



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

CARRERA DE BIOLOGÍA

**COLEÓPTEROS SAPROXÍLICOS
(INSECTA: COLEOPTERA) DE LAS
SIERRAS DE TAXCO-HUAUTLA, MÉXICO**

**T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
B I Ó L O G O
P R E S E N T A**

RUBEN RAMÍREZ PASTOR

JURADO DE EXAMEN

**DIRECTORA: BIÓL. MARÍA MAGDALENA ORDÓÑEZ
RESÉNDIZ**

ASESOR: DR. DAVID NAHUM ESPINOSA ORGANISTA

ASESORA: DRA. SARA LÓPEZ PÉREZ

SINODAL: DR. GENARO MONTAÑO ARIAS

SINODAL: DR. GEOVANNI MIGUEL RODRÍGUEZ MIRÓN



COLECCIÓN COLEOPTEROLÓGICA, MUSEO DE ZOOLOGÍA

CIUDAD DE MÉXICO

23 DE ENERO DE 2024



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad Nacional Autónoma de México por toda la enseñanza que me ofreció durante el periodo de mi desarrollo académico.

A la profesora María Magdalena Ordóñez Reséndiz, directora de este trabajo, quien me guió a través del periodo que estuve en la Colección Coleopterológica de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. Agradezco sus enseñanzas tanto académicas como personales y toda su paciencia durante la elaboración de esta tesis.

A los doctores Sara López y Geovanni Rodríguez por su constante apoyo como miembros de la Colección Coleopterológica.

A mis sinodales Dr. David Espinosa y Dr. Genaro Montaña por su participación en el desarrollo de esta tesis.

A mis amigos quienes me acompañaron en el transcurso de la carrera, en especial a los pertenecientes a la Colección Coleopterológica que me brindaron su apoyo en el tiempo que coincidí con ellos.

A los profesores dentro de la facultad que contribuyeron a mi desarrollo académico con sus valiosos aportes.

DEDICATORIA

A mi madre Norma Angelica, quien me apoyó en todas las decisiones que he tomado hasta el momento.

A mis hermanas Alejandra Soledad y Carla Ibeth.

A mis abuelos María Ester y Gonzalo, quienes siempre estuvieron y están al pendiente del progreso de mi formación, de igual forma que mi mamá.

A mis amigos con quienes cursé toda la carrera: Abigail, Daniela, Gigio y Raúl.

A mi mejor amigo Juan, con quien he vivido buenos y malos momentos, pero siempre fuimos los dos contra todo.

A los amigos que hice en la colección: Cristopher, Diego, Juampa y Juanma, quienes hicieron mas divertidos los momentos que estuve en la colección.

A Lizbeth, una persona especial que conocí los últimos años de la carrera y cuya compañía ha sido maravillosa.

CONTENIDO

	Pág.
AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIA	ii
ÍNDICE DE FIGURAS Y CUADROS	v
RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
MARCO TEÓRICO	3
BOSTRICHIDAE	4
BOTHRIDERIDAE	5
BRENTIDAE	5
CARABIDAE	6
CERAMBYCIDAE	7
CURCULIONIDAE	7
EROTYLIDAE	8
PASSALIDAE	9
SCARABAEIDAE	10
SILVANIDAE	11
STAPHYLINIDAE	11
TENEBRIONIDAE	12
TROGOSSITIDAE	13
ZOPHERIDAE	14
JUSTIFICACIÓN	15
OBJETIVOS	15
General	15
Particulares	15
ÁREA DE ESTUDIO	16
MÉTODO	18
Preparación de ejemplares y determinación taxonómica	19
Manejo de datos	20
RESULTADOS	22
Inventario de las familias de saproxílicos	22
Listado de especies	24
Riqueza y diversidad de familias	27
	iii

Composición estacional de las familias de saproxílicos	27
Catálogo fotográfico	29
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	31
CONCLUSIONES	35
LITERATURA CITADA	36

ÍNDICE DE FIGURAS Y CUADROS

Figuras

1. Ejemplar de Bostrichidae	4
2. Ejemplar de Bothrideridae.....	5
3. Ejemplar de Apioninae.....	6
4. Ejemplar de Brentidae.....	6
5. Ejemplar de Carabidae.....	6
6. Ejemplar de Cerambycidae.....	7
7. Ejemplar de Scolytinae	8
8. Ejemplar de Erotylidae	8
9. Ejemplar de Passalidae	9
10. Ejemplar de Scarabaeidae	10
11. Ejemplar de Silvanidae	11
12. Ejemplar de Staphylinidae	12
13. Ejemplar de Tenebrionidae	13
14. Ejemplar de Trogossitidae	13
15. Ejemplar de Colydiinae.....	14
16. Ejemplar de Zopheridae.....	14
17. Sierras de Taxco-Huautla. Ubicación y Localidades muestreadas.....	17
18. Colecta en campo.....	18
19. Colecta con trampa de luz.....	18
20. Ejemplares montados e incluidos en la CCFES-Z.....	19
21. Número de especies de las familias de escarabajos saproxílicos.....	23
22. Número de ejemplares por familia.....	23
23. Curva de acumulacion de especies.....	26
24. Riqueza y abundancia mensual de coleópteros saproxílicos.....	28
25. Xilófagos.....	29
26. Micófagos.....	30
27. Depredador.....	31

Cuadros

1. Familias y grupos de coleópteros saproxílicos.....	22
2. Riqueza y diversidad de las familias de saproxílicos.....	27

RESUMEN

Se realizó un inventario de los escarabajos saproxílicos de las Sierras de Taxco-Huautla, que son aquellos coleópteros que se encuentran asociados a la madera (Pagalo, 2016). Se examinaron 700 ejemplares adultos que fueron recolectados entre marzo de 2008 y noviembre de 2019. Se determinaron 65 especies que representan 14 familias, 24 subfamilias, 36 tribus.

En este trabajo se registra por primera vez para México a la especie *Phloeonemus integer* (Reitter) de la familia Zopheridae, subfamilia Colydiinae. Asimismo, para los estados de Guerrero, Morelos y Puebla se documentan por vez primera las especies *Corticotomus sharpi* (Léveillé) y *Eupycnus lentus* (Sharp) (Trogossitidae), así como los géneros *Nausibius* (Silvanidae) y *Nemosoma* (Trogossitidae). La especie *Prolyctus exaratus* (Erichson) (Bothrideridae) y el género *Lichenophanus* (Bostrichidae) representan nuevos registros para el estado de Guerrero.

Cerambycidae (7.83 especies efectivas) y Tenebrionidae (5.68 especies efectivas) fueron las familias más diversas. Siete familias congregaron el 69.2 % del total de individuos de toda la muestra, estas fueron Staphylinidae, Tenebrionidae, Curculionidae (Scolytinae), Cerambycidae, Trogossitidae, Bostrichidae y Zopheridae, en orden de mayor a menor abundancia.

Durante todos los meses del año se registró actividad de saproxílicos, pero la mayor riqueza de especies se observó al final de la temporada de secas (marzo) y a la mitad de la temporada de lluvias (agosto). La mayor abundancia de organismos se presentó a lo largo del mes de mayo.

Se elaboró un catálogo fotográfico que ilustra 15 especies de coleópteros saproxílicos xilófagos, micófagos o depredadores.

INTRODUCCIÓN

Los bosques proporcionan servicios ambientales importantes a la sociedad, como son la mitigación de la erosión, la regulación del ciclo hidrológico, la moderación del clima a nivel regional y su papel como sumidero de carbono (De la Rosa-Maldonado, 2014). En las últimas décadas se ha reconocido la relevancia de la madera en los sistemas forestales como un hábitat importante para la vida silvestre (Merganičová *et al.*, 2012). La madera es un conjunto de varias capas de celulosa que están unidas por lignina, formando el tronco de árboles u otros organismos vegetales; es también un órgano importante de los árboles pues da cuerpo a éstos y es la principal fuente de almacenamiento de nutrientes adquiridos del suelo a través de las raíces, y por la cual las hojas, las flores y los frutos obtienen los nutrientes necesarios (Delgado y Pedraza-Pérez, 2002).

Al morir los árboles, los troncos, ramas y raíces se consideran madera muerta o en descomposición. Los organismos que desarrollan parte de su ciclo o viven toda su vida dentro de la madera o en los hongos que crecen sobre la misma se denominan *saproxílicos*. Estos son de gran importancia para la reincorporación de los nutrientes que se obtienen de la degradación de la madera. Dentro de estos organismos, los coleópteros y los hemípteros sobresalen por su diversidad y abundancia (De la Rosa-Maldonado, 2014). De acuerdo con Grove (2002), podemos encontrar diversos tipos de saproxílicos, los que se alimentan de madera y consumen solo corteza de los árboles (xilófagos), los que se nutren de hongos que crecen en la madera (micófagos), los depredadores que devoran insectos que se encuentran dentro de la madera, los parásitos que se mantienen de los residuos de otros organismos que viven en la madera y los detritívoros que se sostienen de los desechos de los árboles.

En México, el estudio de los saproxílicos se ha enfocado a xilófagos o micófagos por separado, pero hasta el momento no se ha integrado un trabajo que aborde el conjunto de especies asociadas a la madera. Por esta razón, en esta tesis se planteó documentar los coleópteros saproxílicos encontrados en las Sierras de Taxco-Huautla como primer paso para la integración de la fauna saproxílica y su

aporte en el diseño futuro de estrategias de manejo o conservación del área de estudio.

MARCO TEÓRICO

Los coleópteros saproxílicos se han agrupado en 12 o 44 familias, según el autor y su función en la madera (Brunet e Isacsson, 20009; Jansson *et al.*, 2009; Irmle y Nötzold, 2010; De la Rosa-Maldonado, 2014; Huanca *et al.*, 2017; Ramilo *et al.*, 2017; Rubio-Ugalde *et al.*, 2017), pero no existe acuerdo entre los autores sobre la categoría o grupo al que pertenecen varias especies o familias. Por ello, en este trabajo se consideraron las siguientes categorías para agrupar a los saproxílicos que se encontraron en las Sierras de Taxco-Huautla:

1. DETRITÍVOROS. Son los organismos que se alimentan de materia en descomposición en un estado muy avanzado, en general se agrupan a los organismos que se alimentan de las exudaciones de árboles, en este tipo de saproxílicos podemos encontrar a coleópteros de la familia Nitidulidae.
2. XILÓFAGOS. Se alimentan de madera en los diferentes grados de descomposición. Comprende un gran número de familias de coleópteros, en especial Curculionidae (Scolytinae), Cerambycidae y Buprestidae. Estos los podemos encontrar en los primeros estados de descomposición de la madera donde aún se puede encontrar celulosa.
3. DEPREDADORES. Se alimentan de larvas y de otros insectos que se encuentran dentro de la madera, a menudo consumen otros xilófagos. En esta clasificación podemos encontrar coleópteros de las familias Zopheridae, Histeridae, Cleridae, Ryzophagidae y Elateridae.
4. NECRÓFAGOS que se alimentan de cadáveres o partes de cadáveres aquí podemos encontrar algunos coleópteros de las familias Dermestidae y Ptinidae.

5. MICÓFAGOS son aquellos que se alimentan solo de hongos o estructura de los hongos en este tipo podemos encontrar ejemplares de algunas subfamilias de Ptilidae de especies diminutas y algunos géneros de la familia Staphylinidae (*Gyrophæna* (Mannerheim, 1831)). A continuación, se mencionan las características de algunas familias de saproxílicos.

A continuación, se describen las características morfológicas de algunas de las familias que comprenden especies saproxílicas. De las 15 familias que se presentan en orden alfabético, solo una pertenece al suborden Adephaga, esta es la familia Carabidae, las restantes se agrupan en el suborden Polyphaga.

BOSTRICHIDAE (LATREILLE, 1802)

Especies de forma alargada, cilíndrica (Fig. 1), longitud de 1.5 a 50 mm, la mayoría de 2 a 20 mm de longitud; color negro o rojo marrón, raramente rojo o amarillo con marcas metálicas de color gris o azul; superficie dorsal lisa, punteada o rugosa, en ocasiones con parches de pelos como si fueran escamas. Cabeza prognata en su mayoría, cubierta por el pronoto; antenas rectas con mazo de dos, tres o cuatro segmentos, de ocho a once antenómeros. Pronoto con cuernos o ganchos curvados en algunas especies, forma subcuadrada o redondeada anteriormente; bordes sin márgenes (excepto Lictinae y algunos Xyloperthini, en cuyo caso los márgenes son completos o basales, lisos o denticulados); cavidades procoxales abiertas o cerradas por detrás, metasterno ancho y largo. Élitos variables, generalmente con puntos gruesos, con carenas presentes, más raramente impunteadas y planas; a menudo con una declinación apical distintiva modificada con espinas; pliegue epipleural oscuro; ala



Figura 1. Ejemplar de Bostrichidae

posterior bien desarrollada. Patas con trocánter oblicuamente o directamente unido al fémur; coxa anterior pequeña, cilíndrica o redondeado, coxas medias redondas, casi contiguas, coxas traseras transversales, contiguas a muy separadas; fémur ancho a delgado, liso, con espolón apical único, fórmula tarsal 5-5-5, raramente 4-4-4, primer tarsómero frecuentemente muy pequeño su distribución es cosmopolita y su alimentación se basa en madera son grandes barrenadores (Ivie, 2002a).

BOTHRIDERIDAE

Bothrideridae exhibe una gran diversidad en la forma y apariencia del cuerpo, lo que a menudo dificulta la identificación. Los caracteres para definir adultos son tamaño pequeño (1.4 - 12.0 mm), forma alargada a alargada-ovalada (Fig. 2), antenas con 9 o 11 segmentos, inserciones antenales expuestas, tarsos 4-4-4 (3-3-3 en *Anommata*), escapo generalmente compacto, que consta de 1 a 3 segmentos, edema de forma cucujoide, trocánter heteromeroide (excepto en *Teredinae*), cinco ventritos abdominales libres (Philips e Ivie, 2002).



Figura 2. Ejemplar de Bothrideridae

BRENTIDAE

Son escarabajos de forma alargada, estrecha y lados paralelos (Fig. 3) o con élitros ovalados expandidos y una distintiva forma de pera (*Apioninae*) (Fig. 4); longitud de 1 a 40 mm, con tonalidades marrones a negro, raramente rojos; antenas rectas, no geniculadas, funículo muy estrecho y delgado, raramente filiforme; inserciones

antenas laterales en la mitad del rostro y raramente dorsales cerca de la base. Palpos maxilares de dos a tres artículos; palpos labiales pequeños adheridos dorsalmente, rara vez en cavidades. Coxas anteriores varían de contiguas a muy separadas, coxas medias y coxas traseras ampliamente separadas. Su alimentación se basa en madera y viven dentro de la corteza de los troncos (Anderson y Kissinger, 2002).



Figura 3. Ejemplar de Brentidae



Figura 4. Ejemplar de Apioninae

CARABIDAE

Familia del suborden Adephaga caracterizado por una conformación particular del abdomen (Jeannel y Paulian, 1944). Los carábidos son quizás uno de los grupos más estudiados, existiendo gran cantidad de investigadores que se ocupan de ellos, con un aproximado de 40 000 especies registradas en todo el mundo (Zhang, 2011).

Los carábidos se caracterizan por presentar colores oscuros, a veces metálicos, bi o tri coloreados. La forma del cuerpo es alargada, la cabeza prognata y más angosta que el



Figura 5. Ejemplar de Carabidae

pronoto (Fig. 5), los ojos son alargados o subglobosos; la inserción antenal ocurre entre los ojos y la base de las mandíbulas, la antena cuenta con 10 u 11 antenómeros; las mandíbulas son prominentes y agudas en el ápice (Ball y Bousquet, 2001).

CERAMBYCIDAE

La estructura morfológica de este grupo es muy diversa, los especímenes adultos poseen un cuerpo generalmente esbelto, alargado y cilíndrico, con las antenas más largas que las de otros coleópteros (Fig. 6). Los ojos son grandes y arriñonados. Los tarsos son pseudopentámeros (5-5-5) con el cuarto segmento siempre muy pequeño y ubicado entre el tercer y el quinto segmento (Toledo y Corona, 2006). Esta familia agrupa coleópteros fitófagos que participan de manera relevante en los procesos forestales como barrenadores de madera, aceleran la descomposición de madera recién muerta o previamente dañada y regresan los nutrientes al suelo; como polinizadores propagan el polen de muchas angiospermas y algunas especies llegan a ser plagas de cultivos agrícolas y forestales (Noguera, 2014).



Figura 6. Ejemplar de Cerambycidae

CURCULIONIDAE

La principal característica diagnóstica de las especies de Curculionidae es la presencia de una proyección anterior de la cabeza, denominada rostro, en cuyo ápice se localiza el aparato bucal masticador. En algunos grupos el rostro es muy largo y delgado (la mayoría de las Curculionidae: Curculioninae), en otros es corto

y ancho (Curculionidae: Entiminae) y en otros más, extremadamente corto o incluso ausente (Curculionidae: Scolytinae y Platypodinae) (Anderson y Kissiger, 2002).

Scolytinae (Fig. 7) son insectos de forma cilíndrica, longitud de 5 mm, rostro muy reducido, cabeza globosa cubierta desde arriba por el protórax, antenas formadas con un club de cuatro antenómeros, funículo de siete articulaciones y coxas anteriores separadas. Estos escarabajos se consideran una plaga descortezadora, ya que se dedican a hacer galerías dentro de los troncos, interrumpiendo el flujo de nutrientes por el xilema y el floema de las plantas (Victor y Zuñiga, 2009).



Figura 7. Ejemplar de Scolytinae

EROTYLIDAE

En muchos sentidos, los erotílicos adultos se parecen a algunos tenebriónidos asociados a hongos. Pueden ser similares en tamaño, forma corporal, hábitos y coloración. Los erotílicos tienen forma muy variada, desde semiesférica con el dorso muy convexo (Fig. 8), hasta formas alargadas, casi cilíndricas o aplanadas. Sus tamaños van desde 3 a 22 mm de longitud, color principalmente negro con manchas rojizas a amarillentas. Antenas con once antenómeros, cortas, la mayoría con un club de antena de tres antenómeros, pero existen especies con un club de dos o seis



Figura 8. Ejemplar de Erotylidae.

antennómeros. Mandíbulas robustas, arqueadas, ápices denticulados, palpo maxilar con cuatro palpómeros, corto, robusto. Ojos laterales, medianos a pequeños, redondeados con márgenes enteros. Pronoto más ancho que la cabeza, forma subcuadrada, superficie lisa o punteada. Patas con trocantinos escondidos, con fórmula tarsal 5-5-5 (aunque muchos parecen tetrámeros) (Skelley y McHugh, 2009).

PASSALIDAE

La forma del cuerpo es alargada y dorsoventralmente deprimida, tienen una longitud entre 20 a 43 mm, forma alargada-cilíndrica y deprimida, color negro (naranja tenue a intenso) (Fig. 9). Cabeza prognata, más estrecha que el tórax, antenas con 10 antenómeros que incluyen un club de tres segmentos que no es oponible ni geniculado, pero que puede estar unido; antenómeros de garrote enrollados; antenas insertadas bajo un prominente margen frontal. Ojos divididos a la mitad por el canto, oculto debajo de la frente. Las mandíbulas grandes, curvas, dentadas. Maxilares con palpos de cuatro segmentos, mentón grande, emarginado en el ápice; labio con palpos de tres segmentos (Schuster, 2002).



Figura 9. Ejemplar de Passalidae

Pronoto más ancho que la cabeza, cuadrado, superficie lisa con surco longitudinal mediano. Élitros alargados, lados paralelos, ápices redondeados, con estrías bien desarrolladas. Escutelo triangular, pequeño (expuesto solo entre el pronoto y los élitros). Patas con coxas transversales, mesocoxas cerradas; protibia con varios dientes externos en el margen externo, ápice con un espolón; meso y

metatibia con crestas, ápices con dos espolones; fórmula tarsal 5-5-5; uñas del mismo tamaño, que no se extienden más allá del quinto tarsómero (Schuster, 2002). La mayoría de las especies se encuentran en regiones tropicales o en lugares templados, los adultos y las larvas viven juntos en grupos subsociales en troncos podridos (Schuster, 2002).

SCARABAEIDAE

Los adultos son notables debido a su tamaño relativamente grande, miden entre 2 y 60 mm de longitud. Su forma y color son muy variables, pueden ser redondos, ovalados, cuadrados o cilíndricos, opacos o de coloración metálica, o con reflejos metálicos (Fig. 10). Cabeza débilmente flexionada o no flexionada. Antenas 11 segmentadas (algunas 7-12 segmentadas), con un club de 3 a 5 segmentos. Tarsos 5-5-5, tarsos anteriores ausentes en algunos Scarabaeinae; uñas variables, del mismo tamaño o no, simples o dentadas.



Figura 10. Ejemplar de Scarabaeidae

Los adultos se alimentan de estiércol, carroña, hongos, vegetación, polen, frutas, composta o raíces. Algunos escarabajos viven en nidos de hormigas (Myrmecophiles), en nidos de termitas (Termitophiles) o en nidos de roedores o pájaros. Los adultos y las larvas de unas pocas especies son económicamente importantes y pueden causar daños considerables debido a la defoliación o la alimentación de raíces. Muchos escarabajos son benéficos porque polinizan plantas, reciclan material vegetal y son valiosos recicladores de estiércol (Ratcliffe *et al.*, 2002).

SILVANIDAE

Las especies de esta familia miden entre 1.2 y 15 mm, de color marrón a negrozco (Fig. 11). El cuerpo es 1.9 a 5.55 veces más largo que ancho, con los lados más o menos paralelos, a veces de contorno redondeado; aplanado o ligeramente aplanado. La cabeza es prognata, generalmente un poco más larga que ancha, pero a veces mucho más larga que ancha (grupo *Nepharis* de Silvaninae). La superficie dorsal es densamente punteada en su mayoría, glabra o subglabra; algunas especies presentan pelos finos y recostados, y a menudo pueden ser largos o con escamas, como en *Macrohyliota*.



Figura 11. Ejemplar de Silvanidae

Algunas estructuras son muy variables entre las especies: los ojos son planos a muy protuberantes; las inserciones antenales están ocultas o expuestas; la sutura frontoclipeal puede estar ausente o presente. Antenas típicamente de 11 segmentos (a veces con nueve o diez segmentos) y de dos tipos: clonadas o filiformes, club llamativo de tres antenómeros. Mandíbula corta y ancha; moderadamente a fuertemente curvado (Thomas *et al.*, 2010).

STAPHYLINIDAE

Los adultos de esta gran familia son alargados a ovoides, con sus élitros cortos que dejan expuestos la mayoría de los segmentos abdominales (Fig. 12). Longitud entre 1 y 35 mm (en su mayoría de 2 a 8 mm); de color amarillo, marrón rojizo, marrón o negro, ocasionalmente iridiscente en parte, generalmente bien esclerotizado, con o sin microescultura superficial. Cabeza de formas diversas, de prognata a hipognata, con cuello bien definido o sin él, a veces con sutura epistomal. Los ojos compuestos

suelen estar presentes. Antena por lo general de 11 antenómeros, pero con 10, 9 o 3 en unos pocos géneros (también de 4 a 8 en algunos), generalmente filiforme, pero a veces débil o moderadamente aplastada. Libre de labrum. Las mandíbulas generalmente sobresalen y son agudas, a veces apicalmente no visibles, a menudo con uno o más dientes en la superficie mesial, con o sin área molar basal. Maxilar con dos interiores distintos, lóbulos generalmente en forma de cepillo, lacinia generalmente en forma de peine. Patas con cuatro palpómeros (rara vez cinco) (Blackwelder, 1936).

Se encuentran en una variedad de hábitats. Muchos se alimentan de carroña y se asocian popularmente con Silphidae debido a sus hábitos similares. También se encuentran en el estiércol, en los nidos de hormigas bajo la corteza de los árboles, en las orillas húmedas de arroyos y estanques, y en toda clase de materia vegetal (Mank, 1923).



Figura 12. Ejemplar de Staphylinidae

TENEBRIONIDAE

Cabeza transversalmente elíptica, con el margen exterior sinuoso entre el frontoclípeo; margen anterior de la cabeza hacia adelante, ligeramente convexo en la parte media, ampliamente deprimido lateralmente, redondeado en el ápice aunque un poco sinuoso en medio, densa y finamente punteado; sutura fronto-clipeal tenue, muy fina, oscurecida lateralmente. Ojos toscamente facetados, surcos oculares internos estrechos y profundos. Antenas cortas, que no alcanzan la base del pronoto, ocho antenómeros distales densamente pubescentes; seis antenómeros distales dilatados y formando maza débil, undécimo ovalado, con superficie irregular. Pronoto subcuadrado, más ancho en la base, levemente convexo, inclinado anterolateralmente, margen anterior redondeado y fuertemente

emarginado. Escutelo más ancho que largo, aplanado, puntiagudo en el ápice, con algunos pinchazos diminutos. Élitros oblongos (Fig. 13) suavemente convexos, más anchos en el tercio apical; estrías suavemente marcadas, punciones estriales diminutas y bastante escasas, volviéndose un poco más diminutas y más densas apicalmente; intervalos ligeramente convexos, más convexos en las porciones apicales; subcarinados en las porciones apicales de los séptimos intervalos, fina y densamente punteados; callos humerales pequeños, débilmente jorobados, epipleura desigualmente plana, micro esculpida, oscuramente rugosa y punteada (Ando y Ruzzier, 2016).



Figura 13. Ejemplar de Tenebrionidae

TROGOSSITIDAE

Estos escarabajos tienen una longitud corporal entre 3 a 15 mm, son alargados, cilíndricos a aplanados (Fig. 14). Antenas con 11 o raramente 10 segmentos y una maza de 3 segmentos. Inserciones antenales cubiertas, porción visible de la procoxa transversa con el trocántin al menos parcialmente expuesto, cavidad procoxal externamente abierta a cerrada e internamente abierta, mesocoxas contiguas a separadas por el ancho coxal, con la parte lateral de la cavidad mesocoxal abierta.



Figura 14 Ejemplar de TrogoSSitidae

Abdomen con cinco ventritos no connados, glabros, raramente con élitros truncados exponiendo segmentos abdominales (élitros cortos en *Cylidrella*). Metacoxas extendiéndose lateralmente hasta tocar la epipleura de los élitros. Fórmula tarsal 5-5-5. Las larvas de Trogossitidae son depredadoras de huevos de Lepidoptera y de larvas de insectos de otros órdenes; en estado adulto se alimentan de madera (Leschen, 2002).

ZOPHERIDAE

Solier (1834) incluye una parte de los antiguos Colydiidae Erichson, 1842 como una subfamilia dentro de Zopheridae (Fig. 15). Esta familia se integra actualmente dentro de Tenebrionoidea y se diferencia de las restantes familias por presentar tarsos de tres o cuatro artejos, maxilas libres, no alcanzando el mesepímero la cavidad mesocoxal. El disco del pronoto a menudo dispone de depresiones o quillas, así como los élitros, frecuentemente estriados, carenados o tuberculados. Zopheridae (Fig.16) incluye especies que viven en el suelo, asociadas a criptógamas, entre la hojarasca o dentro de la corteza de los árboles de diversos vegetales (Ivie, 2002b).



Figura 15. Ejemplar de Colydiinae



Figura 16. Ejemplar de Zopheridae.

JUSTIFICACIÓN

Para llevar a cabo un ordenamiento ecológico que permita un programa de manejo de una región terrestre prioritaria como las Sierras de Taxco-Huautla, es necesario contar con el conocimiento de la composición florística y faunística del área. Una buena fuente de información al respecto de la fauna son los museos, a través de las colecciones biológicas que albergan. Si no existiera registro de las poblaciones de especies del área, estas colecciones pueden irse conformando durante el proceso de reconocimiento. En vista de la importancia forestal de los coleópteros saproxílicos y con el propósito de reconocer las familias y especies presentes en las Sierras de Taxco-Huautla, en este trabajo se propone realizar el inventario de estos insectos, así como analizar su riqueza, diversidad y composición estacional.

OBJETIVOS

General

Realizar un inventario de las familias de coleópteros saproxílicos en las Sierras de Taxco-Huautla.

Particulares

- Elaborar una lista de especies de las familias encontradas.
- Determinar la riqueza y diversidad de las familias encontradas.
- Analizar la composición estacional de las familias de saproxílicos.
- Elaborar un catálogo fotográfico de los grupos de saproxílicos encontrados.

ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio de este trabajo comprende 84 localidades ubicadas dentro y en un radio de 10 km de los límites de la región terrestre prioritaria Sierras de Taxco-Huautla (Fig.17). Esta región se ubica en las coordenadas extremas 18°18'32"-18°52'21" latitud Norte y 98°48'49"-100°09'00" longitud Oeste, abarca una superficie de 2959 km² en los estados de Guerrero, México, Morelos y Puebla. Los principales tipos de vegetación en esta región, así como su porcentaje de superficie, son selva baja caducifolia, que representa un 41 % de superficie, con una comunidad vegetal de 4 a 15 m de altura, en donde más del 75 % de las especies pierden las hojas durante la época de secas; bosque de encino que abarca un 33 % de la superficie, con bosques donde predomina el encino, suelen estar en climas templados y en altitudes mayores a los 800 m; manejo agrícola con un 16 % de superficie que hace uso de los recursos forestales y ganaderos (Fig. 17a). En la región se presentan cinco tipos de clima, de los cuales el clima predominante es semiárido, templado subhúmedo (ACw2), que está presente en un 25 % de la superficie, seguido de cálido subhúmedo (Awo) con un 21 %, cálido subhúmedo (Aw1) con 20 %, semicálido templado subhúmedo (ACw1) con un 18 % y templado (Cw2x') con solo 16 % (Arriaga *et al.*, 2000).

La Sierra de Taxco forma parte de la provincia de las Sierras del Norte de Guerrero, las cuales se extienden hacia la Cuenca del Balsas, en los límites con los estados de México, Morelos y Puebla. La combinación de eventos geológicos, plegamientos y vulcanismo formaron un continuo con la Sierra de Huautla, el substrato geológico sobre el que se asientan estas dos sierras es una plataforma de roca caliza marina del Mesozoico. Esta composición geológica favoreció la riqueza biológica, por la cual se considera una región terrestre prioritaria para la conservación (Arriaga *et al.*, 2000). Diversas actividades económicas locales, tales como las mueblerías de Taxco e Izcateopan, pastoreo, extracción de pastos y crecimiento poblacional en la zona sur, han generado deforestación en el Nevado de Toluca y abatimiento de manantiales, así como fragmentación de hábitats y erosión que amenaza la biodiversidad del área (Arriaga *et al.*, 2000).

Sierras de Taxco-Huautla

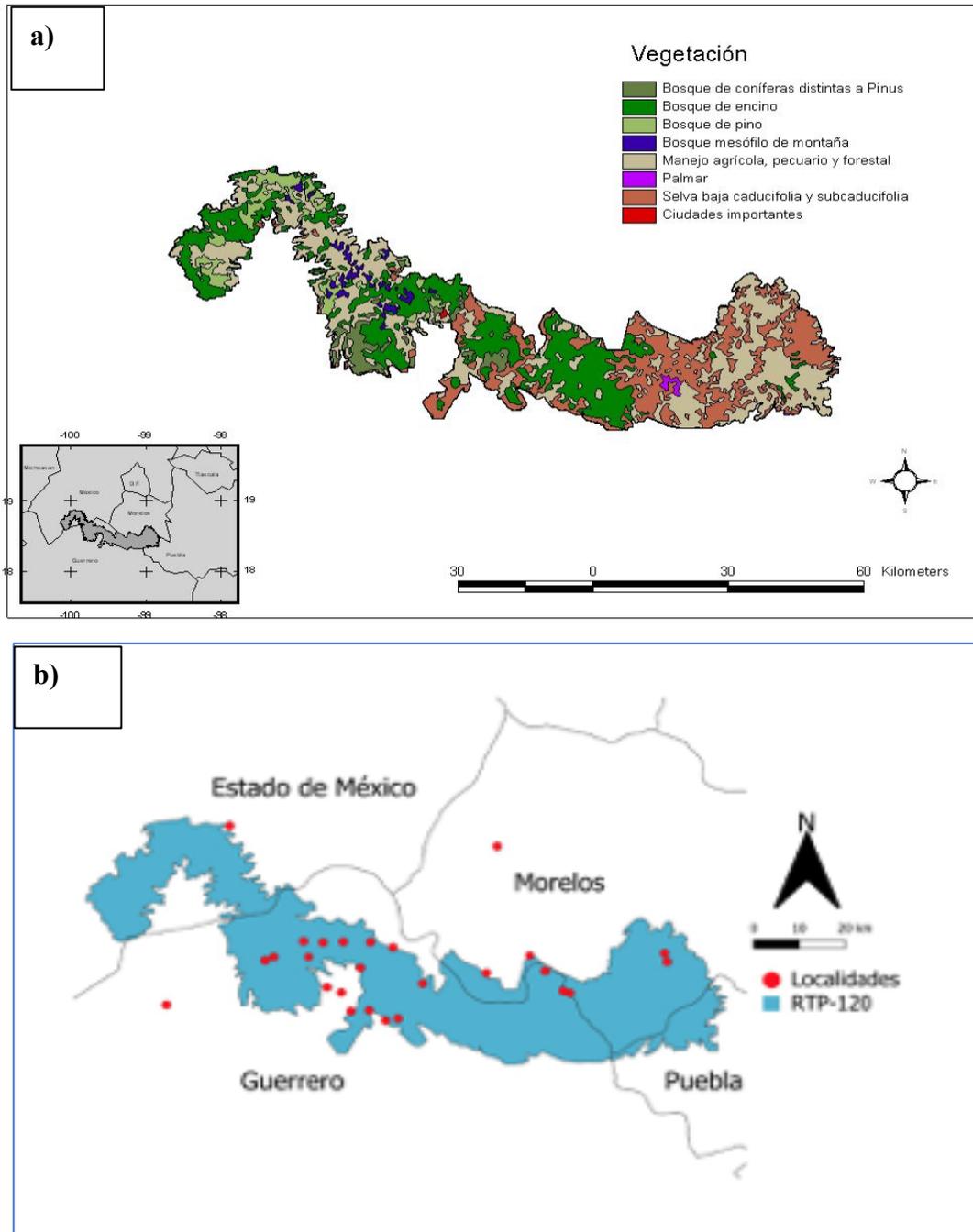


Figura 17. Sierras de Taxco-Huautla. a) Ubicación, b) Localidades muestreadas.

MÉTODO

MATERIAL ENTOMOLÓGICO

Para este proyecto se tomaron en cuenta los ejemplares recolectados en madera entre noviembre de 2010 y diciembre de 2019. Estos especímenes están depositados en la Colección Coleopterológica de la Facultad de Estudios Zaragoza (CCFES-Z). Los especímenes fueron recolectados de forma directa e indirecta.

Los saproxílicos recolectados de forma directa se encontraron en troncos en descomposición, en corteza de árboles en pie o derribados. Estos se capturaron con ayuda de hachas o desarmadores (Fig.18). Los organismos capturados en árboles sanos, en hongos, sobre ramas o en el tronco principal, fueron tomados con pinzas o con las manos.

Los saproxílicos recolectados de forma indirecta se obtuvieron mediante trampa de luz (Fig. 19), la cual consistió en dos sistemas de luces, uno formado por un foco de halógeno y otro sistema compuesto por un foco de luz blanca y uno de luz ultravioleta (UV), los cuales fueron proyectados sobre una manta blanca durante 1.5 horas en promedio, en la mayoría de las localidades.



Figura 18. Colecta en campo



Figura 19. Colecta con trampa de luz

PREPARACIÓN DE EJEMPLARES Y DETERMINACIÓN TAXONÓMICA

Se realizó una separación de ejemplares por familias con ayuda de las claves de (White, 1983), agrupando los especímenes de acuerdo con su morfología. Se cuantificaron las familias obtenidas para posteriormente determinar taxonómicamente las morfoespecies identificadas. De cada morfoespecie se montó una muestra representativa, dependiendo del tamaño del ejemplar: los de tamaño mayor a 5 mm fueron atravesados por un alfiler entomológico, aquellos de tamaño diminuto (<5 mm) fueron pegados a un triángulo de opalina blanca, el cual fue fijado en un alfiler para su preservación y mejor manejo durante el proceso de determinación del ejemplar.

La determinación taxonómica se realizó con ayuda de las claves taxonómicas de Blackwelder (1936), Anderson y Kissinger (2002), Ivie (2002), Leschen (2002), Philips (2002), Philips e Ivie (2002), Toledo y Corona (2006), Skelley y McHugh (2009), entre otra literatura especializada. Con los datos de campo y taxonómicos se elaboraron las etiquetas de los ejemplares montados, colocando las especies en cajas de cartón, para posteriormente incluirlas en las cajas entomológicas de la familia respectiva, según el arreglo que se sigue en la CCFES-Z.



Figura 20. Ejemplares montados e incluidos en la CCFES-Z.

MANEJO DE DATOS

Los datos de campo y taxonómicos de todos los ejemplares fueron ingresados a una hoja de cálculo del programa Excel (versión 2019). Mediante tablas dinámicas se obtuvieron los resultados esperados para cada uno de los objetivos:

Lista de especies y completitud del inventario. Las especies encontradas se organizaron en familias, subfamilias, tribus y subtribus conforme a la propuesta de Bouchard *et al.* (2011). Para predecir el número de coleópteros saxofílicos del área de estudio, se elaboraron curvas de acumulación de especies usando los estimadores no paramétricos ACE, Chao 1, Chao 2, ICE y Jack 1 basados en el número de especies raras (Moreno, 2001; Chao *et al.*, 2005). El conjunto de estos estimadores permite definir un intervalo en el cual se puede encontrar la riqueza de especies cuando el esfuerzo de muestreo es bajo (Soutullo, 2006). La completitud del inventario se obtuvo con los valores máximo y mínimo de los estimadores mencionados. Las curvas de acumulación de especies se elaboraron con el programa EstimateS, versión 9.1.0 (Colwell, 2013).

Riqueza de familias. Se cuantificó las especies previamente separadas de acuerdo con sus claves taxonómicas de cada familia y se utilizó el índice de Margalef para determinar la riqueza de especies de cada familia.

$$D_{Mg} = \frac{S-1}{\ln N}$$

Donde:

S = número de especies

N = número total de individuos

Diversidad de familias. Se utilizaron los números de Hill para estimar la diversidad (¹D). Los números de Hill son índices de diversidad que incorporan la abundancia relativa de las especies y la riqueza de especies, difieren entre

sí por el valor del exponente “ q ”, cuando $q = 0$, el número de Hill $^{\circ}D$ es la riqueza de especies y conforme q aumenta, la abundancia de las especies dominantes influye en el valor de la diversidad. La diversidad verdadera de orden 1 se calculó como el exponente del índice de Shannon (H').

$$H' = -\sum_{i=1}^s p_i \ln p_i \quad \quad \quad {}^1D = \exp\left(-\sum_{i=1}^s p_i \ln p_i\right)$$

Donde:

p_i = proporción de individuos de la especie i

Composición estacional de saproxílicos. Para determinar la estacionalidad presente en el área de estudio, se obtuvieron los valores promedio de precipitación y temperatura de las estaciones meteorológicas cercanas a las localidades estudiadas en Guerrero, Estado de México y Morelos (CONAGUA, 2023). Conforme a la precipitación se establecieron las temporadas de lluvias (mayo a octubre) y de secas (noviembre a abril). El número de especies e individuos de toda la muestra fueron agrupados de acuerdo al mes de recolecta.

Catálogo fotográfico. Se ilustró una especie de cada una de las familias encontradas. Para la toma de fotografías se eligieron aquellos ejemplares mejor conservados. Previo a la captura de imágenes, todos los organismos fueron limpiados de forma prolija con alcohol etílico al 70 %. Para el registro de fotografías de cada espécimen se instaló un equipo que consta de una computadora, una cámara fotográfica equipada con un lente LAOWAFXMM F-2.8, acompañada del programa EUS utility y acoplada a un macrorial Stack Shot. Una vez obtenidas varias capturas de cada ejemplar, estas se unieron en una sola con el programa Zerene stacker. Las imágenes finales fueron organizadas en una diapositiva según el tipo de saproxílicos encontrado en la zona de estudio.

RESULTADOS

INVENTARIO DE LAS FAMILIAS DE SAPROXÍLICOS

En 36 sitios del área de estudio se registraron 700 organismos encontrados en madera. Los especímenes corresponden a 65 especies que representan 14 familias. Conforme al sustrato donde fueron encontrados los especímenes de cada familia, estas se agruparon en tres grupos de saproxílicos: siete se reconocieron como saproxílicos xilófagos, seis como saproxílicos micófagos y una familia como depredadora (Cuadro 1). Las familias con mayor número de especies e individuos fueron Cerambycidae, Staphylinidae y Tenebrionidae (Figs. 21 y 22).

Cuadro 1. Familias y grupos de coleópteros saproxílicos de las Sierras de Taxco-Huautla

Xilófagos	Micófagos	Depredadores
Bostrichidae	Bothrideridae	Carabidae
Brentidae	Erotylidae	
Cerambycidae	Tenebrionidae	
Curculionidae	Scarabaeidae	
Passalidae	Silvanidae	
Staphylinidae	Zopheridae	
Trogossitidae		

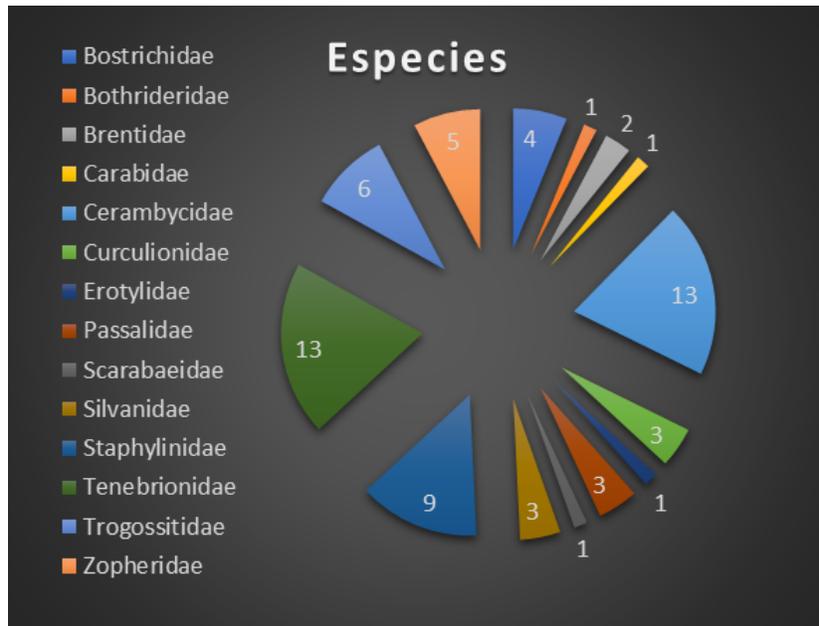


Figura 21. Número de especies de las familias de escarabajos saproxílicos.

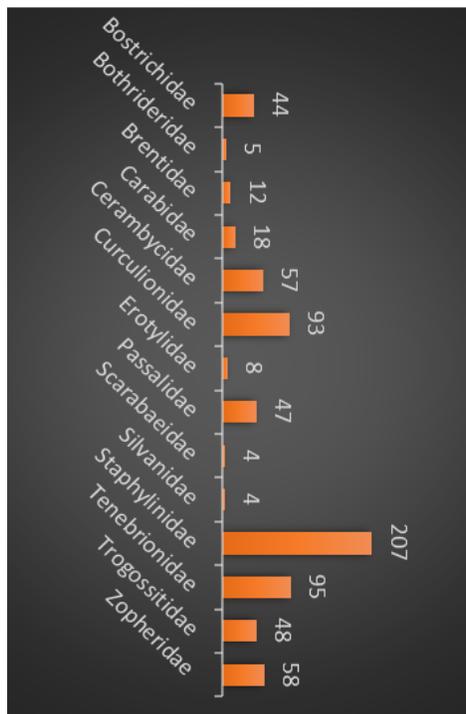


Figura 22. Número de ejemplares por familia.

A continuación, se presentan las 65 especies encontradas. La lista de familias, subfamilias, tribus y subtribus se organizó conforme a la propuesta de Bouchard *et al.* (2011). Los géneros y especies se enlistan de forma alfabética. Con un asterisco (*) se señalan los nuevos registros para los estados de Guerrero, Morelos y Puebla. Las especies que se encontraron por primera vez en Guerrero se identifican con el símbolo más (+). Un nuevo registro para México se indica con un rombo (◊).

ADEPHAGA	<i>Megacyllene difficilis</i> (Chevrolat, 1862)
Carabidae	Elaphidiini
Harpalinae	<i>Psyrassa sallaei</i> (Bates, 1885)
Platynini	<i>Stenosphenus rufipes</i> (Bates, 1872)
<i>Platynus</i> sp.	Hesperophanini
	<i>Austrophanes robustum</i> (Chamsak y Linsley 1963)
POLYPHAGA	Lamiinae
Bostrichidae	Acanthocinini
Bostrichinae	<i>Lagocheirus araneiformis</i> (Voet, 1778)
Bostrichini	Acanthoderini
+ <i>Lichenophanus</i> sp.	<i>Aegomorphus peninsularis</i> (Horn, 1880)
Xyloperthini	<i>Aegomorphus</i> sp.1
<i>Dentrobiella</i> sp.	<i>Aegomorphus</i> sp.2
<i>Dinoderus</i> sp.	Tapeinini
<i>Xylothrips</i> sp.	<i>Tapeina transversifrons</i> (Thomson, 1857)
Bothrideridae	Lepturinae
Bothriderini	Lepturini
+ <i>Prolyctus exaratus</i> (Erichson, 1845)	<i>Meloemorpha aliena</i> (Bates, 1880)
Brentidae	Prioninae
Brentinae	Macrotomini
<i>Brentus anchorago</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Mallodon molarium</i> (Thomson, 1860)
	<i>Nothopleurus lobigenis</i> (Bates, 1884)
Trachelizini	Spondylidinae
<i>Paratrachelizus prolixus</i> (Sharp, 1895)	
Cerambycidae	
Cerambycinae	
Clytini	

- Asemini
Arhopalus asperatus (Leconte, 1859)
- Curculionidae**
 Scolytinae
 Ipini
Ips sp.1
Ips sp.2
 Xyleborini
Xyleborus sp.
- Erotylidae**
 Erotylinae
 Erotylini
Aegithus melaspis (Ghorham, 1888)
- Passalidae**
 Passalinae
 Passalini
Passalus angulatus (Serville, 1825)
Passalus punctiger (Serville, 1825)
Ptichopus angulatus (Percheron, 1835)
- Scarabaeidae**
 Rutelinae
 Rutelini
Macraspis aterima (Waterhouse, 188)
- Silvanidae**
 Silvaninae
Ahasverus sp.1
Ahasverus sp.2
 **Nausibius* sp.
- Staphylinidae**
 Aleocharinae
 Homalotini
Tachiona sp.
 Osoriinae
 Leptochirini
Leptochirus sp.1
Leptochirus sp.2
 Thoracophorini
Nacaeus sp.
 Paederinae
 Paederini
- Homaeotarsus* sp.1
Homaeotarsus sp.2
- Pseudopsinae
Pseudopsis sp.
- Staphylininae
 Staphylinini
Chroaptomus flagraus (Erichson 1840)
Platydracus fulvomaculatus (Nordman, 1837)
- Tenebrionidae**
 Asidinae
 Stenosini
Coelocnemis sp.
 Batuliinae
 Asidini
Stenomorpha clathrata (Champion, 1884)
Stenomorpha sp.
 Tenebrioninae
 Amarygmini
Cymatotheres sp.
 Diaperini
Adelina sp.
Iccius cylindricus (Champion, 1886)
Platydema cf. ferrugineum (Fabricius, 1801)
 Eleodini
Eleodes sp.2
Eleodes sp.3
Eleodes sp.4
Eleodes sp.5
Eleodes sp.6
Eleodes sp.7
 Ulomini
Gnatocerus sp.
- Trogossitidae**
 Trogossitinae
 Nemosomini
 **Nemosoma* sp.
 Trogossitini
Airora sp.
 **Corticotomus sharpi* (Léveillé, 1905)

**Eupycnus lentus* (Sharp, 1891)
Temnoscheila sp.
Zopheridae
 Colydiinae
 Synchitini
 ◇*Phloeonemus integer* (Reitter,
 1922)

Zopherinae
 Zopherini
Phloeodes sp.
Zopherus chilensis (Gray, 1832)
Zopherus nodulosus (Solier,
 1841)
 Toxicini
Wattius sp.

De acuerdo con los estimadores no paramétricos considerados, el total de especies saproxílicas en el área de estudio se encuentra entre 67 (Chao 1) y 94 (ICE) (Fig. 23). Estos valores indican que la completitud del inventario fue del 69.1 % o del 97 %.

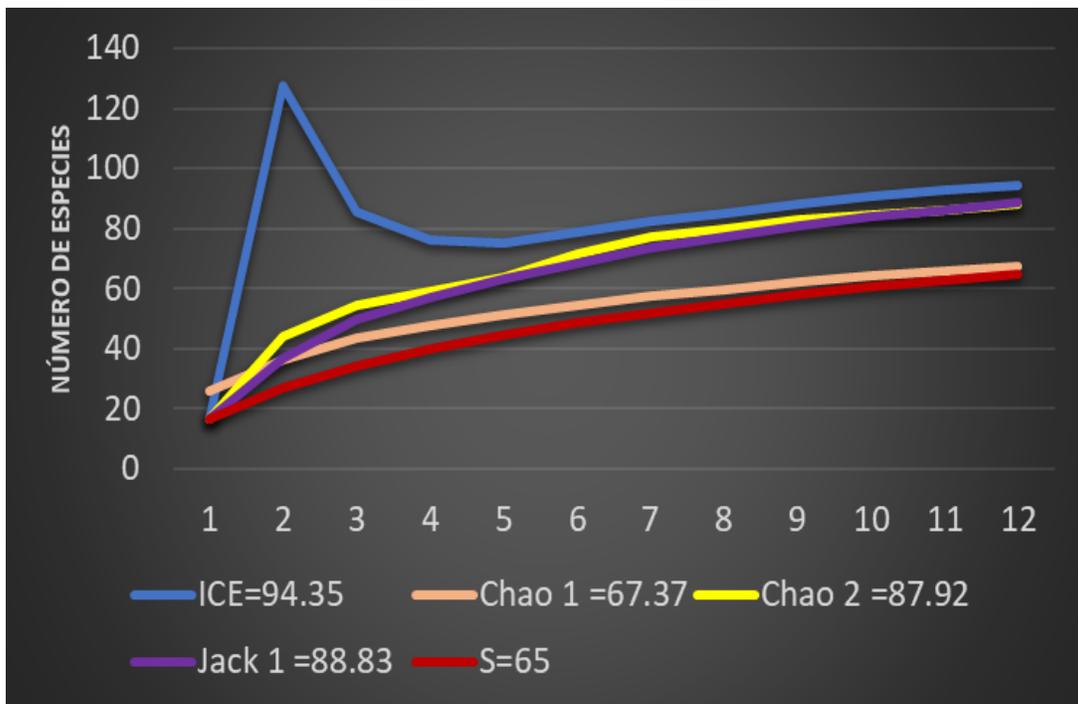


Figura 23. Curvas de acumulación de especies

RIQUEZA Y DIVERSIDAD DE FAMILIAS

Cerambycidae y Tenebrionidae fueron las familias con mayor riqueza (Mg) y diversidad de especies (1D) (Cuadro 2). Sin embargo, resalta el número de especies efectivas de Staphylinidae, Bostrichidae y Zopheridae a pesar de los bajos valores de riqueza (Cuadro 2).

Cuadro 2. Riqueza y diversidad de las familias de saproxílicos en las Sierras de Taxco-Huautla. Mg = índice de Margalef, H' = índice de Shannon, 1D = diversidad de orden 1

Familias	Mg	H	1D
Bostrichidae	0.79	1.33	3.81
Bothrideridae	0	0	1
Brentidae	0.4	0.28	1.33
Carabidae	0	0	1
Cerambycidae	2.96	2.05	7.83
Curculionidae	0.44	0.2	1.22
Erotylidae	0	0	1
Passalidae	0.51	0.41	1.5
Scarabaeidae	0	0	1
Silvanidae	1.44	0.41	1.5
Staphylinidae	1.5	1.55	4.73
Tenebrionidae	2.63	1.73	5.68
Trogossitidae	1.29	1.12	3.09
Zopheridae	0.98	1.25	3.5

COMPOSICIÓN ESTACIONAL DE LAS FAMILIAS DE SAPROXÍLICOS

Durante todo el año se registraron coleópteros saproxílicos, en particular representados por especies de las familias Staphylinidae, Tenebrionidae, Trogossitidae y Zopheridae. A pesar de haberse encontrado ejemplares en las dos temporadas estacionales, cuatro familias (Cerambycidae, Curculionidae, Passalidae y Bostrichidae) tuvieron una presencia moderada y cinco una baja riqueza y abundancia en la madera (Bothrideridae, Brentidae, Carabidae, Scarabaeidae y Silvanidae). Ejemplares de la familia Erotylidae solo se encontraron en la estación lluviosa.

En la temporada de secas se documentaron 46 especies, con mayor presencia en los meses de febrero y marzo (Fig. 24). Trece de estas especies solo se encontraron en algún mes de esta temporada, ejemplo de ellas fueron *Aegomorphus* sp.4, *Arhopalus asperatus*, *Chroaptomus flagraus*, *Gnatocerus* sp., *Iccius cylindricus*, *Meloemorpha aliena* y *Nausibius* sp.

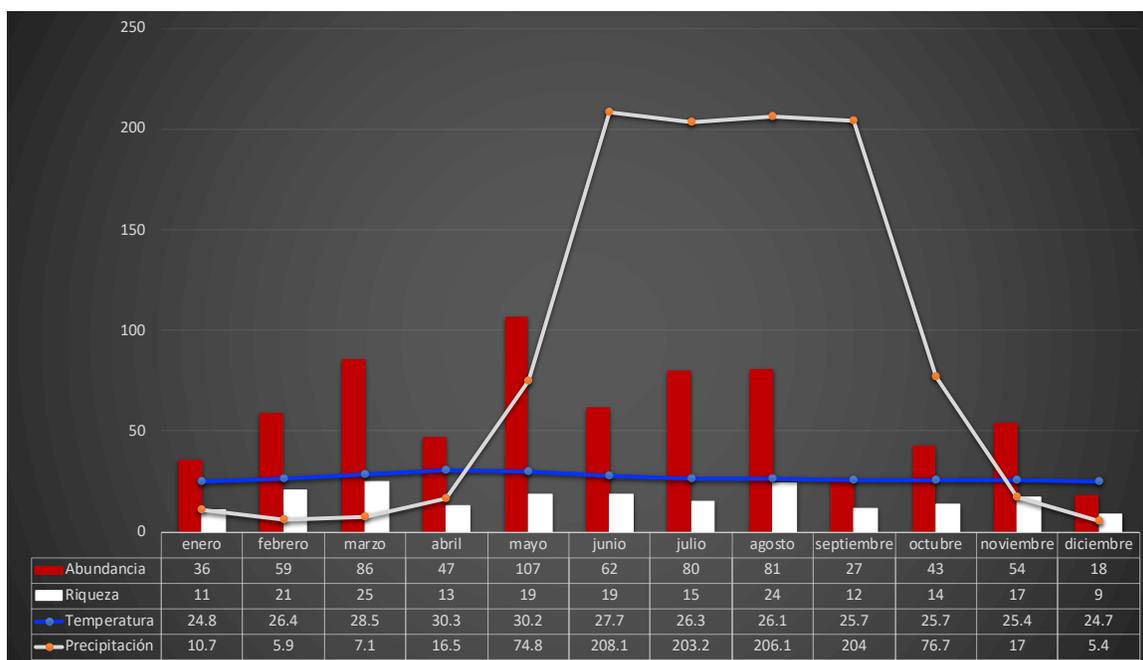


Figura 24. Riqueza y abundancia mensual de coleópteros saproxílicos.

En la temporada de lluvias hubo presencia de 51 especies, con mayor abundancia al inicio de la temporada (mayo, Fig. 24) y mayor riqueza hacia la mitad de la estación (agosto, Fig. 24). Dieciocho especies se encontraron únicamente en uno o dos meses de esta temporada; entre ellas *Austrophanes robustum*, *Corticosomus sharpi*, *Cymatothes* sp., *Eupycnus lentus* y *Mallodon chevrolatii*. De las 32 especies presentes las dos temporadas, varias destacan por estar presentes en seis o más meses del año, entre ellas *Adelina* sp., *Airora* sp., *Coelocnemis* sp., *Dentrobiella* sp., *Homaeotarsus* sp.1, *Homaeotarsus* sp.2, *Ips* sp.1, *Leptochirus* sp.1, *Leptochirus* sp.2, *Phloeonemus integer*, *Temnoscheila* sp. y *Zopherus nodulosus*.

CATÁLOGO FOTOGRÁFICO DE LOS GRUPOS DE SAPROXÍLICOS ENCONTRADOS

Quedó conformado por tres diapositivas que ilustran cada uno de los tipos de coleópteros saproxílicos encontrados. Los saproxílicos xilófagos (Fig. 25) se representan por *Dentrobiella* sp. (Bostrichidae), *Paratrachelizus prolixus* (Brentidae), *Aegomorphus* sp. 1 (Cerambycidae), *Ips* sp. 1 (Curculionidae), *Pticopus angulatus* (Passalidae), *Leptochirus* sp. 1 (Staphylinidae) y *Temnoscheila* sp. (Trogossitidae).

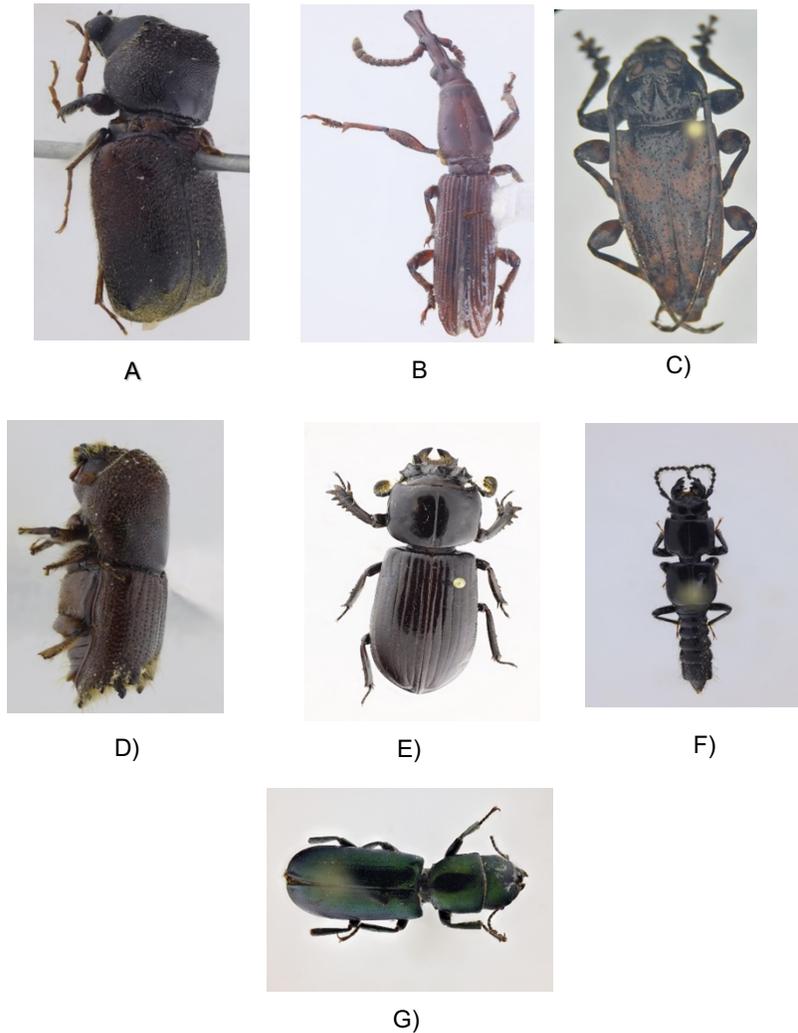


Figura 25 Xilófagos A) *Dentrobiella* sp., B) *Paratrachelizus prolixus*, C) *Aegomorphus* sp. 1, D) *Ips* sp. 1, E) *Pticopus angulatus*, F) *Leptochirus* sp.1, G) *Temnoscheila* sp.

Los saproxílicos micófagos (Fig. 26) se personifican por *Prolyctus exaratus* (Bothrideridae), *Phloeonemus integer* (Zopheridae: Colydiinae), *Aegithus melaspis* (Erotylidae), *Senomorpha clathrata* (Tenebrionidae), *Macraspis aterrima* (Scarabaeidae), *Ahasverus* sp. 1 (Silvanidae) y *Wattius* sp. (Zopheridae). Los saproxílicos depredadores (Fig. 27) se ilustran con *Platynus* sp., única especie de Carabidae encontrada en la madera.

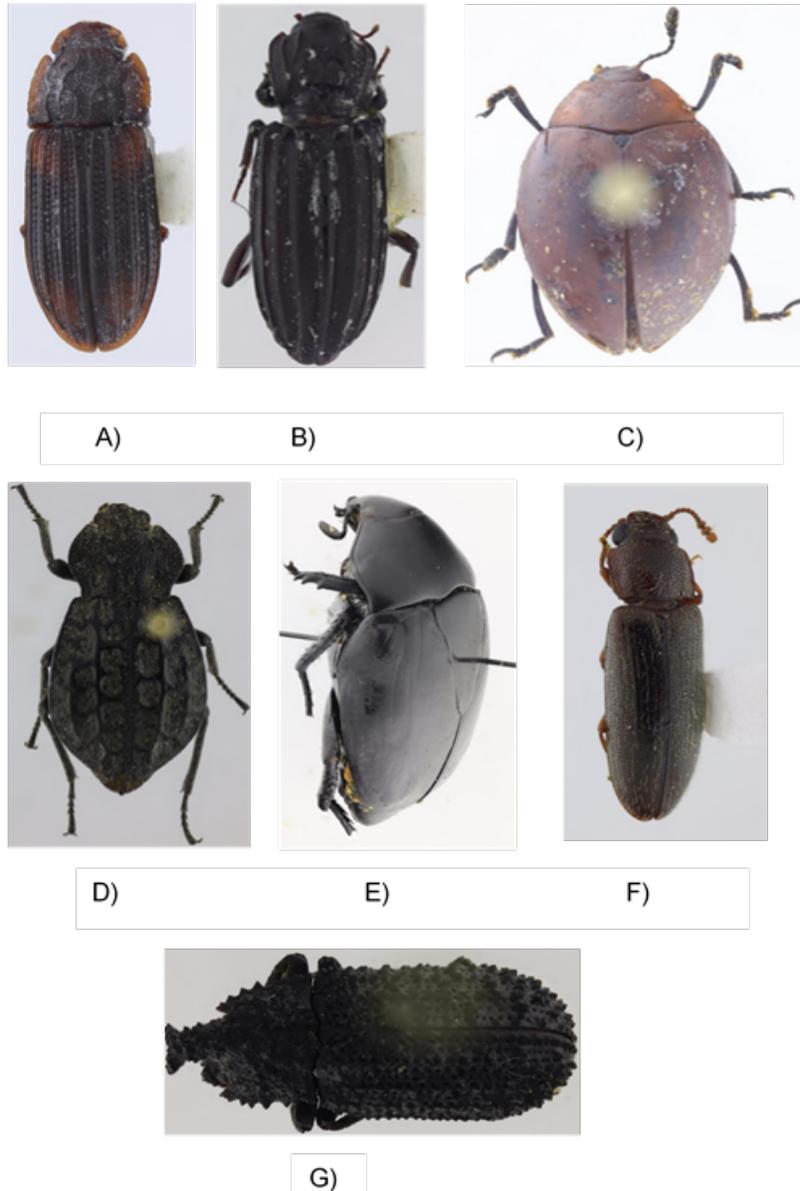


Figura 26 Micófagos A) *Prolyctus exaratus*, B) *Phloeonemus integer*, C) *Aegithus melaspis*, D) *Senomorpha clathrata*, E) *Macraspis aterrima*, F) *Ahasverus* sp.1, G) *Wattius* sp.



Figura 27 Depredador *Platynus* sp.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

INVENTARIO DE LAS FAMILIAS DE SAPROXÍLICOS

Las 65 especies de coleópteros saproxílicos encontradas en las Sierras de Taxco-Huautla representan en promedio el 83 % de las especies esperadas. Sin embargo, en México no se tiene un registro concreto sobre estos coleópteros, los diversos tipos de saproxílicos se han analizado de forma independiente y no existe referencia alguna para realizar una comparación fidedigna. Independientemente de la escasez de estudios, la concepción sobre los invertebrados saproxílicos como un componente fundamental de la biodiversidad en los ecosistemas terrestres es reciente (Siitonen, 2001; Schlaghamersky, 2003); surge en la última década del Siglo XX a raíz del reconocimiento de los bosques como conservadores de biodiversidad.

En un país como México con 137.8 millones de hectáreas de vegetación forestal (CONAFOR, 2020), la representatividad de familias de Coleoptera saproxílicas debería ser alta, tal vez cercana a las 90 familias que tienen especies asociadas a la madera (Delgado y Pedraza-Pérez, 2002). De acuerdo con esto, en las Sierras de Taxco-Huautla, con un 74 % de su superficie cubierta de bosques y selvas (Arriaga et al., 2000), las 14 familias encontradas hasta el momento no simbolizan la diversidad del grupo.

De igual forma, las 65 especies de coleópteros saproxílicos no corresponden a la riqueza que pudiera albergarse en una región que comprende zonas templadas y tropicales, estas últimas reconocidas por su alta biodiversidad (Myers *et al.*, 2000). En algunos países de zonas templadas de Europa se ha documentado una alta riqueza de coleópteros saproxílicos, en especial en Suecia (1000 especies), Gran Bretaña (700 especies) o Irlanda (259 especies) (De la Rosa-Maldonado, 2014). Esto apoya la idea de que en el área de estudio debe haber un mayor número de especies saproxílicas al que se ha documentando. Cabe mencionar que en este trabajo solo se tomaron en cuenta los ejemplares adultos y que un futuro estudio sobre las larvas de coleópteros asociados a la madera podría incrementar este inventario.

Si bien el sustrato donde se encontraron las especies permitió agrupar a las familias en alguna de las categorías de saproxílicos consideradas en este trabajo, para futuros estudios debe reconocerse que dentro de una misma familia existen especies que pueden pertenecer a dos o más grupos ecológicos, como Bothrideridae que tiene especies micófagas, pero algunas son depredadoras, como las del género *Sosylus* que se alimentan de larvas de platipodinos (Huaca *et al.*, 2017). Asimismo, algunas especies de Trogossitidae se alimentan de hongos o de otros insectos, dependiendo de su estado de desarrollo; las especies de la subfamilia Peltinae se alimentan del micelio de los hongos en estado adulto y en estado de larva se alimentan de otros artrópodos que viven dentro de la madera (Beutel y Leschen, 2016).

La especie *Phloeonemus integer* (Reitter) se registra por primera vez para México. Los nuevos registros de dos especies y dos géneros para los estados de Guerrero, Morelos y Puebla, así como dos especies y un género para Guerrero, reflejan el escaso conocimiento que se tiene de las familias Bostrichidae, Bothrideridae, Silvanidae, Trogossitidae y Zopheridae. Es conveniente confirmar la identidad de 34 taxones reconocidos únicamente a nivel genérico.

RIQUEZA Y DIVERSIDAD DE FAMILIAS

Cerambycidae y Tenebrionidae ocupan el quinto y séptimo lugar, respectivamente, en riqueza de especies a nivel mundial (Ślipiński *et al.*, 2011), por ello no es de extrañar que en las Sierras de Taxco-Huautla tengan una gran presencia en la fauna saxofítica (Cuadro 2). Los hábitos alimentarios de estas familias son la causa de su mayor riqueza y diversidad. Las especies de Cerambycidae aprovechan todo tipo de madera muerta o viva, sus larvas se refugian dentro de la madera (Noguera, 2014). Las especies de Tenebrionidae se alimentan y se encuentran principalmente en la madera en descomposición, alimentándose de las hifas mezcladas con la madera muerta; otras especies se encuentran sobre rocas o la corteza de los árboles, raspando líquenes, musgos o algas que crecen en estas superficies (Cifuentes-Ruiz y Zaragoza-Caballero, 2014).

No obstante la baja riqueza de especies encontrada, el número de especies efectivas de Staphylinidae, Bostrichidae y Zopheridae corresponde alrededor del 60 %, 48.7 % y 45 %, respectivamente, de la diversidad de Cerambycidae. Las especies saxofíticas de Staphylinidae se asocian a hongos, frutos, madera en descomposición, vertebrados muertos o rocas, entre otros microhábitats, tanto en estado de larva como de adulto (Navarrete y Newton, 2014). Las especies de la familia Bostrichidae tienen hábitos estrictamente xilófagos, barrenan ramas y troncos de árboles, tanto en sus fases de larva y como en estado adulto obtienen refugio y alimento de la madera (Huaca *et al.*, 2017). Dentro de Zopheridae existen varias especies micófagas y xilófagas, como las especies del género *Cicones* (Da Silva *et al.*, 2006), pero algunas especies de Colydiinae son depredadoras.

Las especies saxofíticas de Curculionidae, específicamente las Scolytinae tienen baja diversidad por la dominancia de algunos géneros, como el género *Ips*, que fue el presente en el área de estudio, el cual al alimentarse del floema y hongos de las galerías, llegan a interrumpir el flujo de savia dentro del árbol, ocasionando la muerte de su hospedero. Los ejemplares de esta subfamilia también atacan semillas, plantas y frutos (Falcón-Brindis *et al.*, 2018).

Las especies de Passalidae son organismos estrictamente xilófagos, pasan todo su ciclo de vida dentro de los troncos, desde larva hasta su muerte, donde

encuentran alimento y refugio (Galante y Marcos-García, 2013; Martínez, 2015). Su baja diversidad en la región de estudio puede obedecer a que la mayor riqueza de especies y abundancia poblacional se presenta en los bosques mesófilo de montaña y bosques tropicales perennifolios de México (Reyes-Castillo, 2000).

COMPOSICIÓN ESTACIONAL DE LAS FAMILIAS DE SAPROXÍLICOS

La madera es un hábitat importante para la vida silvestre y un componente permanente en los sistemas forestales (Merganičová *et al.*, 2012), como tal es indudable que durante todo el año habrá especies saproxílicas en estos ambientes. No obstante, se conoce muy poco sobre el comportamiento temporal de la mayoría de especies y familias, por ello la información obtenida en este trabajo será una base relevante para comprender la participación de muchas especies poco abundantes en los procesos biológicos de los bosques, particularmente de aquellos que han sido modificados.

Una alta diversidad podría actuar contra la pérdida de especies en casos de perturbaciones (De la Rosa-Maldonado, 2014) o ser un bioindicador del estado de conservación de los bosques (Pérez-Moreno y Moreno-Grijalba, 2009). En varios países europeos se han desarrollado índices para evaluar la calidad de los bosques e identificar especies clave (Fowles, 1997; Alexander, 2004), para ello es esencial contar con una lista de coleópteros saproxílicos y asignar valores numéricos en función de su rareza, pero la puntuación de cada especie no puede ser aplicable por igual en todas las regiones del mundo, se tiene que generar en cada área.

CONCLUSIONES

Se realizó el primer inventario de coleópteros saproxílicos de las Sierras de Taxco-Huautla. Se reconocieron 14 familias y 65 especies que corresponden al 83 % de las especies esperadas.

La riqueza y diversidad de la fauna saproxílica estuvo representada en mayor proporción por especies de Cerambycidae, seguida de Tenebrionidae. Staphylinidae, Bostrichidae y Zopheridae aportan un porcentaje significativo a la diversidad de coleópteros saproxílicos, su diversidad es un 50 % aproximadamente la diversidad verdadera de Cerambycidae.

Durante todo el año se presentaron coleópteros saproxílicos, en particular representados por especies de las familias Staphylinidae, Tenebrionidae, Trogossitidae y Zopheridae. Erotylidae solo se registró en la estación lluviosa. En la temporada de secas se documentaron 46 especies, 13 exclusivas, en especial durante los meses de febrero y marzo. En la temporada de lluvias se registraron 51 especies, 18 exclusivas, con mayor abundancia al inicio de la temporada (mayo) y mayor riqueza en agosto.

Se elaboró un catálogo fotográfico que ilustra 15 especies de coleópteros saproxílicos de los tipos xilófagos, micófagos y depredador.

LITERATURA CITADA

- Aalbu, R. L., Triplehorn, C. A., Campbell, J. M., Brown, K. W., Somerby, R. E., y Thomas, D. B. (2002). Tenebrionidae Latreille 1802. Pp. 463–509. In Arnett, R. H. Jr., Thomas, M. C., Skelley, P. E., and Frank, J. H. (Eds.). *American Beetles, Volume II: Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea*. CRC Press LLC, Boca Raton, Florida.
- Alexander, K. N. A. (2004). Revision of the Index of Ecological Continuity as used for saproxylic beetles. *English Nature Research Reports*, 574, 1-60.
- Anderson, R. S., y Kissinger, D. G. (2002). Brentidae Billberg 1820. Pp.711–719. In Arnett, R. H. Jr., Thomas, M. C., Skelley, P. E., and Frank, J. H. (Eds.). *American Beetles, Volume II: Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea*. CRC Press LLC, Boca Raton, Florida.
- Ando, K., y Ruzzier, E. (2016). New species of Tenebrionidae Latreille, 1802 (Coleoptera: Tenebrionoidea) from the Philippines. *Zootaxa*, 4175(5), 480-486.
- Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y Loa, (coordinadores). (2000). *Regiones terrestres prioritarias de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- Beutel, R. G. y Leschen, R. A. B. (2016). Volumen 1: Morphology and Systematics (Archostemata, Adephaga, Myxophaga, Polyphaga part) 2nd edition, Institut für Spezielle zoologie und Evolutionsbiologie, 07743 Jena, Germany.
- Blackwelder, R. E. (1936). Morphology of the coleopterous family Staphylinidae. Pp.3. Smithsonian Miscellaneous Collections, volume 94, number 13, Smithsonian Institution Washington.
- Bouchard, P., Bousquet, Y., Davies, A. E., Alonzo-Zaragoza, M. A., Lawrence, J. F., Lyal, C. H. C., Newton, A. F., Reid, C. A. M., Schmitt, M., Ślipiński, S. A., y Smith, A. B. T. (2011). Family-group names in Coleoptera (Insecta). *ZooKeys*, 88, 1-972.

- Brunet, J., e Isacsson, G. (2009). Influence of snag characteristics on saproxylic beetle assemblages in a south Swedish beech forest. *Journal of Insect Conservation*, 13, 515-528.
- Campa-Uranga, M. F., Torres de León, R., Iriondo, A., y Premo, W. R. (2012). Caracterización geológica de los ensambles metamórficos de Taxco y Taxco el Viejo, Guerrero, México. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 64(3), 369-385.
- Cifuentes-Ruiz, P., y Zaragoza-Caballero, S. (2014). Biodiversidad de Tenebrionidae (Insecta: Coleoptera) en México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85, S325-S331.
- CONAFOR. (2020). *El Sector Forestal Mexicano en Cifras 2019*. SEMARNAT-CONAFOR. 102 p. 90 familias asociadas a la madera (Delgado y Pedraza-Pérez, 2002)
- Costa, C. (2000). Estado de conocimiento de los Coleoptera Neotropicales. En: Martín-Piera, F., J.J. Morrone y A. Melic (Eds.). *Hacia un proyecto CYTED para el inventario y estimación de la diversidad entomológica en Iberoamérica: PRIBES-2000*. m3m: Monografías Tercer Milenio 1:99-114
- Da Silva, P. M., e Silva, I. D. F., Boieiro, M., Aguiar, C. A., & Serrano, A. R. (2006). Mycetophagidae, Melandryidae and Colydiidae) from Portugal. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*, 1(39), 377-379.
- De la Rosa-Maldonado, J. J. (2014). Coleópteros Saproxilicos de los Bosques de Montaña en el Norte de la Comunidad de Madrid. Tesis Doctoral. Departamento de Producción Vegetal: Botánica y Protección Vegetal, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, 300 pp.
- Delgado, L., y Pedraza-Pérez, R. A. (2002). La madera muerta de los ecosistemas forestales. *Foresta Veracruzana*, 4, 59-66.
- Falcón-Brindis, A., Mata-Zayas, E. E., Cruz-Pérez, A. D. L., Sánchez-Soto, S., y Burelo-Ramos, C. M. (2018). Scolytinae y Platypodinae (Coleoptera: Curculionidae) de Tabasco, México. *Acta zoológica mexicana*, 34.

- Fernández, J. D., Irurzun, J. R., y Schuh, R. (2012). Aportaciones a la corología de los Zopheridae ibéricos (Coleoptera).
- Fowles, A. P. (1997). The saproxylic quality index: an evaluation of dead wood habitats based on rarity scores, with examples from Wales. *The Coleopterist*, 6, 61-66.
- Galante, E., y Marcos-García, M. A. (2013). El bosque mediterráneo ibérico: un mundo manejado y cambiante. Los insectos saproxílicos del Parque Nacional de Cabañeros, 11-32.
- Hanley, R. S. (2005). Guía Ilustrada Para Los Géneros de Staphylinidae (Coloeptra) de México [Illustrated Guide to the Genera of Staphylinidae (Coleoptera) of Mexico].
- Hernández-Cárdenas, J. A., Flores-Palacios, A., Corona-López, A. M., y Toledo-Hernández, V. H. (2016). Escarabajos saproxilófagos asociados a seis especies de plantas leñosas en un bosque tropical caducifolio de Tepoztlán, Morelos. *Entomología mexicana*, 3, 495-501.
- Huanca, J., Giraldo, A. E., Vergara, C. E., y Soudre, M. (2017). Asociación de coleópteros xilófagos y predadores en madera de Bolaina blanca (*Guazuma crinita* Martius) y Cucarda (*Hibiscus rosa-sinensis* Linnaeus). *Ecología Aplicada*, 16(2), 83-90.
- Irmiler, U., Arp, H., y Nötzold, R. (2010). Species richness of saproxylic beetles in woodlands is affected by dispersion ability of species, age and stand size. *Journal of Insect Conservation*, 14, 227-235.
- Ivie, M. A. (2002a). Bostrichidae Latreille 1802. Pp. 233–244. In Arnett, R. H. Jr., Thomas, M. C., Skelley, P. E., and Frank, J. H. (Eds.). *American Beetles, Volume II: Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea*. CRC Press LLC, Boca Raton, Florida.
- Ivie, M. A. (2002b). Zopheridae Solier 1834. Pp.457–462. In Arnett, R. H. Jr., Thomas, M. C., Skelley, P. E., and Frank, J. H. (Eds.). *American Beetles, Volume II: Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea*. CRC Press LLC, Boca Raton, Florida.

- Ivie, M. A., Lord, N. P., Foley, I. A., y Ślipiński, S. A. (2016). Colydiini genera (Coleoptera: Zopheridae: Colydiinae) of the New World: a key and nomenclatural acts 30 years in the making. *The Coleopterists Bulletin*, 70(4), 755-788.
- Jansson, N., Bergman, K. O., Jonsell, M., y Milberg, P. (2009). An indicator system for identification of sites of high conservation value for saproxylic oak (*Quercus* spp.) beetles in southern Sweden. *Journal of Insect Conservation*, 13, 399-412.
- Kolibáč, J. (2013). Trogossitidae: A review of the beetle family, with a catalogue and keys. *ZooKeys*, 366, 1-194.
- Leschen, R. A. B. (2002). Trogossitidae Latreille 1802. Pp. 263–266. In Arnett, R. H. Jr., Thomas, M. C., Skelley, P. E., and Frank, J. H. (Eds.). *American Beetles, Volume II: Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea*. CRC Press LLC, Boca Raton, Florida.
- Marquez, J. L. (2005). Técnicas de colecta y preservación de insectos. Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa.
- Martínez, C. (2005). Introducción a los escarabajos Carabidae (Coleoptera) de Colombia.
- Merganičová, K., Merganič, J., Svoboda, M., Bače, R., y Šebeň, V. (2012). Deadwood in Forest Ecosystems. Pp. 81-108. In Blanco, J. A., y Lo, Y. H. (Eds.), *Forest ecosystems - more than just trees*. InTechOpen. ISBN 978-953-51-0202-1.
- Míss, J. V., y Deloya, C. (2007). Observaciones sobre los coleópteros saproxilófilos (Insecta: Coleoptera) en Sotuta, Yucatán, México/Observations on the saproxylophagous beetles (Insecta: Coleoptera) in Sotuta, Yucatan, Mexico. *Revista Colombiana de Entomología*, 33(1), 77.
- Morán-Zenteno, D. J., Cerca, M., y Keppie, J. D. (2005). La evolución tectónica y magmática cenozoica del suroeste de México: avances y problemas de interpretación. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 57(3), 319-341.
- Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y TesiSea, vol. 1. Zaragoza, 84 p.

- Morón, M. A., Reyes-Castillo, P., y Deloya, C. (2003). Catálogo de autoridad taxonómica de coleópteros mexicanos (Insecta: Coleoptera). Primera parte. Superfamilia Scarabaeoidea. Instituto de Ecología, A.C., Xalapa, México. Base de datos SNIB-CONABIO, proyecto V005.
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Da Fonseca, G. A., y Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403(6772), 853.
- Navarrete-Heredia, J. L. y H. E. Fierros-López. (2001). Coleoptera de México: situación actual y perspectiva de estudio. Pp. 17-24. En Navarrete-Heredia, J. L. y H. E. Fierros-López y A. Burgos-Solorio (Eds.) Tópicos sobre Coleoptera de México. Universidad de Guadalajara y Universidad Autónoma del Estado de Morelos. México.
- Navarrete-Heredia, J. L., y Newton, A. F. (2014). Biodiversidad de Staphylinidae (Insecta: Coleoptera) en México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85, 332-338.
- Noguera, F. A. (2014). Biodiversidad de Cerambycidae (Coleoptera) en México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85, 290-297.
- Pagola-Carte, S. (2016). *Insectos saproxílicos y conservación de la biodiversidad de los bosques*. Diputación Foral de Álava, España, pp. 37.
- Pérez-Moreno, J. I., y Moreno-Grijalba, F. (2009). *Los coleópteros saproxílicos del Parque Natural de Sierra de Cebollera (La Rioja)*. Instituto de Estudios Riojanos. Logroño. 180 pp.
- Philips, T. K. (2002). Anobiidae Fleming 1821. Pp. 245–260. In Arnett, R. H. Jr., Thomas, M. C., Skelley, P. E., and Frank, J. H. (Eds.). *American Beetles, Volume II: Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea*. CRC Press LLC, Boca Raton, Florida.
- Philips, T. K., e Ivie, M. A. (2002). Bothrideridae Erichson 1845. Pp. 358–362. In Arnett, R. H. Jr., Thomas, M. C., Skelley, P. E., and Frank, J. H. (Eds.). *American Beetles, Volume II: Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea*. CRC Press LLC, Boca Raton, Florida.

- Ramilo, P., Guerrero, J. R., Micó, E., y Galante, E. (2017). Volatile organic compounds emitted by *Quercus pyrenaica* Willd. and its relationship with saproxylic beetle assemblages. *Arthropod-Plant Interactions*, 11, 221-234.
- Ramírez, D. (2019). Composición y distribución de carábidos (Coleoptera: Carabidae) en las Sierras de Taxco-Huautla, México (Licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Reyes-Castillo, P. (2000). Coleoptera Passalidae de México. Pp. 171-182. In Martín-Piera, F., Morrone, J. J., & Melic, A. (Eds.) Hacia un Proyecto Cyted para el Inventario y Estimación de la Diversidad Entomológica en Iberoamérica: PriBES-2000. m3m Monografías Tercer Milenio, Vol. 1, SEA, Zaragoza, España.
- Rubio-Ugalde, D. J., Cambrón-Sandoval, V. H., & Vergara-Pineda, S. (2017). Coleópteros depredadores asociados al sistema de monitoreo de escarabajos descortezadores (Curculionidae: Scolytinae) en el Tepozán, Arroyo Seco, Querétaro. *Entomología Mexicana*, 4, 186-191.
- Schlaghamersky, D. J. (2003). Saproxylic invertebrate of floodplains, a particularly endangered component of biodiversity. Pp. 99. In: Mason, F., Nardi, G., & Tisato, N. (Eds.) Dead wood: a key to biodiversity, *Proceedings of the International Symposium 20-31 May 2003*. Manitova (Italy): Compagnia de Ile Foreste.
- Siitonen, J. (1994). Decaying wood and saproxylic Coleoptera in two old spruce forests: a comparison based on two sampling methods. *Annali Zoologici Fennici*, 31, 89-95.
- Ślipiński, S. A., Leschen, R. A. B., y Lawrence, J. F. (2011). Order Coleoptera Linnaeus, 1758. In: Zhang, Z.-Q. (Ed.) Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness. *Zootaxa*, 3148(1), 203-208.
- Soutullo, A. (2006). Assessing the completeness of biodiversity inventories: an example from Bañados del Este Biosphere Reserve, Uruguay. *Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay*, 2a. época, 15, 1-7.

Thomas, M. C., y Leschen, R. A. B. (2010). 10.14. Silvanidae Kirby, 1837. Pp. 346-350. Kükenthal, W., Leschen, R. A. B., Beutel, R. G., y Lawrence, J. F. *Volume 2 Morphology and Systematics (Elateroidea, Bostrichiformia, Cucujiformia partim)*, De Gruyter, Berlin, New York, <https://doi.org/10.1515/9783110911213.346>