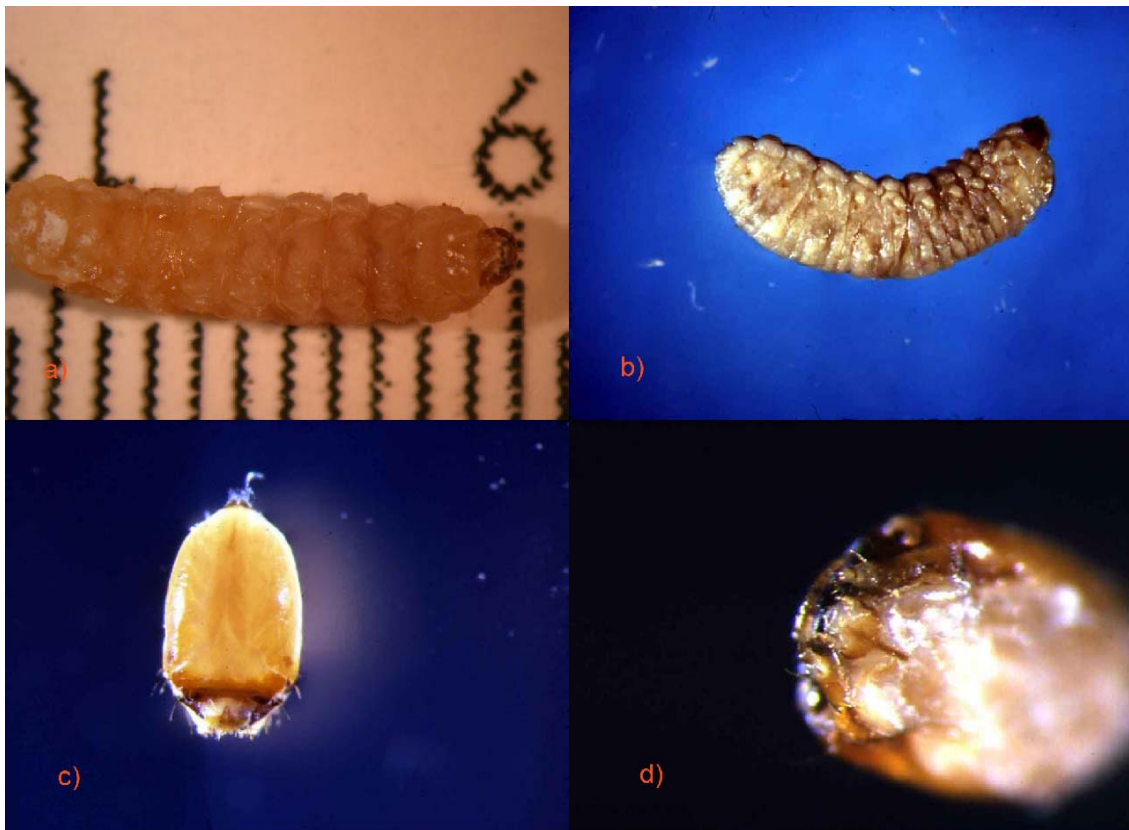


Figura 18 Etapa larvaria de *Copturus burserophagus* sp. nov.

a) vista ventral, b) vista lateral izquierdo, c) cefalotórax y d) mandíbula

CONCLUSIONES

- ★ La producción natural de resina de *Bursera aff. citronella* está relacionada con el ciclo de vida de *Copturus burserophagus*, su larva al infestar la planta provoca una respuesta que es la secreción de resina.
- ★ Durante la temporada de lluvias la producción natural de resina se reduce, debido a la disminución o ausencia de la larva de *C. burserophagus*.
- ★ Entre más altas sean las temperaturas presentes en el año, el número de larvas que infestarán a *Bursera aff. citronella* y la cantidad de resina será mayor. Si por el contrario, las temperaturas bajan y la precipitación aumenta, el número de larvas y la producción de resina se vera disminuido.
- ★ En el 2004 el árbol presento mayor estrés, debido a las bajas temperaturas que se presentaron en ese año, por lo tanto el número y tamaño de larvas que se encontraron fue mayor que el 2005.
- ★ Se requiere de un estudio más detallado:
 - muestrear durante más tiempo el ciclo de vida de *Copturus burserophagus*
 - determinar la especie de *Bursera*
 - medir la temperatura y precipitación
 - cuantificar la producción de resina

LITERATURA CITADA

Alonso, M. y Lyal C. 1999. A world catalogue of families and genera of Curculionoidea (insecta:Coleoptera)(Excepting Scolytidae and Platypodidae). Entomopraxis, Barcelona, 315 p

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.

Arriaga, L., V. Aguilar, J. Alcocer, R. Jiménez, E. Muñoz y E. Vázquez (coordinadores). 2002. Regiones hidrológicas prioritarias. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. ([http:// www.conabio.gob.mx](http://www.conabio.gob.mx), 30-08-2006)

Becerra, J. X. 1994. Squirt-gun defense in *Bursera* and the chrysomelid counterploy. Ecology, 75: 1991-1996.

Becerra, J. X. 1997. Insects on plants: macroevolutionary chemical trends in host use. Science, 276: 253-256.

Becerra, J. X. 2003a. Evolution of Mexican *Bursera* (Burseraceae) inferred from ITS, ETS, and 5S nuclear ribosomal DNA sequences. Mol. Phyl. Evol. 26: 300-309.

Becerra, J. X. 2003b. Synchronous coadaptation in an ancient case of

herbivory. Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 100: 12804-12807.

Becerra, J. X. 2004. Molecular systematics of *Blepharida* beetles (Chrysomelidae: Alticinae) and relatives. Mol. Phyl. Evol. 30: 107-117.

Becerra, J. X. 2005. Timing the origin and expansion of the Mexican tropical dry forest. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 102: 10919-10923.

Becerra, J. X. y D. L. Venable. 1990. Rapid-terpene-bath and squirt-gun defense in *Bursera schlechtendalli* and the counterploy of Chrysomelid beetles. Biotropica. 22: 320-323.

Becerra, J. X. y D. L. Venable. 1999. Macroevolution of insect-plant associations: The relevant of host biogeography to host affiliation. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 96: 12626-12631.

Becerra, J. X., D. L Venable, P. H. Evans y W. S. Bowers. 2001. Interactions between chemical and mechanical defenses in the plant genus *Bursera* and their implications for herbivores. Am. Zool. 41: 865-876.

Begon, M., J. L. Harper y C. R. Townsend. 1988. Ecology: individuals, populations and communities. Second Edition. Sinauer, Massachusetts.

Bullock, A. A. 1936. Contributions to the flora of tropical America: xxxvii. Plantae Hintonianae: IV. Kew Bull. 9: 447-457.

Cabrera, L. 2002. Diccionario de Aztequismos. Obra póstuma revisada por J. Ignacio Dávila Garibi y corregida por Luis Reyes García. Colofón, S. A. México.

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 2006 Progreso # 5, Viveros de Coyoacán, México, Coyoacán, Col. del Carmen Coyoacán. C.P. 04100. (www.conafor.gob.mx, 20-09-2006).

Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO) 2006. Avenida Liga Periférico-Insurgentes Sur No.4903. Col. Parques del pedregal. Del. Tlalpan.14010. México. D.F. (www.conabio.gob.mx, 20-09-2006).

De la Cruz, J y J Badiano. 1552. Libellus de medicinalibus indorum herbis, manuscrito de Juan de la Cruz de 1552 según traducción latina de Juan Badiano. Versión española con estudios y comentarios por diversos autores, Fondo de Cultura Económica e Instituto Mexicano del Seguro Social, 1991.

Doelker, S. J. 1949. Obtención del aceite esencial de linaloe. Tesis de Licenciatura de Química. Escuela Nacional de Ciencias Químicas, Universidad Nacional Autónoma de México. México.

Engler, A. 1883. Burseraceae. In: Engler, A. y K. Prantl. Die Naturlichen Pflanzenfamilien, Vol. 19: 405-4560.

Erlich, P. R. y P. H. Raven. 1964. Butterflies and plants: A study in coevolution. *Evolution*, 18: 586-608.

Espinosa, D., J. Llorente y J. J. Morrone. 2006. Historical biogeographical patterns of the species of *Bursera* (Burseraceae) and their taxonomic implications. *J. Biogeogr.* 33: 1945–1958

Evans, P. H., J. X. Becerra, D. L. Venable y W. S. Bowers. 2000. Chemical analysis of squirt-gun defense in *Bursera* and counterdefense by chrysomelid beetles. *J. Chem. Ecol.* 26: 745-754.

Gillett, J. B. 1991. Burseraceae. In: Polhill, R. M. (Ed.). *Flora of East Africa*. A. A. Balkema, Rotterdam.

Hairston, N. G., F. E. Smith y L. B. Slobodkin. 1960. Community structure,

population control, and competition. *Am. Nat.* 94: 421-425.

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.

Instituto Nacional de Ecología (INE). 2005. Periférico 5000, Col. Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Delegación Coyoacán, México D.F. (www.ine.gob.mx, 20-09-2006)

Jacksic, F. M. 2001. Ecología de comunidades. Ediciones Universidad Católica de Chile.

Mabberley, D. 1987. The Plant-Book. A portable dictionary of the higher plants. Cambridge Univ. Press, NY. 707 p.

McGinley, S. 2003. The Co-Evolution of a Beetle and a Plant. DNA evidence shows survival of ancient association. Agricultural Experiment Station Research Report, The University of Arizona, pp. 14-15.

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 Bull.* 18: 317-382.

Muñiz-Velez, R. 1959. *Copturus aguacatae* Kissinger, plaga del aguacatero (*Persea gratissima* Gaertn) en México. *Acta Zool. Mex.* 3: 1-35

Muñiz-Velez, R. y M. M. Ordóñez-Reséndiz. (en prensa). Una nueva especie de *Copturus* Schoenherr (Coleoptera: Curculionidae: Conoderinae) de Guerrero México y descripción de estados inmaduros. *Acta Zool. Mex.* (nueva serie). (en prensa).

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.

Ricklefs, E. 2001. Invitación a la ecología. La economía de la naturaleza. 4ª. Editorial Médica Panamericana. Madrid España. 692 pp.

Rzedowski, J. y F. Guevara-Féfer. 1992. Burseraceae. En Rzedowski, J. y G. Calderón de Rzedowski (Eds.), Flora del bajío de regiones adyacentes. Instituto de Ecología A. C. Centro Regional del Bajío, Pátzcuaro, Michoacán, México.

Rzedowski, J. y G. Calderón de Rzedowski. 2004. Copales y cuajotes, En: García-Mendoza, A. J., M. J. Ordóñez y M. Briones-Salas (eds.), *Biodiversidad de Oaxaca*. Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza- World Wildlife Fund, México, pp. 193-198.

Rzedowski, J. y H. Kruse. 1979. Algunas tendencias evolutivas en *Bursera* (Burseraceae). *Taxon*, 28: 103-116.

Rzedowski, J., R. Medina y G. Calderón. 2005. Inventario del conocimiento taxonómico, así como de la diversidad y del endemismo regional de las especies mexicanas de *Bursera* (Burseraceae). *Acta Bot. Mex.* 70: 85-111.

Sahún, 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.

Smallwood, P. D. 2001. An Integrative Approach to the study of Plant-Animal Interactions. *Amer. Zool.* 41: 807-809.

Standley, P. C. 1923. Trees and shrubs of Mexico. Contr. U. S. Nat. Herb. 23: 542-552.

Torsten, M. y Obermaier E. 2004. Hide and seek on two spatial scales-vegetation structure effects herbivore oviposition and egg parasitism. Basic Appl. Ecol. 5: 87-94.

Toledo-Manzur, C.A. 1982. El género *Bursera* (Burseraceae) en Guerrero (México). Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 182 pp.

Weeks, A., Daly, D.C. y Simpson, B.B. 2005 The phylogenetic history and biogeography of frankincense and myrrh family (Burseraceae) based on nuclear and chloroplast sequence data. Mol. Phyl. Evol. 35: 85–101.