



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

CARRERA DE BIOLOGÍA

**COMPOSICIÓN Y DIVERSIDAD DE
SCARABAEOIDEA (INSECTA: COLEOPTERA)
EN SELVA BAJA CADUCIFOLIA DEL SUR DE
MORELOS**

**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**

CRISTOPHER HERNÁNDEZ VERA

JURADO DE EXAMEN

DIRECTORA: BIÓL. MARÍA MAGDALENA ORDÓÑEZ RESÉNDIZ

ASESORA: DRA. SARA LÓPEZ PÉREZ

ASESOR: DR. DAVID NAHUM ESPINOSA ORGANISTA

SINODAL: DR. GEOVANNI MIGUEL RODRÍGUEZ MIRÓN

SINODAL: DR. GENARO MONTAÑO ARIAS



COLECCIÓN COLEOPTEROLÓGICA, MUSEO DE ZOOLOGÍA

CIUDAD DE MÉXICO

DICIEMBRE, 2023



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.

AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer de forma significativa a la Universidad Nacional Autónoma de México por permitirme formar parte de esta maravillosa institución a lo largo de mi desarrollo académico formando al profesionista que soy el día de hoy.

A la profesora María Magdalena Ordóñez Reséndiz directora de este trabajo, que me guio a través de esta travesía no solo de forma académica. Por todas su enseñanzas y conocimientos compartidos, por su apoyo y paciencia en el trabajo de esta tesis.

A los doctores Sara López y Geovanni Rodríguez por su constante apoyo como miembros de la Colección Coleopterológica y sus aportaciones a este trabajo como sinodales.

A mis sinodales Dr. David Espinosa y Dr. Genaro Montaña por su participación en el desarrollo de la tesis y por sus valiosas observaciones.

A mis compañeros y amigos que me acompañaron en el transcurso de la carrera, en particular a los pertenecientes a la Colección Coleopterológica que me brindaron su apoyo para el desarrollo de este trabajo.

A los profesores dentro de la facultad que contribuyeron con sus valiosos aportes para mi formación académica.

DEDICATORIAS

A mi compañera de vida Rocío De la Luz, por tu apoyo total comprendiéndome mejor que nadie. Sin tu presencia no sería lo que soy hoy en día. Te agradezco por estar para mí de forma incondicional, apoyándome e impulsándome para lograr nuestros objetivos y sueños futuros.

A mi madre Rocío Vera, quien me enseñó que en esta vida todo es posible, guiándome desde pequeño para forjar al hombre que soy en la actualidad. No existen palabras suficientes para agradecer todo lo que has hecho por mí. Por tu cariño y apoyo siempre presente.

A mi padre Eduardo Hernández, por demostrarme que todo tiene solución menos la muerte, por sus enseñanzas y palabras de aliento. Por su dedicación, compromiso y perseverancia, estando presente en los momentos importantes pese a la distancia.

A mi hermano Iván Hernández, por estar para mi desde niños, siguiéndome y acompañándome en todas nuestras travesías. Siempre demostrándome su apoyo en todo y su fortaleza desde pequeño.

A mis hermanitos Bruno, Hugo y Víctor Hernández, quienes llenaron mi vida de alegría y emoción. Se ganaron mi amor desde que los tuve en mis brazos. Siempre serán mis niños adorados.

A mi abuela Ángeles Pérez, quien me sigue sorprendiendo por su fuerza de voluntad como pilar familiar, demostrando que es posible sacar adelante a una familia por sí misma. Gracias por tus cuidados y cariños como mi segunda madre.

A mis compañeros y amigos dentro de la colección Diego, David, Juan, Titch, Enrique y Ruby quienes hicieron mis épocas de estudiante inolvidables.

CONTENIDO

	Pág.
AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	ii
ÍNDICE DE FIGURAS	v
ÍNDICE DE CUADROS	v
RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
MARCO TEÓRICO	3
Sistemática	4
Morfología	4
Alimentación	6
ANTECEDENTES	8
ZONA DE ESTUDIO	8
HIPÓTESIS	10
OBJETIVOS	10
General	10
Específicos	10
MÉTODO	10
Trabajo en campo	10
Recolecta directa	10
Recolecta indirecta	11
Trabajo en laboratorio	12
Manejo de datos	14
RESULTADOS	17
Lista de especies	17
Compleitud del inventario	21
Diversidad	23
Similitud	25
Gremios tróficos	25
Fenología	28

DISCUSIÓN	34
Lista de especies	34
Compleitud de las muestras	35
Diversidad	35
Similitud	36
Gremios tróficos	37
Fenología	37
CONCLUSIONES	38
LITERATURA CITADA	39

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Morfología general de un Scarabaeoidea.	5
Figura 2. Localidades de estudio en la Sierra de Huautla	9
Figura 3. Ubicación de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla	9
Figura 4. Riqueza y abundancia de Scarabaeoidea en las zonas de estudio	17
Figura 5. Estimación de la riqueza de especies en Coaxitlán	21
Figura 6. Especies representadas por un solo individuo (singletons) y por dos individuos (doubletons) en Coaxitlán	22
Figura 7. Estimación de la riqueza de especies en Los Manantiales.....	22
Figura 8. Especies representadas por un solo individuo (singletons) y por dos individuos (doubletons) en Los Manantiales.	23
Figura 9. Curvas de dominancia-diversidad de Scarabaeoidea en las localidades de estudio	24
Figura 10. Comparación de los gremios tróficos en las localidades de estudio	26
Figura 11. Temperatura y humedad relativa en las localidades de estudio	28
Figura 12. Fenología de Scarabaeoidea entre septiembre de 2018 y julio de 2019 en las localidades de estudio	29
Figura 13. Curva de acumulación de especies en Coaxitlán	35
Figura 14. Curva de acumulación de especies en Los Manantiales	36

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Gremios tróficos de Lamelicornia o Scarabaeoidea	6
Cuadro 2. Lista de especies de Scarabaeoidea y su abundancia en las localidades de estudio.	18
Cuadro 3. Diversidad de las localidades estudiadas	23
Cuadro 4. Especies exclusivas encontradas por localidad estudiada.....	25
Cuadro 5. Distribución mensual de Scarabaeoidea en Coaxitlán	30
Cuadro 6. Distribución mensual de Scarabaeoidea en Los Manantiales	32

RESUMEN

Se realizó un estudio comparativo sobre la composición y diversidad de la superfamilia Scarabaeoidea en dos localidades de selva baja caducifolia del sur de Morelos (Coaxitlán y Los Manantiales), ubicadas dentro de la Reserva de La Biosfera Sierra de Huautla (REBIOSH). Durante el periodo de septiembre de 2018 a julio de 2019 se recolectaron 5166 ejemplares adultos en las zonas de estudio, los cuales corresponden a cuatro familias, 11 subfamilias, 18 tribus, 8 subtribus, 32 géneros, cuatro subgéneros y 88 especies. Estas representando el 61 % de la totalidad de especies registradas para el estado de Morelos. Coaxitlán presentó mayor riqueza, diversidad y abundancia de escarabajos que Los Manantiales.

Dentro las áreas estudiadas se presentaron los cuatro grupos funcionales propuestos para Scarabaeoidea, predominando el grupo fitófago en la localidad de Coaxitlán y el grupo saprófago en Los Manantiales. La participación de los escarabajos puede relacionarse de forma estrecha con el estado del ambiente, particularmente con el impacto ocasionado por las actividades humanas en cada zona.

La semejanza entre los ensambles de Coaxitlán y Los Manantiales se encuentra muy marcada, debido a que se comparten 49 especies. La mayoría de estas especies pertenecen a taxones coprófagos y necrófagos, los cuales tienen una amplia distribución en el territorio nacional.

El número de especies presentes por mes para las localidades de estudio muestra una mayor cantidad de especies en la época de lluvias (junio y octubre); sin embargo, la mayor abundancia se observó en los meses de junio y julio.

INTRODUCCIÓN

La selva baja caducifolia¹ es una comunidad que contiene un alto porcentaje de la flora del país, debido a las características tan diversas de los sitios en donde se desarrolla (Miranda, 1947). Se encuentran en climas del trópico húmedo y subhúmedo en condiciones de anegación total del suelo en la temporada de lluvias, que se seca durante el estiaje y constituyen el límite térmico e hídrico de los tipos de vegetación de las zonas cálido-húmedas (Challenger y Soberón, 2008). Rzedowski (1978) incluye en esta denominación un conjunto de bosques propios de regiones de clima cálido y dominados por especies arborescentes que pierden sus hojas en la época seca del año durante un lapso variable, pero que por lo general oscila alrededor de seis meses. Siendo una comunidad forestal densa, en la que los árboles dominantes alcanzan alturas de 6 a 12 m, comúnmente con la presencia de plantas epífitas y trepadoras (Zamudio-Ruiz y Carranza- González, 2016).

La distribución potencial de las selvas secas abarcaba aproximadamente 33.51 millones de hectáreas del territorio nacional y actualmente ocupan 11.26 % de la superficie (7.93 millones de hectáreas en condición primaria y 14.19 millones en condición secundaria) (Challenger y Soberón, 2008), encontrándose en zonas desde el nivel del mar hasta cerca de 2200 m de altitud, predominando en las regiones por debajo de los 1200 m (Bezaury-Creel, 2010).

Los coleópteros de la superfamilia Scarabaeoidea son uno de los grupos más diversos del orden Coleoptera y uno de los taxones mejor conocidos en México y en el mundo (Morón, 2003). Estos insectos tienen aspecto, coloración y tamaño muy variables, y presentan una amplia gama de hábitos alimentarios especializados en la fitofagia y saprofagia, incluso son depredadores de insectos sociales (Deloya *et al.*, 2007). Debido a sus adaptaciones, estos escarabajos se distribuyen en muchos hábitats, desde el nivel del mar hasta ambientes de alta montaña (Morón, 2003). Al ser un grupo preponderantemente termófilo e higrófilo, la temperatura y la humedad condicionan la composición y estructura de las comunidades de escarabajos, por lo que se ha registrado una mayor abundancia y riqueza de especies en zonas cálido-húmedas (Trujillo-Miranda *et al.*, 2016).

El Estado de Morelos representa un reservorio de biodiversidad de gran relevancia, representado por diversos ecosistemas que albergan gran cantidad de especies y constituye un potencial depósito de especies endémicas (CONABIO-UAEM, 2004), la selva baja caducifolia es el tipo de vegetación predominante en el estado. A pesar del esfuerzo realizado durante años por especialistas en

¹ También conocida como bosque tropical caducifolio, bosque tropical deciduo, selva baja decidua, selvas subhúmedas, aludiendo a sus características (Rzedowski, 1978).

Scarabaeoidea, aún quedan zonas poco exploradas, como es el sur del estado. Con el propósito de contribuir al conocimiento de este grupo, en este trabajo se analizaron dos comunidades de escarabajos que habitan en la selva baja caducifolia del sur de Morelos.

MARCO TEÓRICO

Coleoptera es uno de los órdenes de insectos más prolíficos y diversos, con 361 100 especies descritas (Slipinski *et al.*, 2011), que representan el 40 % de todos los hexápodos conocidos (Wilson *et al.*, 1992). Los coleópteros reciben en castellano el nombre general de escarabajos, son un grupo monofilético fácil de reconocer, caracterizado entre los representantes de la Clase Insecta por presentar una fuerte esclerotización corporal con una reducción generalizada de áreas membranosas expuestas. Los escarabajos estuvieron presentes desde el Pérmico (270 ma) y en el Triásico superior (240-220 ma) ya se reconocían unas veinte familias (Alonso-Zarazaga, 2015). Los coleópteros son insectos holometábolos; es decir, presentan un ciclo biológico con metamorfosis completa, pasando por varios estadios inmaduros (huevo, larva y pupa) antes de llegar a adulto (Coca-Abia, 2009). El orden Coleoptera se encuentra conformado por cuatro subórdenes Archostemata, Myxophaga, Adephaga y Polyphaga. Siendo Polyphaga el más amplio y diverso ya que lo componen 16 superfamilias y 161 familias (Slipinski *et al.*, 2011); contiene alrededor del 90 % de la diversidad de coleópteros, con aproximadamente 315 000 especies (Grimaldi y Engel, 2005).

El término Lamellicornia fue propuesto por Dumeril en 1800 para referirse a los coleópteros cuyas antenas terminan en varios artejos comprimidos y alargados en forma de laminilla (Morón, 2003). Este fue sustituido por el nombre Scarabaeoidea, que alude al conjunto taxonómico de nivel superfamilia y hace referencia al género tipo del conjunto, en atención a las recomendaciones del Código Internacional de Nomenclatura Zoológica (Kohlmann y Morón, 2003). En la actualidad, ambos términos pueden ser empleados para referirse a este grupo de escarabajos; sin embargo, Lamellicornia solo se usa coloquialmente.

Scarabaeoidea es una superfamilia sumamente diversa, con un aproximado de 2300 géneros y 30 000 especies registradas a nivel mundial (Slipinski *et al.*, 2011). Estas se congregan en 14 familias, Coprinisphaeridae y Pallichnidae están extintas, y Scarabaeidae agrupa el mayor número de géneros y especies con 1900 y 27 000 respectivamente (Bouchard *et al.*, 2011). En México se tienen 212 géneros y 1713 especies, con dos géneros y 204 especies endémicas (Morón, 2003).

Sistemática

La clasificación de Scarabaeoidea ha sufrido grandes cambios a lo largo de su establecimiento, principalmente a nivel supragenérico. En la antigüedad se catalogaban de forma intuitiva, siendo la propuesta de Endrödi (1966), la primera clasificación general basada en un método analítico y comparativo de un pequeño grupo de caracteres morfológicos y biológicos de adultos y larvas, proponiendo cinco familias: Scarabaeidae, Melolonthidae, Trogidae, Passalidae y Lucanidae (Kohlmann y Morón, 2003).

Posteriormente, Paulian (1988) y Balthasar (1963) propusieron esquemas de clasificación de 29 y 19 familias, respectivamente, elevando el rango de subfamilia a familia y el de tribu a subfamilia, empleando caracteres morfológicos y larvarios, en especial Paulian (Kohlmann & Morón, 2003). Lawrence y Newton (1995) plantearon un esquema de 13 familias, basándose en caracteres morfológicos comparativos, mientras que Scholtz y colaboradores (1995) reconocieron 15 familias conforme a análisis filogenéticos y morfológicos, complementados con datos biológicos y paleontológicos (Zamora-Vuelvas *et al.*, 2014). La clasificación propuesta por Bouchard y colaboradores (2011) en donde se recopiló la información de distintos autores definiendo como base la utilización de caracteres morfológicos y moleculares, estabilizó la nomenclatura del grupo a 12 familias, siendo reconocida por la mayoría de los especialistas en la actualidad.

Morfología

Los escarabéidos son un grupo de coleópteros holometábolos, debido a que tienen un ciclo de vida de cuatro fases: huevo, larva, pupa y adulto (Morón, 2004). En general, la cabeza del adulto es mucho más pequeña que su cuerpo (Fig. 1), el cual tiene una complexión ovalada, en ocasiones casi globosa y solo algunas subfamilias llegan a ser de una constitución esbelta. El tamaño de los adultos varía entre 2 a 62 mm, pero la mayoría se mide entre 2 y 20 mm (Deloya *et al.*, 2007; Morón, 2004).

Se caracterizan por tener antenas formadas por ocho u once artejos, con una maza antenal en forma de lamela, un protórax abultado con coxas largas y tibias usualmente dentadas con una sola espina, alas posteriores con reducción de la venación, placas coxales anteriores ausentes, modificación en el edeago de trilobado a bilobado, el octavo segmento abdominal formando un verdadero pigidio, cinco artejos tarsales en los tres pares de patas y las uñas bien desarrolladas (White, 1983; Neita-Moreno, 2011; Scholtz y Grebennikov, 2005).

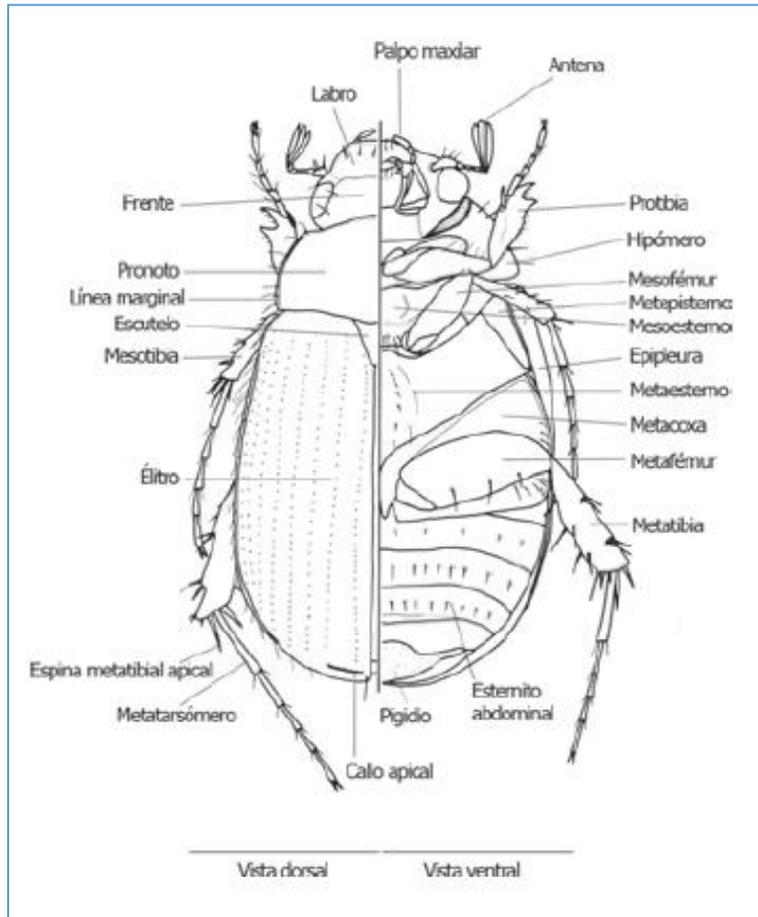


Figura 1. Morfología general de un Scarabaeoidea. Imagen tomada de Gasca-Álvarez y Deloya (2016).

El dimorfismo sexual es frecuente, expresando proyecciones cefálicas y pronotales con forma de cuernos, tubérculos, excavaciones y prominencias intrincadas; hipertrofia de las patas anteriores o las patas posteriores, incluyendo los tarsómeros; variación en la longitud de la masa antenal, así como en la coloración, la textura y la vestidura de las regiones dorsales (Morón, 2006). También es posible encontrar polimorfismo entre estos organismos, presentando tamaños o coloraciones distintas (Gasca-Álvarez y Deloya, 2016).

Alimentación

Los coleópteros Scarabaeoidea constituyen uno de los grupos de insectos más diversificados en cuanto a hábitos alimenticios (Carrillo-Ruiz y Morón, 2003). Comprenden una amplia gama de especialidades en la fitofagia y saprofagia (Deloya *et al.*, 2007). Gran parte de su importancia ecológica radica en su variación alimentaria, ya que pueden actuar como reguladores de crecimiento de las poblaciones vegetales, limitando el crecimiento de follaje y las raíces, contribuyendo en la polinización de muchas angiospermas, además de procesar excrementos, cadáveres, hojarasca y restos xilosos (Morón, 2004). Con base en los hábitos alimentarios de los estados larvario y adulto se han propuesto distintas clasificaciones en este grupo. Deloya y colaboradores (2007) agruparon en cuatro grupos funcionales y 13 gremios tróficos a las especies de Scarabaeoidea (Cuadro 1).

Cuadro 1. Gremios tróficos de Lamellicornia o Scarabaeoidea, tomado de Deloya *et al.*, 2007.

Grupo funcional	Gremio	Larva	Adulto	Larva (alimentación)	Adulto (alimentación)
Saprófagos	Saprófago	Saprófaga	Saprófago	Materia orgánica en descomposición	Materia orgánica en descomposición
	Xilófago	Xilófaga	Xilófago	Madera	Madera
	Coprófago	Coprófaga	Coprófago	Excremento fresco (material vegetal fresco macerado por adultos)	Excremento fresco (carroña, frutos, hongos fermentados, o materia vegetal en descomposición)
	Necrófago	Necrófaga	Necrófago	Carroña de vertebrados e invertebrados	Carroña (excremento, frutos, hongos fermentados, o materia vegetal en descomposición)
	Copro-necrófago	Coprófaga o Necrófaga	Coprófaga o Necrófaga	Excremento fresco o carroña de vertebrados e	Excremento fresco o carroña de vertebrados e

				invertebrados	invertebrados
	Telió-necrófago	Telió-necrófaga	Telió-necrófago	Piel, pelos, plumas, escamas de vertebrados (mamíferos, aves)	Piel, pelos, plumas, escamas de vertebrados (mamíferos, aves) y egagrópilas de rapaces y excretas de mamíferos
Saprofitófagos	Xilo-filófago	Saprófaga	Fitófago	Madera en descomposición (tejidos xilosos)	Follaje
	Sapromelífago	Saprófaga	Fitófago	Materia vegetal en descomposición (hojarasca, tallos fermentados o madera etapa III)	Escurrimientos de savia, néctar, frutos en vía de fermentación
	Saproantófago	Saprófaga	Fitófago	Desechos humificados	Visitan flores: tejidos suaves, néctar y probablemente polen
	Saprocaulófago	Saprófaga	Fitófago	Materia vegetal en descomposición (hojarasca, tallos fermentados o madera etapa III)	Barrenan tallos vegetal
	Xilomelífago	Saprófaga	Fitófago	Madera en descomposición	Escurrimientos de savia, polen, néctar
Fitófagos	Rizófagos	Fitófaga	Fitófago	Raíces	Raíces
	Rizofilófagos	Fitófaga	Fitófago	Raíces	Follaje
Depredadores	Xilodepredador	Xilófagas	Depredado	Madera en descomposición (tejidos xilosos)	Presas

ANTECEDENTES

La superfamilia Scarabaeoidea es uno de los grupos de coleópteros mejor conocidos a nivel mundial. Aunque si bien se trata de una superfamilia con moderada riqueza en especies, éstas exhiben una amplísima diversidad morfológica, ecológica y etológica, por lo que han sido un atractivo para taxónomos, ecólogos, biogeógrafos y agrónomos, entre otros (Delgado *et al.*, 2000).

Los coleópteros Scarabaeoidea son insectos relativamente conocidos en México, han sido estudiados por especialistas nacionales y extranjeros (Navarrete-Heredia *et al.*, 2001), intensificándose durante los últimos años, pero año con año surgen trabajos que profundizan en el estudio de este grupo, remarcando la importancia de estos organismos y su relación con el medio que los rodea.

Para el estado de Morelos los trabajos relacionados a Scarabaeoidea son pocos, comenzando por los estudios realizados por Deloya y colaboradores (1993, 1995) que participan en la creación de los primeros registros estatales de la superfamilia en el sur del estado. Se han realizado estudios para el conocimiento de la entomofauna necrófila para algunas regiones del estado (Deloya *et al.*, 1987; Deloya, 1996; 2003), en los que se destacan especie de la familia Scarabaeidae. Se cuenta con un estudio que compara los ensambles de Scarabaeoidea en localidades de la Sierra de Taxco y Sierra de Huautla (Escalante-Barrera, 2012) y una lista de especies de Coleoptera para Morelos reportando 81 género y 229 especies para dicho estado (Zaragoza-Caballero *et al.*, 2019).

ZONA DE ESTUDIO

En este trabajo se estudiaron las localidades Los Manantiales (18°28.613'N, 99°09.312'O, 805 m de altitud) y Coaxitlán (18°27.148'N, 99°12.584'O, 938 m de altitud) (Fig. 2), ubicadas al sur del estado de Morelos, dentro de la Reserva de La Biosfera Sierra de Huautla (REBIOSH) (Fig. 3), que desde el año 1999 protege uno de los últimos reductos de selva baja caducifolia de Morelos. La REBIOSH se asienta sobre una plataforma marina caliza del Mesozoico, dividida por la Autopista del Sol (México-Acapulco) en dos unidades, Cerro Frío y Sierra de Huautla; comprende una superficie de 59 142 hectáreas, con elevaciones y depresiones que abarcan un gradiente altitudinal entre 700 y 2200 m, cubierta principalmente de selva baja caducifolia y bosque de encino-pino, con un clima cálido subhúmedo (CONABIO,1999). Estas características se manifiestan en diferencias de temperatura y humedad en sitios cercanos con el mismo tipo de vegetación.



Figura 2. Localidades de estudio en la Sierra de Huautla. Imagen obtenida con el programa Google Earth (2020).

La REBIOSH constituye un reservorio de biodiversidad de gran relevancia para la conservación de los trópicos secos de México, en especial de la Cuenca del Balsas (CONABIO y UAEM, 2004). Esta área natural forma parte de la Región Terrestre Prioritaria 120, denominada Sierras de Taxco-Huautla, debido a su riqueza biológica y a la alta integridad ecológica, que en conjunto con la Sierra de Taxco constituyen un reservorio de especies endémicas y representan una amplia representatividad de ecosistemas (Arriaga *et al.*, 2000).

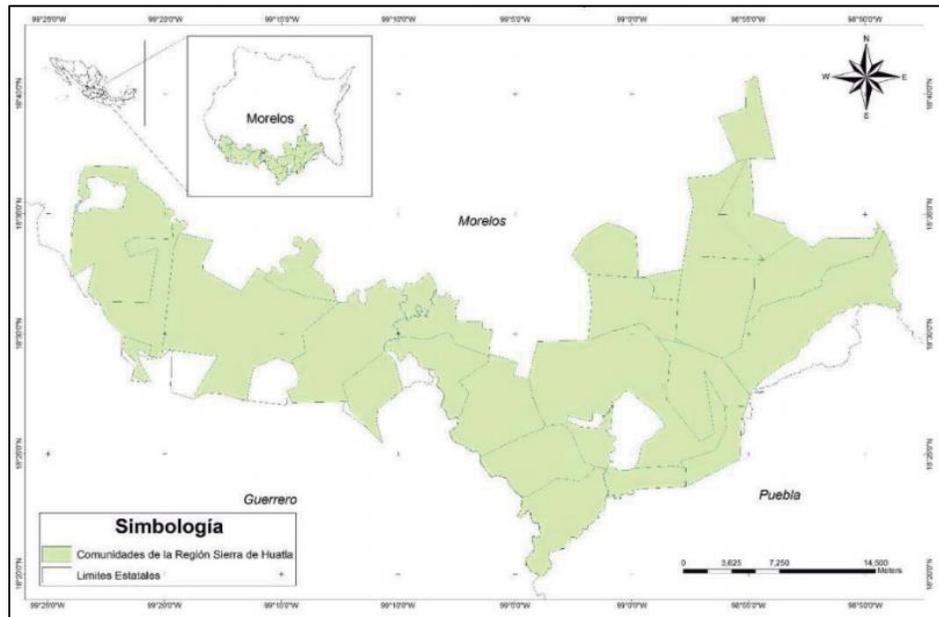


Figura 3. Ubicación de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla. Imagen tomada de Cruz-Aguilar *et al.* (2018).

HIPÓTESIS

La composición y estructura de Scarabaeoidea está ampliamente relacionada con factores bióticos y abióticos. Las localidades estudiadas se encuentran muy cerca entre sí y presentan un mismo tipo de vegetación, por lo que se espera que la composición y diversidad de ambos sitios sean iguales.

OBJETIVOS

General

Comparar la composición y diversidad de Scarabaeoidea en dos localidades de selva baja caducifolia del sur de Morelos.

Específicos

Elaborar una lista de especies de Scarabaeoidea de cada localidad.

Determinar la diversidad de Scarabaeoidea en cada sitio.

Comparar la similitud entre las localidades.

Identificar los gremios tróficos presentes en las zonas estudiadas.

Determinar la fenología de las especies obtenidas.

MÉTODO

Trabajo en campo

Durante el periodo de septiembre de 2018 a mayo de 2019 se capturaron ejemplares adultos en cada localidad mediante las siguientes técnicas de recolecta directas (activas) e indirectas (pasivas) (Márquez, 2005), para abarcar la variedad de hábitos de vida de Scarabaeoidea, con un esfuerzo de captura de ocho horas durante el día y dos horas a partir del crepúsculo. Con un sensor HOBO se registró la temperatura y humedad relativa de cada sitio durante el tiempo de recolecta.

- **Recolecta directa.** Se realizaron inspecciones de forma activa en los ambientes donde usualmente se encuentran especies de Scarabaeoidea, para ello se usaron herramientas (como los son redes de golpeo, palas entre otros) que permitieron capturarlos de forma adecuada estos organismos (Steyskal *et al.*, 1986):

- ♣ **Vegetación.** Se tomaron a los ejemplares que fueron vistos en las hojas, flores y tallos de las plantas; se utilizó una red de golpeo para atrapar a los coleópteros que se observaron y que fueron encontrados en sitios de difícil acceso.
 - ♣ **Hojarasca y suelo.** Se buscó a los ejemplares moviendo la hojarasca y el suelo con ayuda de una pala o simplemente con las manos.
 - ♣ **Troncos en descomposición y tocones.** Se utilizó un hacha o un desarmador para retirar la corteza de los troncos y alcanzar a los ejemplares.
 - ♣ **Materia orgánica en descomposición.** Se empleó una pala con la cual se removió la materia orgánica en descomposición (como lo son excretas o frutos, entre otros) para poder capturar a los ejemplares.
- **Recolecta indirecta.** Los organismos son atraídos o capturados de forma pasiva (Márquez, 2005), para ello se utilizaron las siguientes trampas:
 - ♣ **NTP-80.** Se utilizó un modelo de trampa basado en la necrotampa permanente modelo 1980 (NTP-80), la cual ha sido muy utilizada en la recolecta y estudio de una gran diversidad de insectos necrófilos mexicanos, debido a que su diseño permite coleccionar de manera sistemática por largos periodos de tiempo, ya que puede permanecer en campo por más de un mes, y el cebo utilizado, que puede ser calamar o pulpo, atrae una diversidad importante de organismos (Márquez, 2005).
Se instalaron dos trampas en cada localidad de estudio, separadas unos 500 metros entre sí. Permanecieron en este sitio por aproximadamente un mes, posteriormente se tomaron los individuos encontrados en dichas trampas y se colocaron en frascos con etanol para su conservación. A las trampas se les agregó más líquido conservador y se cambió el cebo, para posteriormente situarse en el lugar acordado hasta su próxima revisión.
 - ♣ **Trampa de luz.** Esta trampa se utiliza en recolectas nocturnas y sirven para atraer insectos voladores con fototropismo positivo (Márquez, 2005). En este caso se colocó una manta de aproximadamente 2 m de altura por 3 m de ancho, la cual se colocó sobre un tripié para brindarle soporte; se dispusieron cuatro mantas a ambos lados de la manta en suspensión. Se proyectó una luz fluorescente de halógeno blanca por una cara de la manta, mientras que por el lado contrario se colocó una luz ultravioleta.

- ♣ **Red de golpeo.** Muchos insectos tienen la conducta de dejarse caer cuando se encuentran en peligro (Márquez, 2005), por ello se utilizó una red de golpeo para batir o sacudir la vegetación y así propiciar la caída de insectos que están sujetos a las plantas. La red de golpeo mide aproximadamente 2 m de altura, con la cual se golpeó parte del dosel de los árboles donde habitan algunas especies de Scarabaeoidea.

Cada uno de los ejemplares recolectados (directa e indirectamente) se colocaron en frascos de plástico o de vidrio de diferentes capacidades, dependiendo del tamaño y número de los especímenes. Los frascos contenían virutas de aserrín al cual previamente se le agregaron algunas gotas de acetato de etilo para preservar los organismos (Morón y Terrón, 1988). Los frascos se etiquetaron con los datos mínimos que se requieren para su estudio, estos datos son: localidad de recolecta, método de recolecta, fecha y hora de recolecta, sustrato y nombre del o los recolectores.

Trabajo en laboratorio

Los ejemplares recolectados fueron transportados a la Colección Coleopterológica de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza (CCFES-Z) para su preparación:

- **Separación.** Se revisó todo el material recolectado, los especímenes se separaron de forma preliminar a nivel de familia con base en su morfología utilizando como base las guías proporcionadas por White (1983), apartando los organismos pertenecientes a la superfamilia Scarabaeoidea, para posteriormente agruparlos en morfoespecies para facilitar su posterior identificación.
- **Limpieza.** Los ejemplares se sumergieron en agua destilada con jabón neutro para eliminar las impurezas, como excremento o resina, que propiciarán en un futuro la formación de microorganismos que generaran algún deterioro sobre los escarabajos, y así poder observar las estructuras de importancia para realizar el proceso de determinación taxonómica.
- **Montaje.** Se realizó el montaje en seco de una muestra representativa de las morfoespecies, considerando la cantidad de los ejemplares y su representatividad en la CCFES-Z. Los ejemplares montados fueron incorporados a las cajas entomológicas de Scarabaeoidea, se acuerdo al orden seguido por la curadora.
 - ♣ Dicho montaje consiste en pinchar el ejemplar con un alfiler entomológico en la región del tórax. En el caso de los escarabajos mayores a 5 mm de longitud y 2 mm de anchura, el alfiler se colocó en

la parte superior del élitro derecho. Los organismos demasiado pequeños se pegaron en la punta de diminutos triángulos de opalina, siempre por su lado derecho, los cuales se atravesaron con un alfiler para poder ser sujetados.

- ♣ Para su montaje, previamente a ser atravesados por el alfiler, se retrajeron los élitros de tal forma que las alas membranosas quedaron cubiertas por ellos, se extendieron las patas y se extendieron las antenas, para que las estructuras se observaran con claridad durante la determinación taxonómica.
- ♣ Los ejemplares se dejaron secar durante una o dos semanas y posteriormente se les colocaron las etiquetas con los datos de captura y localidad clavados en el mismo alfiler entomológico.
- **Extracción de genitalia.** Para poder realizar de forma adecuada la determinación taxonómica de algunas morfoespecies, fue necesario extraer los órganos genitales de varios organismos. Para esta técnica se usaron pinzas o agujas delgadas. La genitalia extraída se limpió con hidróxido de potasio al 10 % para eliminar tejido orgánico (Márquez, 2005), se lavó con agua destilada para neutralizar la potasa y se conservó en seco adherida a pequeños triángulos de cartulina colocada bajo el ejemplar o en húmedo dentro de pequeños viales con glicerina.
- **Determinación taxonómica.** Para la determinación de los organismos a nivel genérico y supragenéricos se usaron las claves de Delgado y colaboradores (2000), así como los Atlas de los escarabajos de México (Morón *et al.*, 1997; Morón, 2003). Para la determinación a nivel de especie se consultaron diversas revisiones y claves regionales (Deloya *et al.*, 2007; Orozco, 2012, entre muchas otras).
- **Etiquetado.** Se elaboraron dos etiquetas, en la primera se colocaron los datos de recolecta (localidad de recolecta, método de recolecta, fecha y hora de recolecta, sustrato y nombre del o los recolectores) y en la segunda los datos taxonómicos del ejemplar (género, especie, autoridad, determinador y fecha de determinación). Para hacer las etiquetas se emplearon hojas de opalina y tinta indeleble, de tal manera que los datos se preserven de forma óptima y sean difíciles de destruir con la humedad.
- **Organización e incorporación a la CCFES-Z.** Los ejemplares montados y etiquetados se colocaron en cajas de cartón de aproximadamente 10 x 15 cm y fueron incorporados a las cajas entomológicas correspondientes dentro de la CCFES-Z.

Manejo de datos

En el programa Microsoft Excel 2016 se capturaron los datos de recolecta (localidad de recolecta, método de recolecta, fecha y hora de recolecta, sustrato y nombre del o los recolectores) y taxonómicos (familia, subfamilia, tribu, subtribu, género y especie) de todos los ejemplares. Se estandarizaron los datos y se realizaron consultas con la herramienta “Tabla dinámica” para obtener lo siguiente:

- **Lista de especies.** Con los datos previamente estandarizados se procedió a realizar una lista de las especies presentes en Scarabaeoidea en cada localidad. La lista se organizó conforme a la clasificación de familias, subfamilias y tribus propuesta por Bouchard y colaboradores (2011).
 - ♣ **Completitud del inventario.** El número de especies esperadas para cada localidad se obtuvo mediante los estimadores no paramétricos ACE, ICE, Chao 1 y Chao 2 basados en el número de especies raras (Moreno, 2001; Chao *et al.*, 2005). Para ello se utilizó el programa EstimateS (versión 9.1.0). Mientras que para las funciones de acumulación de especies para las localidades fueron obtenidas por medio del programa Species Accumulation 9.1.
- **Diversidad local.** La diversidad alfa es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea (Moreno, 2001). Esta se expresó mediante la diversidad verdadera a partir del índice de Shannon-Wiener (H'). El índice de Pielou (J') se calculó para determinar la equitatividad de las especies en cada localidad. Mediante una prueba t de Student se compararon los valores del índice de Shannon-Wiener:
 - ♣ **Diversidad verdadera.** La diversidad verdadera de orden 1 (1D), en la cual todas las especies son consideradas en el valor de diversidad, ponderadas proporcionalmente según su abundancia en la comunidad (García-Morales *et al.*, 2011).

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

donde:

H' = índice de Shannon-Wiener

S = número de especies (riqueza de especies)

p_i = proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuo (es decir abundancia relativa de la especie i , n_i/N)

- ♣ **Índice de Shannon-Wiener.** Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Peet, 1974; Magurran, 1988; Baev y Penev, 1995; Moreno, 2001).

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

donde:

S = número de especies (riqueza de especies)

p_i = proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuo (es decir abundancia relativa de la especie i , n_i/N)

n_i = número de individuos de la especie i

N = número de todos los individuos de todas las especies

- ♣ **Índice de Pielou (índice de equitatividad).** Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran 1988; Moreno, 2001).

$$J' = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

donde:

H' = índice de Shanon Wiener

$H'_{\max} = \ln(S)$

S = número de especies (riqueza de especies)

- ♣ **Prueba t de student.** Permite determinar si existe diferencia significativa entre los valores del índice de Shannon-Wiener (Moreno, 2001).

$$t = \frac{H_{p1} - H_{p2}}{D \text{ var}} \quad g.l = \frac{(\text{var}_1 + \text{var}_2)^2}{(\text{var}_1^2/N_1) + (\text{var}_2^2/N_2)}$$

$$H_p = \frac{(N \log N) - \sum f_i \log f_i}{N}$$

$$D \text{ var} = (\text{var}_1 + \text{var}_2)^{1/2}$$

$$\text{var} = \frac{\sum f_i \log^2 f_i - [(\sum f_i \log f_i)^2/N]}{N^2}$$

donde:

H_p = índice de diversidad ponderado

D_{var} = diferencia de varianzas

Var = varianza del índice de diversidad ponderado

$g.l.$ = grados de libertad asociados con el valor de t

f_i = número de individuos de la especie i

N = número de todos los individuos de todas las especies.

Similitud. Expresa el grado en el dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas (Moreno, 2001), para lo cual se utilizó el coeficiente de similitud de Jaccard (I_J):

- ♣ **Coeficiente de similitud de Jaccard.** El intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies.

$$I_J = \frac{c}{a + b - c}$$

donde:

a = número de especies presentes en el sitio A.

b = número de especies presentes en el sitio B.

c = número de especies presentes en ambos sitios A y B.

Gremios tróficos. Se identificaron los gremios tróficos agrupando a los individuos según el método de recolecta o sustrato en el que fueron encontrados. Los gremios se organizaron de acuerdo con la propuesta de Deloya y colaboradores (2007) (Cuadro 1). Con ayuda de literatura del grupo se corroboraron los hábitos alimentarios de las especies.

Fenología. Se representó la actividad mensual de los ejemplares de todas las especies. Se elaboraron gráficas de presencia con respecto a la precipitación, temperatura y humedad registradas en la zona de estudio.

RESULTADOS

Lista de especies

Se recolectaron 5166 ejemplares adultos de la superfamilia Scarabaeoidea, agrupados en cuatro familias, 11 subfamilias, 18 tribus, 8 subtribus, 32 géneros, cuatro subgéneros y 88 morfoespecies, de las cuales 71 fueron determinadas a nivel genérico y 14 a nivel específico. Scarabaeidae con 81 especies fue la familia dominante en las comunidades estudiadas.

La lista taxonómica que se presenta a continuación (Cuadro 2), sigue la clasificación de Bouchard y colaboradores (2011), mostrando la composición encontrada en cada localidad. En las dos localidades se encontraron representantes de las familias Hybosoridae, Passalidae, Scarabaeidae y Trogidae, pero en Coaxitlán se registró mayor riqueza de especies (70) y abundancia de escarabajos (3007) que en Los Manantiales (67 especies, 2159 individuos) (Fig. 4).

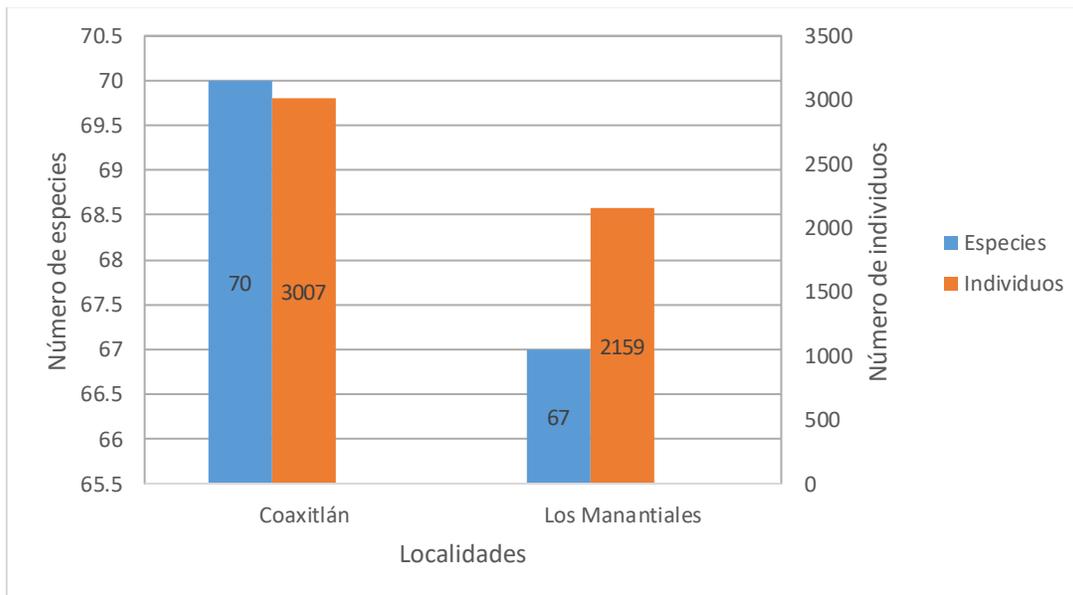


Figura 4. Riqueza y abundancia de Scarabaeoidea en las zonas de estudio.

Cuadro 2. Lista de especies de Scarabaeoidea y su abundancia en las localidades de estudio.

	Coaxitlán	Los Manantiales
HYBOSORIDAE Erichson, 1847		
Ceratocanthinae Martinez, 1968		
Morfoespecie 1 (23)		1
Hybosorinae Erichson, 1847		
<i>Hybosorus</i> sp.	18	56
PASSALIDAE Leach, 1815		
Passalinae Leach, 1815		
Passalini Leach, 1815		
<i>Passalus</i> sp.	5	1
<i>Ptichopus</i> sp.	5	16
SCARABAEIDAE Latreille, 1802		
Aphodiinae Leach, 1815		
Aphodiini Leach, 1815		
Aphodiina Leach, 1815		
<i>Aphodius</i> sp.	38	25
<i>Labarrus pseudolividus</i> Balthasar, 1941	12	10
Eupariini Schmidt, 1910		
<i>Ataenius</i> sp. 1	20	12
<i>Ataenius</i> sp. 2	25	87
<i>Ataenius</i> sp. 3	48	2
<i>Ataenius</i> sp. 4	2	
Cetoniinae Leach, 1815		
Cetoniini Leach, 1815		
Euphoriina Horn, 1880		
<i>Euphoria biguttata</i> (Gory & Percheron, 1833)	12	
<i>Euphoria leucographa</i> (Gory & Percheron, 1833)	8	6
<i>Euphoria subtomentosa</i> (Dejean, 1837)	7	
<i>Euphoria</i> sp. 1	2	
<i>Euphoria</i> sp. 2	1	
Gymnetini Kirby, 1827		
Gymnetina Kirby, 1827		
<i>Guatemalica</i> sp.		1
<i>Hologymnetis</i> sp.	1	
Dynastinae MacLeay, 1819		
Cyclocephalini Laporte, 1840		
<i>Cyclocephala lunulata</i> Burmeister, 1847	3	17

<i>Cyclocephala</i> sp. 1		6
<i>Cyclocephala</i> sp. 2	1	
<i>Cyclocephala</i> sp. 3	1	
<i>Cyclocephala</i> sp. 4		1
Oryctini Mulsant, 1842		
<i>Strategus aloeus</i> (Linnaeus, 1758)	1	5
Pentodontini Mulsant, 1842		
Pentodontina Mulsant, 1842		
<i>Orizabus cuernavacensis</i> Delgado & Deloya, 1990	160	
<i>Tomarus sallaei</i> Bates, 1888	2	1
Phileurini Burmeister, 1847		
Phileurina Burmeister, 1847		
<i>Goniophileurus</i> sp.	1	
<i>Hemiphileurus</i> sp. 1		2
<i>Hemiphileurus</i> sp. 2	2	5
Melolonthinae Leach, 1819		
Diplotaxini Kirby, 1837		
<i>Diplotaxis</i> sp. 1	17	52
<i>Diplotaxis</i> sp. 2	23	52
<i>Diplotaxis</i> sp. 3	143	604
<i>Diplotaxis</i> sp. 4	204	29
<i>Diplotaxis</i> sp. 5	129	11
Morfoespecie 2 (31)		1
Melolonthini Leach, 1819		
Rhizotrogina Burmeister, 1855		
<i>Phyllophaga</i> sp. 1		3
<i>Phyllophaga</i> sp. 2	23	32
<i>Phyllophaga</i> sp. 3	17	1
<i>Phyllophaga</i> sp. 4	1	
<i>Phyllophaga</i> sp. 5	40	2
<i>Phyllophaga</i> sp. 6	2	2
<i>Phyllophaga</i> sp. 7	45	25
<i>Phyllophaga</i> sp. 8	25	18
<i>Phyllophaga</i> sp. 9	5	
<i>Phyllophaga</i> sp. 10	23	
<i>Phyllophaga</i> sp. 11	10	4
<i>Phyllophaga</i> sp. 12	3	1
<i>Phyllophaga</i> sp. 13		1
<i>Phyllophaga</i> sp. 14		1
<i>Phyllophaga</i> sp. 15		1
<i>Phyllophaga</i> sp. 16	1	
<i>Phyllophaga</i> sp. 17	1	

Rutelinae MacLeay, 1819 Anomalini Streubel, 1839 Anomalina Streubel, 1839		
Morfoespecie 3 (70)	11	1
<i>Paranomala</i> sp. 1	1	
<i>Paranomala</i> sp. 2	1	
<i>Paranomala</i> sp. 3		1
<i>Paranomala</i> sp. 4	2	
<i>Paranomala</i> sp. 5	57	3
<i>Paranomala</i> sp. 6	54	10
<i>Paranomala</i> sp. 7	190	26
<i>Paranomala</i> sp. 8	14	8
<i>Strigoderma</i> sp. 1	1	
<i>Strigoderma</i> sp. 2	2	
Rutelini MacLeay, 1819 Pelidnotina		
<i>Pelidnota</i> sp. 1	3	3
<i>Pelidnota</i> sp. 2	1	1
Scarabaeinae Latreille, 1802 Ateuchini Perty, 1830 Ateuchina Perty, 1830		
<i>Ateuchus rodriguezii</i> Preudhomme de Borre, 1886	220	210
<i>Canthidium</i> sp.	1	8
Coprini Leach, 1815		
<i>Copris</i> sp. 1		1
<i>Copris</i> sp. 2		1
<i>Dichotomius</i> sp. 1	176	50
<i>Dichotomius</i> sp. 2	2	3
Deltochilini Lacordaire, 1856		
<i>Canthon humectus</i> Say, 1831	18	9
<i>Canthon</i> sp. 1	34	196
<i>Canthon</i> sp. 2	145	129
<i>Canthon</i> sp. 3	1	13
<i>Deltochilum (Hybomidum) lobipes</i> Bates, 1887	256	30
<i>Deltochilum (Deltochilum)</i> sp. 1	500	8
<i>Deltochilum (Deltochilum)</i> sp. 2		2
Onthophagini Burmeister, 1846		
<i>Digitonthophagus gazella</i> Fabricius, 1787	62	39
<i>Onthophagus anthracinus</i> Harold, 1873	1	

<i>Onthophagus</i> sp. 1		77
<i>Onthophagus</i> sp. 2		133
Phanaeini Hope, 1838		
<i>Coprophanæus</i> sp.	59	25
<i>Phanaeus demon</i> Laporte, 1840	10	6
<i>Phanaeus</i> sp. 1	34	11
<i>Phanaeus</i> sp. 2		1
TROGIDAE MacLeay, 1819		
Omorginae Nikolajev, 2005		
<i>Omorgus</i> sp. 1	1	1
<i>Omorgus</i> sp. 2	63	53
<i>Omorgus</i> sp. 3		6

Completitud del inventario

El total de especies registradas en la localidad de Coaxitlán (Fig. 5) representa entre el 49.3 y el 82.3 % de las especies esperadas, según los estimadores ICE (142 especies) y Chao 1 (85 especies). El número de especies con un individuo (singletons) o por dos individuos (doubletons) aumentó con el número de muestras (Fig. 6), lo cual puede indicar que se requiere mayor esfuerzo de recolecta.

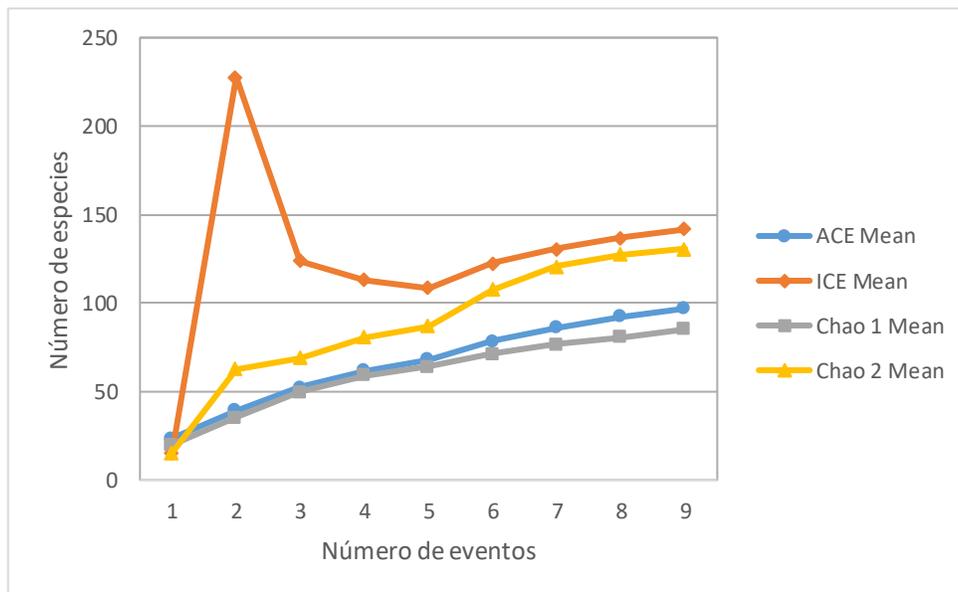


Figura 5. Estimación de la riqueza de especies en Coaxitlán.

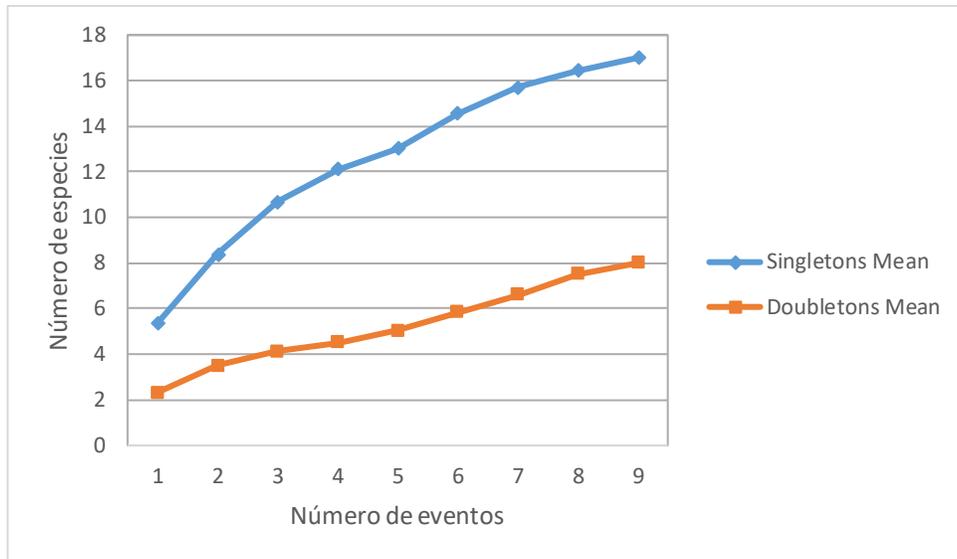


Figura 6. Especies representadas por un solo individuo (singletons) y por dos individuos (doubletons) en Coaxitlán.

En la localidad Los Manantiales (Fig. 7), el total de especies inventariadas se encuentra entre el 58.7 y el 76 % de la riqueza esperada, según estimadores de incidencia (ICE, 114 especies) y abundancia (ACE, 88 especies). Aunque el número de especies con dos individuos (doubletons) parece constante desde la muestra seis (Fig. 8), el número de especies con un individuo (singletons) continúa en aumento, lo cual sugiere que es necesario continuar el muestreo.

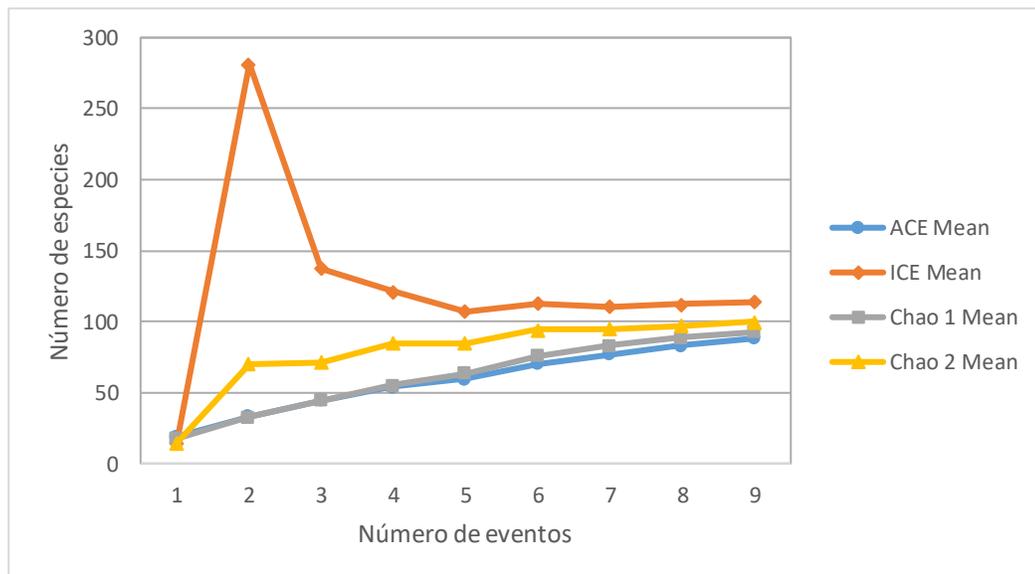


Figura 7. Estimación de la riqueza de especies en Los Manantiales.

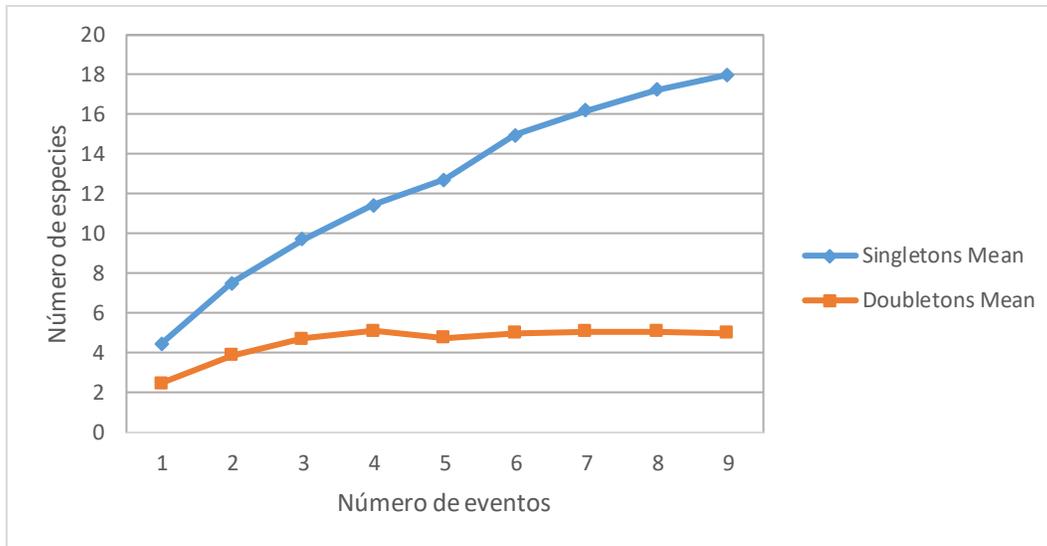


Figura 8. Especies representadas por un solo individuo (singletons) y por dos individuos (doubletons) en Los Manantiales.

Diversidad

El valor de Shannon-Wiener para Coaxitlán ($H'=3.17$) fue mayor que en Los Manantiales ($H'=2.90$), con diferencias significativas, por lo cual la localidad de Coaxitlán registró una diversidad verdadera (1D) mayor a Los Manantiales (Cuadro 3). La diversidad de Coaxitlán fue igual a la que tendría una comunidad virtual con 23.9 especies, en la cual todas las especies tuvieran exactamente la misma abundancia. La diversidad de Los Manantiales fue igual a la de una comunidad con 18.2 especies efectivas, por lo cual Los Manantiales tienen apenas el 76.2 % de la diversidad de Coaxitlán.

Cuadro 3. Diversidad de las localidades estudiadas. A=Abundancia, S=Riqueza específica, H' =Diversidad de Shannon-Wiener, J' =Equitatividad de Pielou, 1D =Diversidad verdadera.

Localidad	A	S	H'	J'	1D
Coaxitlán	3007	70	3.17	0.75	23.9
Los Manantiales	2159	67	2.90	0.69	18.2

Las curvas de dominancia-diversidad (Fig. 9) sugieren una distribución de especies más compacta en la parte media de la curva de Coaxitlán, con dominancia de una especie (*Deltochilum* sp. 1) y nueve especies de mediana dominancia, en comparación con la distribución dispersa en la parte media de la curva de Los

Manantiales, con marcada dominancia de *Diplotaxis* sp. 3 y seis especies de dominancia media. Esto se refleja en los valores de equitatividad registrados (J', Cuadro 3).

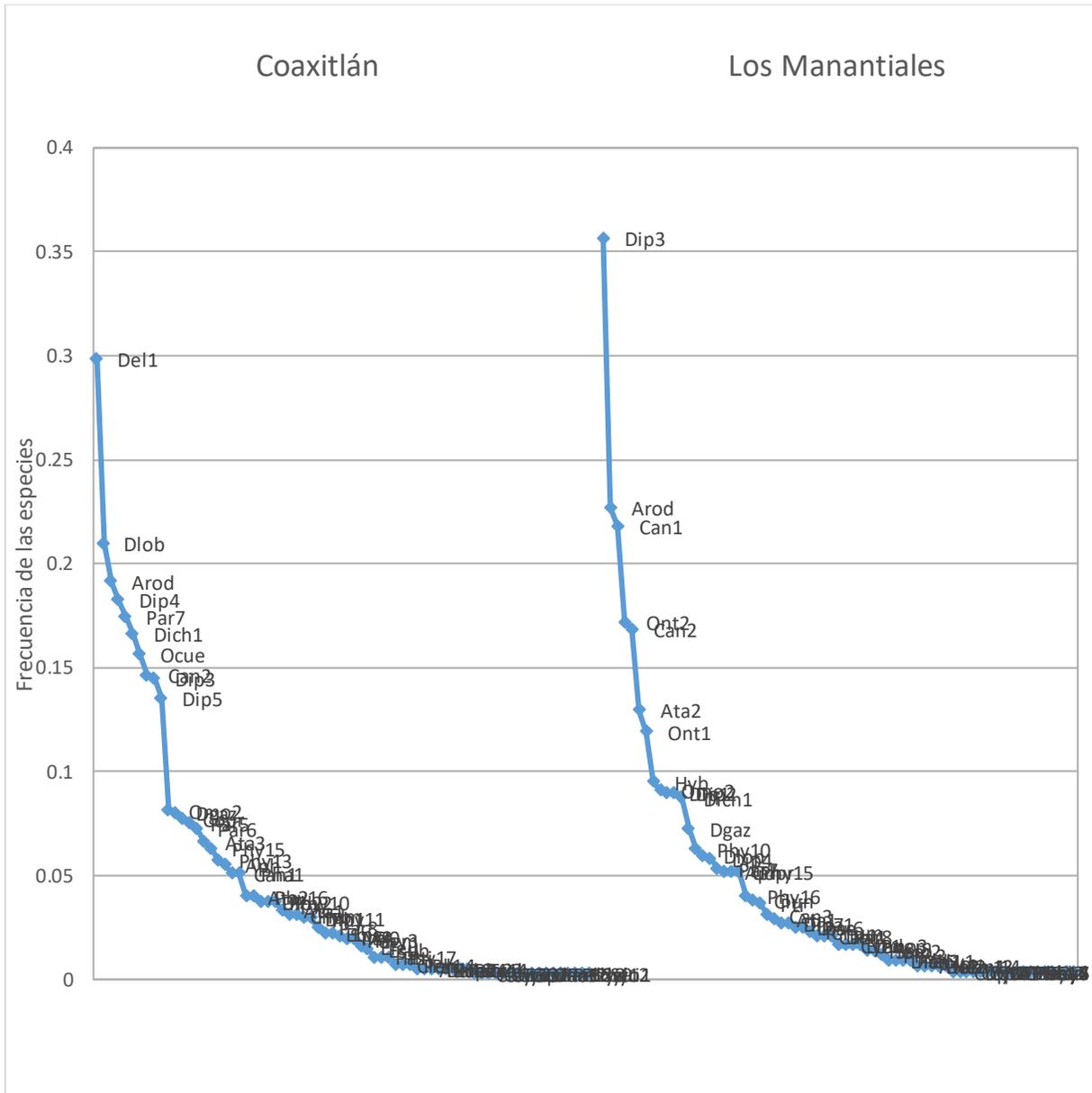


Figura 9. Curvas de dominancia-diversidad de Scarabaeoidea en las localidades de estudio.

Similitud

El valor del coeficiente de Jaccard fue de 0.557, lo que indica que existe similitud de especies entre las localidades de estudio. Entre ellas se comparten 49 especies, que representan el 70 % de la riqueza de Coaxitlán y el 73.1 % de Los Manantiales. En Coaxitlán se presentaron 21 especies exclusivas, mientras que en Los Manantiales se encontraron 18 especies únicas (Cuadro 4).

Cuadro 4. Especies exclusivas encontradas por localidad estudiada.

Coaxitlán	Los Manantiales
<i>Ataenius</i> sp. 4	<i>Copris</i> sp. 1
<i>Cyclocephala</i> sp. 2	<i>Copris</i> sp. 2
<i>Cyclocephala</i> sp. 3	<i>Deltochilum</i> (Deltochilum) sp. 2
<i>Euphoria biguttata</i>	<i>Cyclocephala</i> sp. 1
<i>Euphoria subtomentosa</i>	<i>Cyclocephala</i> sp. 4
<i>Euphoria</i> sp. 1	<i>Guatemalica</i> sp.
<i>Euphoria</i> sp. 2	<i>Hemiphileurus</i> sp. 1
<i>Goniophileurus</i> sp.	Morfoespecie 23
<i>Hologymnetis</i> sp.	Morfoespecie 31
<i>Onthophagus anthracinus</i>	<i>Omorgus</i> sp. 3
<i>Orizabus cuernavacensis</i>	<i>Onthophagus</i> sp. 1
<i>Paranomala</i> sp. 1	<i>Onthophagus</i> sp. 2
<i>Paranomala</i> sp. 2	<i>Paranomala</i> sp. 3
<i>Paranomala</i> sp. 4	<i>Phanaeus</i> sp. 2
<i>Phyllophaga</i> sp. 4	<i>Phyllophaga</i> sp. 1
<i>Phyllophaga</i> sp. 9	<i>Phyllophaga</i> sp. 13
<i>Phyllophaga</i> sp. 10	<i>Phyllophaga</i> sp. 14
<i>Phyllophaga</i> sp. 16	<i>Phyllophaga</i> sp. 15
<i>Phyllophaga</i> sp. 17	
<i>Strigoderma</i> sp. 1	
<i>Strigoderma</i> sp. 2	

Gremios tróficos

En el área de estudio se presentaron los cuatro grupos funcionales para Scarabaeoidea propuestos por Deloya y colaboradores (2007). La proporción de cada grupo fue diferente en cada localidad, en Coaxitlán predominaron los escarabajos con hábitos tróficos fitófagos y en Los Manantiales los de hábitos saprófagos. En Coaxitlán se registraron especies de diez gremios tróficos y nueve en Los Manantiales (Fig. 10).

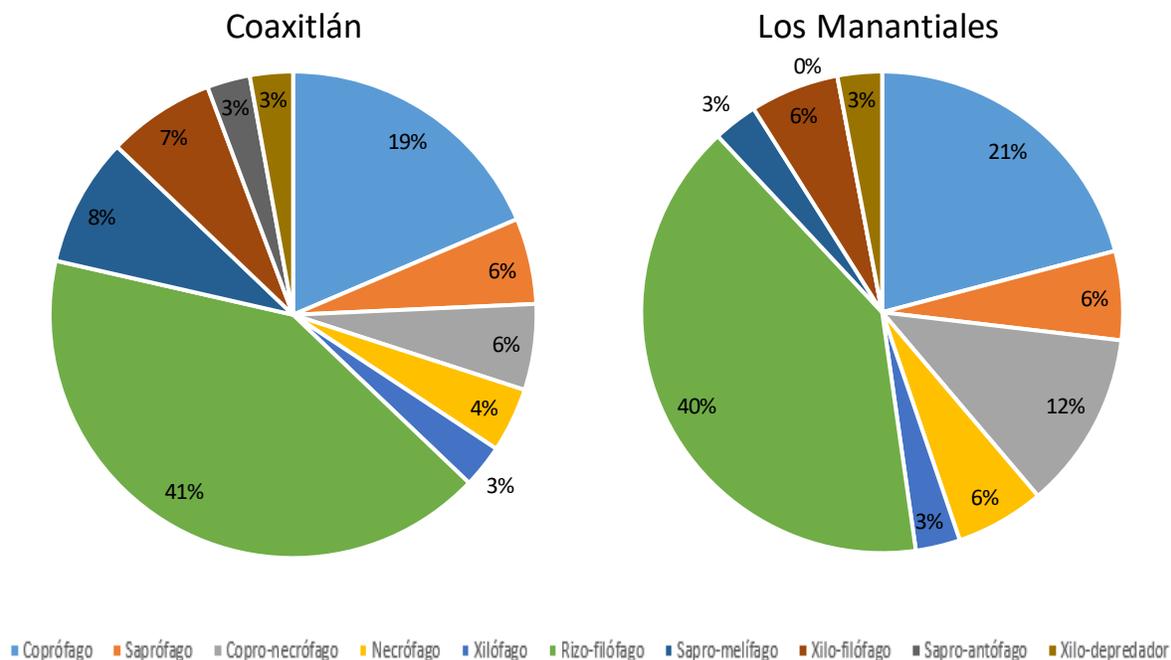


Figura 10. Comparación de los gremios tróficos en las localidades de estudio.

En **Coaxitlán**, la proporción de grupos funcionales fue: fitófago (41.4 %), saprófago (34.3 %), saprofitófago (18.6 %) y depredador (2.9 %). Los escarabajos fitófagos registrados en esta localidad pertenecen al gremio rizo-filófago, representado por 29 especies de los géneros *Cyclocephala*, *Diplotaxis*, *Paranomala* y *Phyllophaga*.

Dentro del grupo funcional saprófago se encontraron 26 especies pertenecientes a los gremios tróficos:

- ♣ Coprófago. Presente con la mayor riqueza de especies (S=13) y el 50 % de los saprófagos. Los taxones en este gremio fueron *Aphodius* sp, *Ateuchus rodriguezii*, *Canthidium* sp., *Canthon humectus*, *Canthon* sp.1, *Canthon* sp.2, *Canthon* sp. 3, *Dichotomius* sp. 1, *Dichotomius* sp. 2, *Digitontophagus gazella*, *Labarrus pseudolividus*, *Phanaeus demon* y *Phanaeus* sp. 1.
- ♣ Copro-necrófago. Conformado por las especies *Coprophaenus* sp., *Deltochilum (Hybomidum) lobipes*, *Deltochilum (Deltochilum) sp.1*, y *Onthophagus anthracinus*, con el 15.7 % del grupo.
- ♣ Necrófago. Representado por las especies *Hybosorus* sp., *Omorgus* sp. 1 y *Omorgus* sp. 2, con el 11.5 % del grupo.
- ♣ Saprófago. Comprende cuatro especies *Ataenius* sp. 1, *Ataenius* sp. 2, *Ataenius* sp. 3 y *Ataenius* sp. 4, y agrupó el 15.4 % del grupo.
- ♣ Xilófago. Las especies *Passalus* sp. y *Ptichopus* sp. son los únicos integrantes dentro del gremio, con el 7.7 % del grupo.

El grupo saprófitofago estuvo representado por 13 especies distribuidas en los gremios tróficos:

- ♣ Sapro-antófago. *Strigoderma* sp. 1 y *Strigoderma* sp. 2 representaron a este gremio, con el 15.4 % del grupo.
- ♣ Sapro-melífago. Fue el gremio mejor representado, con el 46.2 % de los saprófitofagos y conformado por las especies *Euphoria biguttata*, *Euphoria leucographa*, *Euphoria subtomentosa*, *Euphoria* sp. 1, *Euphoria* sp. 2 y *Hologymnetis* sp. de la subfamilia Cetoniinae, familia Scarabaeidae.
- ♣ Xilo-filófago. Las especies *Orizabus cuernavacensis*, *Pelidnota* sp. 1, *Strategus albeus* y *Tomarus sallaei* conforman este gremio, con el 38.5 % del grupo.

El grupo funcional de los depredadores estuvo representado por las especies *Goniophileurus* sp. y *Hemiphileurus* sp. 2, pertenecientes al gremio xilo-depredadores, subfamilia Dynastinae, familia Scarabaeidae.

En **Los Manantiales**, la proporción de los grupos funcionales fue: saprófago (47.8 %), fitófago (40.3 %), saprofitófago (9 %) y depredador (3 %). Los saprófagos tuvieron una mayor presencia en la localidad con 32 especies distribuidas en los gremios tróficos:

- ♣ Coprófago. Agrupó el mayor número de especies (14) e individuos de los saprófagos (43.75 %): *Aphodius* sp., *Ateuchus rodriguezii*, *Canthidium* sp., *Canthon humectus*, *Canthon* sp.1, *Canthon* sp.2, *Canthon* sp. 3, *Dichotomius* sp. 1, *Dichotomius* sp. 2, *Digitontophagus gazella*, *Labarrus pseudolivinus*, *Phanaeus demon*, *Phanaeus* sp. 1 y *Phanaeus* sp. 2.
- ♣ Copro-necrófago. Las especies *Copris* sp. 1, *Copris* sp. 2, *Coprophanaeus* sp., *Deltochilum (Hybomidum) lobipes*, *Deltochilum (Deltochilum) sp.1*, *Deltochilum (Deltochilum) sp.2*, *Onthophagus* sp. 1 y *Onthophagus* sp. 1, integraron el 25 % del grupo.
- ♣ Necrófago. Representado por las especies *Hybosorus* sp., *Omorgus* sp. 1, *Omorgus* sp. 2 y *Omorgus* sp. 3, comprendió el 12.5 %.
- ♣ Saprófago. Las especies *Ataenius* sp. 1, *Ataenius* sp. 2, *Ataenius* sp. 3 y Morfoespecie 23, constituyen el 12.5 % del grupo funcional.
- ♣ Xilo-filófago. Las especies *Passalus* sp. y *Ptichopus* sp. representaron este gremio con el 6.25 % del grupo.

Los escarabajos del grupo funcional fitófago estuvieron representados por 27 especies de los géneros *Cyclocephala*, *Diplotaxis*, *Paranomala* y *Phyllophaga*, que pertenecen al gremio rizo-filófago.

El grupo funcional saprofitófago estuvo constituido por seis especies de los gremios Sapro-melífago y Xilo-filófago que agruparon el 33.3 % y el 66.7 %, respectivamente. *Euphoria leucographa* y *Guatemalica* sp. del primero y, *Pelidnota* sp. 1, *Pelidnota* sp. 2, *Strategus aloeus* y *Tomarus sallaei* del segundo.

Las especies *Hemiphileurus* sp. 1 y *Hemiphileurus* sp. 2, conforman los únicos registros para el gremio trófico Xilo-depredador dentro del grupo funcional de los depredadores.

Fenología

Las zonas estudiadas presentaron pequeñas variaciones de temperatura y humedad relativa (Fig. 11), mostrando en general la misma estacionalidad, con una temporada de sequía (de noviembre a abril) y una de lluvias que inicia en el mes de mayo y concluye en octubre.

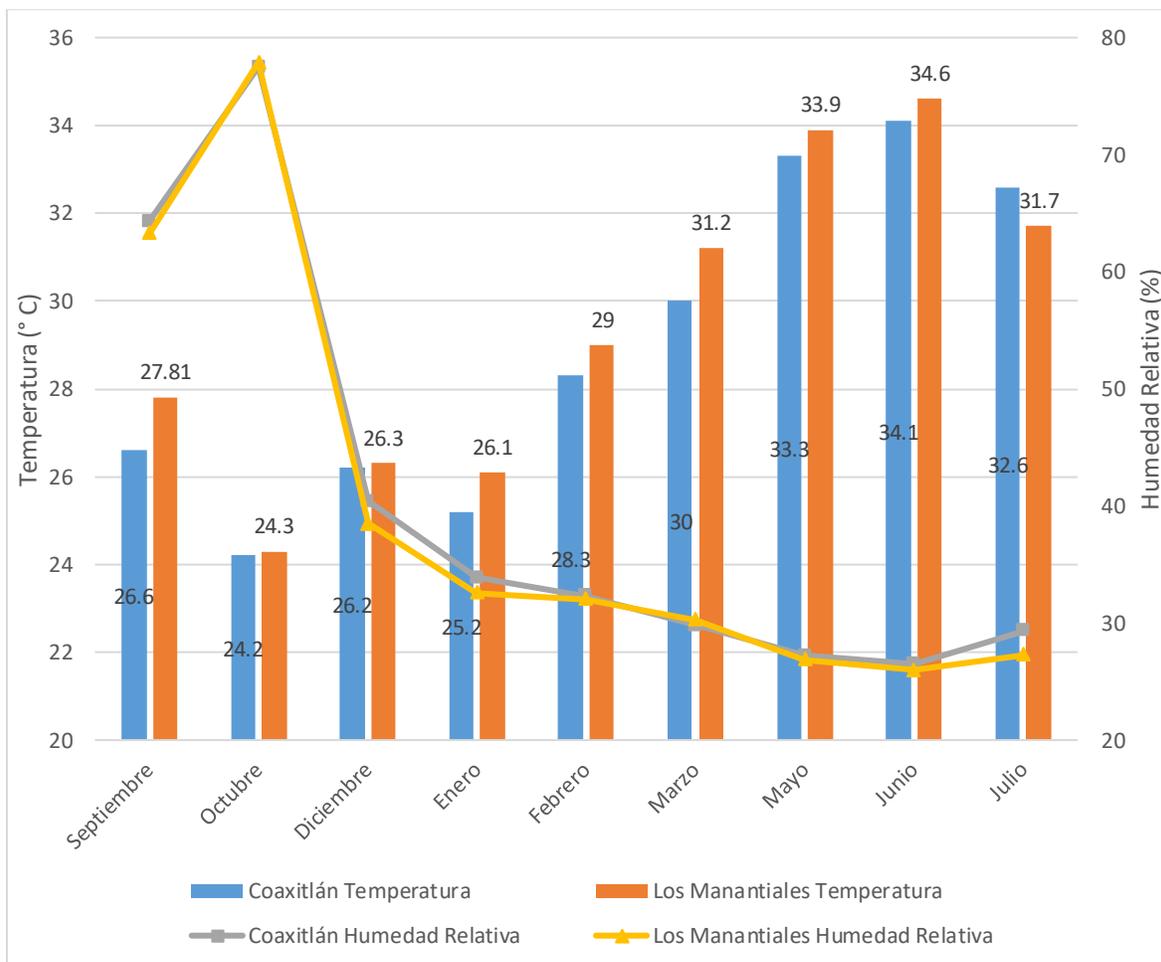


Figura 11. Temperatura y humedad relativa en las localidades de estudio.

En las dos localidades, la mayor riqueza de especies se registró en la época de lluvias, con altos valores en el mes de junio de 2019, pero también en octubre de 2018 (Fig. 12). Estos datos se corresponden con la temperatura y la humedad relativa registradas en las áreas (Fig. 11). Para Coaxitlán (Cuadro 5) y Los Manantiales (Cuadro 6), la mayor abundancia se observó al inicio del periodo de lluvias de 2019, en los meses de junio y julio. Los periodos de lluvias y secas marcaron una gran estacionalidad en los individuos, debido a que no se mostraron especies activas en todos los meses de estudio para las dos localidades, como se observa en los Cuadros 5 y 6.

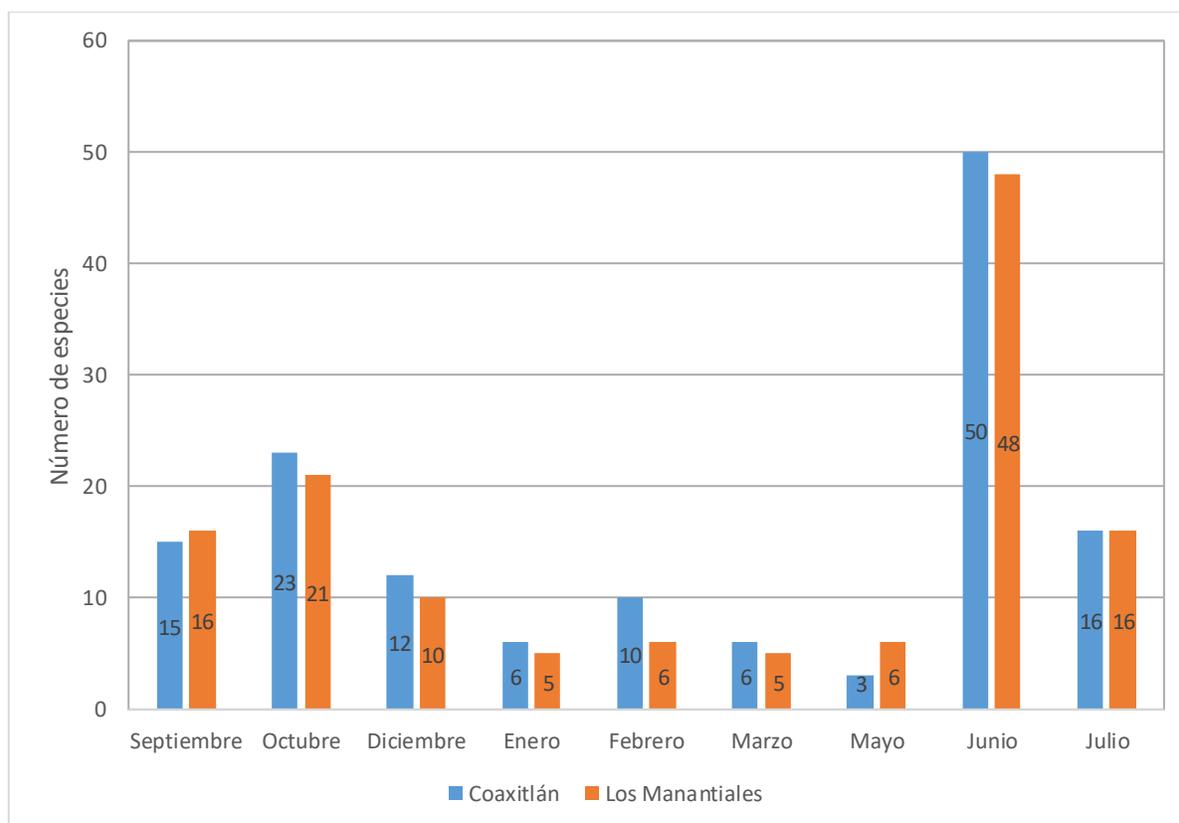


Figura 12. Fenología de Scarabaeoidea entre septiembre de 2018 y julio de 2019 en las localidades de estudio.

Cuadro 5. Distribución mensual de Scraeaeoidea en Coaxitlán. Los valores indican el número de organismos recolectados por mes.

Especie	Lluvias 2018		Secas 2018-2019				Lluvias 2019		
	sep	oct	dic	ene	feb	mar	may	jun	jul
<i>Aphodius</i> sp.	1		2	7	13	11	1	3	
<i>Ataenius</i> sp. 1	5	1				2		12	
<i>Ataenius</i> sp. 2	10	2	1	2	1	1		8	
<i>Ataenius</i> sp. 3	20	12	2	1		1		12	
<i>Ataenius</i> sp. 4			1		1				
<i>Ateuchus rodriguezi</i>	14	10	3					19	174
<i>Canthidium</i> sp.								1	
<i>Canthon humectus</i>		2							16
<i>Canthon</i> sp. 1		6	2					4	22
<i>Canthon</i> sp. 2									145
<i>Canthon</i> sp. 3									1
<i>Coprophanæus</i> sp.		19	4						36
<i>Cyclocephala lunulata</i>	1				1			1	
<i>Cyclocephala</i> sp. 2			1						
<i>Cyclocephala</i> sp. 3					1				
<i>Deltochilum (Hybomidum) lobipes</i>		21	19		2			1	213
<i>Deltochilum (Deltochilum) sp. 1</i>	2		1					36	461
<i>Dichotomius</i> sp. 1		2						17	157
<i>Dichotomius</i> sp. 2								2	
<i>Digitontophagus gazella</i>	16	1						41	4
<i>Diplotaxis</i> sp. 1					3	13		1	
<i>Diplotaxis</i> sp. 2				6	17				
<i>Diplotaxis</i> sp. 3					59	75	2	7	
<i>Diplotaxis</i> sp. 4								204	
<i>Diplotaxis</i> sp. 5								129	
<i>Euphoria biguttata</i>		12							
<i>Euphoria leucographa</i>	1							6	1
<i>Euphoria subtomentosa</i>	4	3							
<i>Euphoria</i> sp. 1	1	1							
<i>Euphoria</i> sp. 2			1						
<i>Goniophileurus</i> sp.								1	
<i>Hemiphileurus</i> sp. 2								2	
<i>Hologymnetis</i> sp.		1							
<i>Hybosorus</i> sp.	2							16	
<i>Labarrus pseudolividus</i>	1	3	5	2				1	

Morfoespecie 70								11	
<i>Omorgus</i> sp. 1								1	
<i>Omorgus</i> sp. 2									63
<i>Onthophagus anthracinus</i>		1							
<i>Orizabus cuernavacensis</i>								160	
<i>Paranomala</i> sp. 1		1							
<i>Paranomala</i> sp. 2		1							
<i>Paranomala</i> sp. 4							2		
<i>Paranomala</i> sp. 5								57	
<i>Paranomala</i> sp. 6								54	
<i>Paranomala</i> sp. 7								190	
<i>Paranomala</i> sp. 8								14	
<i>Passalus</i> sp.		1			4				
<i>Pelidnota</i> sp. 1	1							2	
<i>Pelidnota</i> sp. 2								1	
<i>Phanaeus demon</i>		1							9
<i>Phanaeus</i> sp. 1	2	3		1				19	9
<i>Phyllophaga</i> sp. 2								23	
<i>Phyllophaga</i> sp. 3								17	
<i>Phyllophaga</i> sp. 4								1	
<i>Phyllophaga</i> sp. 5								40	
<i>Phyllophaga</i> sp. 6								2	
<i>Phyllophaga</i> sp. 7								45	
<i>Phyllophaga</i> sp. 8								25	
<i>Phyllophaga</i> sp. 9								5	
<i>Phyllophaga</i> sp. 10								23	
<i>Phyllophaga</i> sp. 11								10	
<i>Phyllophaga</i> sp. 12								3	
<i>Phyllophaga</i> sp. 16								1	
<i>Phyllophaga</i> sp. 17								1	
<i>Ptichopus</i> sp.		2						2	1
<i>Strategus aloeus</i>								1	
<i>Strigoderma</i> sp. 1								1	
<i>Strigoderma</i> sp. 2								1	1
<i>Tomarus sallaei</i>		1						1	
Abundancia	81	107	42	19	102	103	5	1235	1313
Riqueza	15	23	12	6	10	6	3	50	16

Cuadro 6. Distribución mensual de Scrabaeoidea en Los Manantiales. Los valores indican el número de organismos recolectados por mes.

Especie	Lluvias 2018		Secas 2018-2019				Lluvias 2019		
	sep	oct	dic	ene	feb	mar	may	jun	jul
<i>Aphodius</i> sp.				2	13	10			
<i>Ataenius</i> sp. 1	4	2						6	
<i>Ataenius</i> sp. 2	67	12	2	3	2	1			
<i>Ataenius</i> sp. 3		1			1				
<i>Ateuchus rodriguezi</i>	1	5	3		2			8	191
<i>Canthidium</i> sp.								2	6
<i>Canthon humectus</i>	1	1	2					2	3
<i>Canthon</i> sp. 1		79	16					22	79
<i>Canthon</i> sp. 2								9	120
<i>Canthon</i> sp. 3								1	12
<i>Copris</i> sp. 1							1		
<i>Copris</i> sp. 2								1	
<i>Coprophanæus</i> sp.		7	5						13
<i>Cyclocephala lunulata</i>	2	2						13	
<i>Cyclocephala</i> sp. 1	4	2							
<i>Cyclocephala</i> sp. 4								1	
<i>Deltochilum (Hybomidum) lobipes</i>								4	26
<i>Deltochilum (Deltochilum) sp. 1</i>									8
<i>Deltochilum (Deltochilum) sp. 2</i>									2
<i>Dichotomius</i> sp. 1		2						4	44
<i>Dichotomius</i> sp. 2	1	2							
<i>Digitontophagus gazella</i>	13	22						4	
<i>Diplotaxis</i> sp. 1	4	2				18	2	26	
<i>Diplotaxis</i> sp. 2					1	7		44	
<i>Diplotaxis</i> sp. 3				1	5	325	67	206	
<i>Diplotaxis</i> sp. 4								29	
<i>Diplotaxis</i> sp. 5								11	
<i>Euphoria leucographa</i>								6	
<i>Guatemalica</i> sp.								1	
<i>Hemiphileurus</i> sp. 1		1		1					
<i>Hemiphileurus</i> sp. 2								5	
<i>Hybosorus</i> sp.	4	5						47	
<i>Labarrus pseudolividus</i>			1	9					
Morfoespecie 23		1							

Morfoespecie 31	1								
Morfoespecie 70								1	
<i>Omorgus</i> sp. 1								1	
<i>Omorgus</i> sp. 2		1	1				1	6	44
<i>Omorgus</i> sp. 3		5						1	
<i>Onthophagus</i> sp. 1									77
<i>Onthophagus</i> sp. 2								2	131
<i>Paranomala</i> sp. 3			1						
<i>Paranomala</i> sp. 5								3	
<i>Paranomala</i> sp. 6								10	
<i>Paranomala</i> sp. 7								26	
<i>Paranomala</i> sp. 8								7	1
<i>Passalus</i> sp.							1		
<i>Pelidnota</i> sp. 1	1							2	
<i>Pelidnota</i> sp. 2								1	
<i>Phanaeus demon</i>	5		1						
<i>Phanaeus</i> sp. 1	4	1	1					3	2
<i>Phanaeus</i> sp. 2	1								
<i>Phyllophaga</i> sp. 1	1							2	
<i>Phyllophaga</i> sp. 2								32	
<i>Phyllophaga</i> sp. 3								1	
<i>Phyllophaga</i> sp. 5								2	
<i>Phyllophaga</i> sp. 6								2	
<i>Phyllophaga</i> sp. 7								25	
<i>Phyllophaga</i> sp. 8								18	
<i>Phyllophaga</i> sp. 11								4	
<i>Phyllophaga</i> sp. 12								1	
<i>Phyllophaga</i> sp. 13								1	
<i>Phyllophaga</i> sp. 14								1	
<i>Phyllophaga</i> sp. 15								1	
<i>Ptichopus</i> sp.		2					3	11	
<i>Strategus aloeus</i>								5	
<i>Tomarus sallaei</i>		1							
Abundancia	114	156	33	16	24	361	75	621	759
Riqueza	16	21	10	5	6	5	6	48	16

DISCUSIÓN

Lista de especies

Las especies presentes en las localidades de estudio representan el 61 % del total de las especies registradas para Morelos (Deloya *et al.*, 1993), esto permitió que se profundizará en el conocimiento sobre la superfamilia Scarabaeoidea dentro del estado, en particular para la región de la Sierra de Huautla. La composición de la comunidad de escarabajos de Coaxitlán tuvo una mayor diversidad y riqueza específica, así como una abundancia más alta que Los Manantiales. Estos resultados rechazan la hipótesis de investigación propuesta, en la cual se planteaba la igualdad en cuanto a la composición y diversidad para ambas localidades.

Dentro de la zona de estudio, se registró una mayor riqueza de la familia Scarabaeidae, en particular de la subfamilia Scarabainae para ambas localidades, lo cual contrasta con lo reportado por Cherman y Moreno (2014), quienes señalan que los fitófagos (Melolonthinae, Rutelinae, Dynastinae y Cetoniinae), agrupan el mayor número de especies a nivel nacional. Una causa de estos resultados puede deberse a que las especies fitófagas presentan mayor susceptibilidad a las perturbaciones del ambiente (Moron, 2004), por lo que la urbanización que se registró en las localidades de estudio pudo influir en la baja riqueza de estas subfamilias. La fragmentación de la zona influyó en la baja presencia de fitófagos, pero la aparición de un nuevo entorno y la modificación de los recursos dejó abierto un nicho ecológico (Bobadilla, 2022) que fue ocupado por individuos de Scarabaeinae.

La mayor riqueza de especies presente en Coaxitlán se puede explicar debido a que es una zona con menor número de actividades humanas en comparación con lo observado en Los Manantiales. Esta última zona es un centro turístico que presenta modificaciones de la selva baja caducifolia en los alrededores. Aunque este estudio se realizó fuera del centro turístico, si se observaron caminos de acceso y veredas, entre otras afectaciones (basureros), como resultado de las atracciones turísticas de la zona, los cuales indudablemente afectaron la vida silvestre de los Scarabaeoidea. Ejemplo de esto fue la mayor presencia de individuos del género *Deltochilum* en Coaxitlán. Estos organismos participan en procesos ecológicos importantes dentro de bosques tropicales, su dependencia directa del excremento y carroña de grandes mamíferos los hace vulnerables a la transformación de estos hábitats (González *et al.*, 2009). En Los Manantiales se encontraron muy pocos individuos de este género.

Completitud de las muestras

Debido a que en el medio ambiente no existen individuos aislados sino poblaciones (Moreno, 2001), el alto número de “singletons” y doubletons” registrados en las localidades de estudio indican que no se ha realizado un esfuerzo de recolecta suficiente para tener una muestra representativa. Los modelos logarítmicos a los cuales se ajustan los datos obtenidos en las dos localidades (Figs. 13 y 14), apoyan estos resultados, por lo que es recomendable que se continúe a futuro el monitoreo de escarabajos en estos sitios, usando trampas con distintos cebos para encontrar otra fauna de escarabajos (Pedraza *et al.*, 2010), explorando la superficie de difícil acceso y tal vez ampliar el transecto recorrido, para conocer un mayor porcentaje de las especies no vistas hasta el momento, lo cual nos permitirá evaluar de mejor manera las localidades estudiadas.

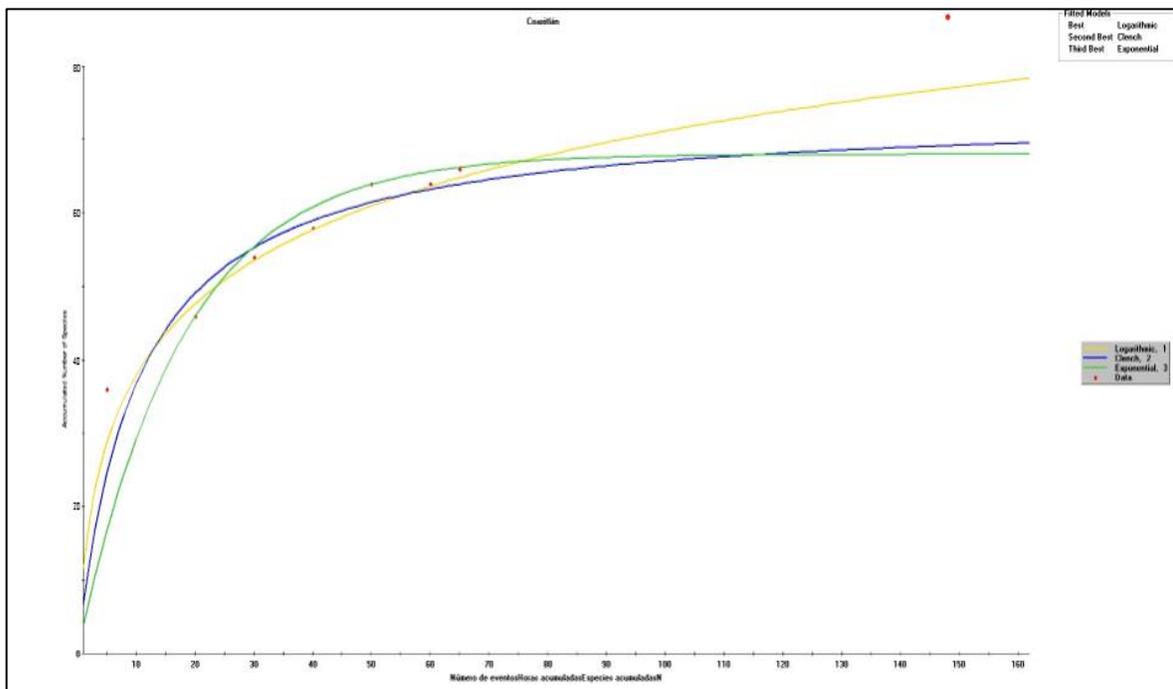


Figura 13. Curva de acumulación de especies en Coaxitlán. Imagen obtenida con el programa Species accumulation.

Diversidad

La diversidad dentro de las comunidades (alfa) es el número de especies presentes en un lugar (Halffter y Moreno, 2005). Los datos de diversidad verdadera indican mayor número de especies efectivas presente en Coaxitlán (23.9) que en Los Manantiales (18.2). La fragmentación del hábitat de las especies y el aislamiento de poblaciones genera cambios en la conducta y patrones reproductivos (Acevedo, 2012), lo que influye en la diversidad de escarabajos detectados en las localidades

de estudio. Es importante señalar que el ciclo anual de reproducción de las especies fitófagas, coprófagas y necrófagas es de dos años en promedio, pero en algunas llega a ser de cuatro años (Moron, 2003), por lo que es probable que en este estudio no se hayan encontrado activas a muchas de especies, debido al periodo de tiempo en el que se realizó el muestreo de los ejemplares.

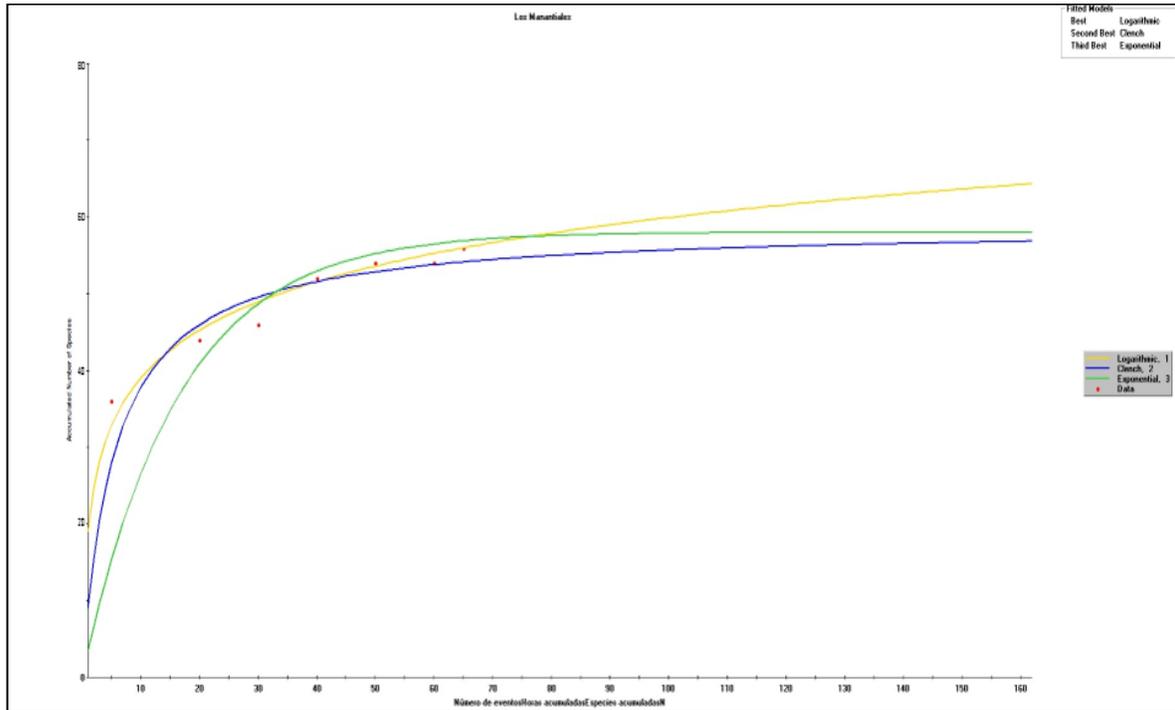


Figura 14. Curva de acumulación de especies en Los Manantiales. Imagen obtenida con el programa Species accumulation.

Similitud

La sensibilidad de las especies se encuentra fuertemente asociada con la presencia y abundancia de los remanentes del hábitat, cuando las especies no encuentran las condiciones climáticas del medio original, no es posible que estas se estabilicen, ya que no cuentan con las condiciones necesarias para subsistir (Meyer *et al.*, 2008). Particularmente las especies con movilidad limitada o con una fuerte dependencia a un tipo de hábitat pueden desaparecer de los remanentes y dar paso a otras especies oportunistas o de mayor abundancia que pueden existir en espacios perturbados (Barrera-López, 2016), como es el caso de algunos escarabajos coprófagos y necrófagos. Estas pueden ser las causas de que se hubieran encontrado especies únicas en cada localidad. La mayoría de las 49 especies compartidas entre Coaxitlán y Los Manantiales pertenecen a taxones coprófagos y

necrófagos, pertenecientes a los géneros *Canthon*, *Deltochilum* y *Dichotomius* que tienen una amplia distribución en el territorio nacional.

Gremios tróficos

La importancia de los gremios tróficos radica en la participación de los individuos en procesos del medio ambiente, como es el caso de los coprófagos y necrófagos, quienes contribuyen a la reincorporación de los nutrientes al suelo. La degradación de los excrementos y la materia en descomposición es un proceso lento en el que participan la acción desecadora del sol, la lluvia, la descomposición por parte de hongos y bacterias, y el consumo por larvas de dípteros y termitas (Deloya *et al.*, 2007).

El porcentaje significativo de especies fitófagas en ambas localidades indica que a pesar del nivel de perturbación encontrado, la vegetación existente cuenta con las cualidades óptimas para el desarrollo de estos individuos (Ix-Balam *et al.*, 2011) y permite una comunidad diversa de Scarabaeoidea. La ausencia de representantes del gremio sapro-antófago en Los Manantiales puede obedecer a las diversas actividades humanas que afectan el estado original de la selva baja caducifolia.

Fenología

Todos los insectos son considerados poiquiloterms, por lo cual responden a las variaciones del ambiente, la lluvia en conjunto con la humedad relativa, la homogeneidad relativa de la temperatura y el viento influyen en las condiciones microclimáticas (Speight *et al.*, 1999; Duval y Campo, 2016). La proporción de estos factores influye drásticamente en el desarrollo de la biota. Pequeñas variaciones de estos parámetros influyen en el ciclo de vida de gran parte de las especies de Scarabaeoidea, favoreciendo su desarrollo en la época de lluvias en ambientes con marcada estacionalidad como en zonas de bosque tropical caducifolio (Meave *et al.*, 2012).

Por su altura y extensión horizontal, el estrato arbóreo genera un microclima particular (Heuveldop *et al.*, 1986 citado en Duval y Campo, 2016), la falta del componente arbóreo, puede ser la causa de la diferente actividad de los escarabajos en las localidades de estudio, a pesar de que ambas presentan un clima tropical cálido subhúmedo, propicio para el desarrollo de los escarabajos de este estudio.

CONCLUSIONES

Se registraron 88 especies de la superfamilia Scarabaeoidea en dos localidades de selva baja caducifolia del sur de Morelos. Scarabaeidae con 81 especies fue la familia dominante, pero también se encontraron representantes de las familias Hybosoridae, Passalidae y Trogidae.

En Coaxitlán se registró mayor riqueza de especies (70) y abundancia de escarabajos (3007) que en Los Manantiales (67 especies, 2159 individuos). Asimismo, la diversidad de Coaxitlán (23.9 especies efectivas) fue 1.3 % mayor que en Los Manantiales (18.2 especies efectivas). Ambas localidades presentaron una alta similitud, compartiendo 49 especies de escarabajos entre sus comunidades.

El grupo funcional saprófago con 32 especies dominó en Los Manantiales, en especial el gremio coprófago (14 especies), mientras que en Coaxitlán dominaron los fitófagos, con un total de 29 especies pertenecientes al gremio rizo-filófago.

Durante el mes de junio se registró la mayor riqueza y abundancia de especies en ambas localidades. La fenología de estos organismos estuvo determinada por la precipitación, temperatura y humedad relativa.

Este trabajo contribuye al conocimiento de Scarabaeoidea, pero sería apropiado continuar con el estudio de estos organismos, debido a que no se logró obtener una muestra representativa en las localidades estudiadas, las cuales tienen un alto grado de importancia al pertenecer a la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla.

LITERATURA CITADA

- Acevedo, H. (2012). Sostenibilidad: Actualidad y necesidad del sector de la construcción en Columbia. *Revista Gestión y Ambiente*, 15: 14.
- Alonso-Zarazaga, M. A. (2015). Clase: Insecta. Orden Coleóptera. *Revista IDE@SEA* 55: 1-18.
- Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y Loa, E. (coordinadores). (2000). Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.
- Baev, P. V. y Penev, L. D. (1995). BIODIV: program for calculating biological diversity parameters, similarity, niche overlap, and cluster analysis. Versión 5.1. Pensoft, Sofia-Moscow.
- Balthasar, V. (1963). Monographie der Scarabaeidae und Aphodiidae der Paläarktischen und Orientalischen Region (Coleoptera: Lamellicornia). Band 1-3. Tschechoslowak Akademie der Wissenschaften, Praha: 1-287.
- Barrea-Lopez, A. A. (2016) Scarabeoidea (Insecta: Coleoptera) como indicador del estado de conservación de la selva baja caducifolia en la Sierra de Taxco, Guerrero. (Tesis de Licenciatura). Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM. México, D.F.
- Bezaury-Creel, J. E. (2010.). Las selvas secas del Pacífico de México en el contexto Mundial, Pp. 21-40. En: Ceballos, G., Martínez, L., García, A., Espinoza, E., Bezaury-Creel, J. y Dirzo, R. (Eds.). *Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las Selvas Secas del Pacífico de México*. Fondo de Cultura Económica, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.
- Bouchard, P., Bousquets, Y., Davies, A. E., Alonso-Zarazaga, 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.
- Bobadilla, Y. T. (2022). Preferencias tróficas de escarabajos copro-necroófagos en áreas refaunadas y ganaderas de los esteros del Iberá. (Tesis de Licenciatura). Facultad de Ciencias Exactas y naturales y Agrimensura. Universidad Nacional del Nordeste. Argentina.
- Brusca, R. C. y Brusca, G. J. (2005). Invertebrados. 2da edición. España. McGraw Hill / Interamericana de España, S. A.
- Carrillo-Ruíz, H. y Morón, M. A. (2003). Fauna de Coleoptera Scarabaeoidea de Cuetzalan del Progreso, Puebla, México. *Acta, Zool. Mex.* 88: 87-121.
- Challenger, A., y Soberón, J. (2008). Los ecosistemas terrestres, en *Capital natural de México*, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO, México, pp. 87-108.

- Chao, A., Chazdon, R. L., Colwell, R. K. y Shen, T. J. (2005). A new statistical approach for assessing similarity of species composition with incidence and abundance data. *Ecology Letters*: 8, 148–159.
- Cherman, M. A. y Moreno, M. A. (2014). Validación de la familia Melolonthidae Leach, 1819 (Coleoptera: Scarabaeoidea). *Acta Zoológica Mexica* 30(1): 201-220.
- Coca-Abia, M. M. (2009). De gusano blanco a Escarabajo Sanjuanero (Coleoptera, Scarabaeidae). Características morfológicas, modo de vida e incidencia en cultivo. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*, nº 44: 581-586.
- CONABIO. (1999). Sierra de Huautla-Cerro frío, Morelos: Proyecto de reserva de la biosfera. Reporte final. No. De referencia Q025.
- CONABIO y UAEM. (2004). La Diversidad Biológica en Morelos. Conteras-MacBeath, T., Boyás, J.C, y Jaramillo, F. (eds.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Universidad Autónoma del Estado de Morelos. México.
- Cruz-Aguilar, R., Cruz-León, A., Cuevas-Reyes, V. y Ramírez-Valverde, B. (2018). Impacto social de la mercantilización de la naturaleza en la Sierra de Huautla, Morelos. *Estudios Sociales* 28 (51): 1-28.
- Delgado, L, Pérez, A. y Blackaller, J. (2000). Claves para determinar los taxones genéricos y supragenéricos de Scarabaeoidea Latreille, 1802 (Coleoptera) de México. *Folia Entomológica Mexicana*, 110: 33-87.
- Deloya, C., Ruíz-Lizarraga, G. y Morón, M. A. (1887). Analisis de la entomofauna necrofila en la región de Jojutla, Morelos, México. *Folia Entomológica Mexicana*, 73: 157-171.
- Deloya, C., Burgos, A., Blackaller, J. y Lobo, J. M. (1993). Los coleópteros lamelicornios de Cuernavaca, Morelos, México (Passalidae, Trogidae, Scarabaeidae y Melolonthidae). *Boletín Soc. Ver. Zool.*, 3(1): 15-55.
- Deloya, C., Morón, M. A. y Lobo, J. M. (1995). Coleoptera Lamellicornia (Macleay, 1819) del sur del estado de Morelos, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 65: 1-42.
- Deloya, C. (1996). Los macrocoleopteros necrófilos de Tepoztlan, Morelos, México (Scarabaeidae, Trogidae, Silphidae) *Folia Entomol. Mex.*, 97:39-54.
- Deloya, C. (2003). Coleoptera Scarabaeidae y Trogidae necrófilos de Valle de Vázquez (“Los Hornos”), Morelos, México. *Folia Entomol. Mex.*, 42(2):265-272.
- Deloya, C., Rarra-Tabla, V. y Delfín-González, H. (2007). Fauna de Coleópteros Scarabaeidae Laparosticti y Trogidae (Coleoptera: Scarabaeoidea) Asociados al Bosque Mesofilo de Montaña, Cafetales bajo Sombra y Comunidades Derivadas en el Centro de Veracruz, México. *Neotropical entomology* 36(1): 5-21.

- Duval, V. S. y Campo, A. M. (2016). Variaciones microclimáticas en el interior y exterior del bosque de caldén (*Prosopis caldenia*), Argentina. *Revista Colombiana de Geografía*, 26(1): 37-49.
- Endrödi, S. (1966). Monographie der Dynastinae (Coleoptera: Lamellicornia) I Teil. *Entomologische Abhandlungen Museum Tierkunde, Dresden*, Bd. 33: 1-457.
- Escalante-Barrera, R. T. (2012). Análisis comparativo del ensamble de Scarabaeoidea en localidades de las Sierras de Taxco-Huautla. (Tesis de Licenciatura). Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM. México, D.F.
- García-Morales, R., Moreno, C. E. y Bello-Gutiérrez, J. (2011). Renovando las medidas para evaluar la diversidad en comunidades ecológicas: El número de especies efectivas de murciélagos en el sureste de Tabasco, México. *THERYA* 2(3): 205-215.
- Gasca-Álvarez, H. J. y Deloya, C. (2016). Morfología externa en Scarabaeoidea. Pp. 31-40. En: Deloya, C., Ponce-Saavedra, J., Reyes-Castillo, P y Aguirre-León G. (Eds.). *Escarabajos del Estado de Michoacán (Coleoptera: Scarabaeoidea)*. SyG editores. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.
- González, F. A., Moreno, R. F. y Medina, C. A. (2009). Los subgéneros *Calhyboma*, *Hybomidium* y *Telhyboma* (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae: *Deltochilum*) en Colombia. *Revista Colombiana de Entomología* 35(2): 253-274.
- Grimaldi, D. y Engel, M. S. (2005). *Evolution of insects*. Cambridge University Press. New York, USA.
- Halffter, G. y Moreno, C. E. (2005). Significado biológico de las diversidades Alfa, Beta y Gamma. En Halffter, G, Soberón J., Koleff, P. y Melic (Eds.). *A. Sobre diversidad biológica: El significado de las diversidades alfa, beta y gamma*. Zaragoza, España. Monografías Tercer Milenio, vol. 4 SEA.
- Hickman C. P., Roberts, L. S., Keen, S. L., Larson, A., l'Anson, H. y Eisenhour, D. J. (2009). *Integrated Principles of Zoology*. Fourteenth edition. USA. McGraw-Hill Higher Education.
- Kohlmann, B. y Morón, M. A. (2003). Análisis histórico de la clasificación de los Coleoptera Scarabaeoidea o Lamellicornia. *Acta Zoológica Mexicana* 90: 175-280.
- Ix-Balam, M. A., Deloya, C., Ballina-Gómez H., Sauri-Duch, E. y Cuevas-Glory, L. (2011). Diversidad de escarabajos necrófagos (Coleoptera: Scarabaeidae y Trogidae) de la selva baja caducifolia de Conkal, Yucatán, México. *Entomología Mexicana* 10: 177-181.
- Lawrence, J. F. y Newton, A. F. Jr. (1995). Families and subfamilies of Coleoptera (with selected genera, notes, references and data on family-group names): 779-1006. In: Pakaluk, J. and S.A. Slipinski (eds.) *Biology, Phylogeny and*

- Classification of Coleoptera. Papers celebrating the 80th birthday of Roy A. Crowson. Muzeum i Instytut Zoologii PAN, Warszawa. Reprinted with permission in: Publicaciones Especiales No. 3, Centro de Estudios en Zoología, Universidad de Guadalajara.
- Magurran, A. E. (1988). Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey.
- Márquez, J. (2005). Técnicas de colecta y preservación de insectos. Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa 37: 385-408.
- Meave, J. A., Romero-Romero, M. A., Salas-Morales, S. H., Pérez-García, E. A. y Gallardo-Cruz, J. A. (2012). Diversidad, amenazas y oportunidades para la conservación del bosque tropical caducifolio en el estado de Oaxaca, México. Ecosistemas 21(1-2): 85-100.
- Meyer, C. F. J., Fründ, J., Pineda, L.W. y Kalko, E. K. V. (2008). Ecological Correlates of vulnerability to fragmentation in Neotropical bats. Journal of Applied Ecology, 45: 381-391.
- Miranda, F. (1947). Estudios sobre la vegetación V. Rasgos de la vegetación de la Cuenca del Río Balsas. Rev. Soc. Mex. Hist. Nat., 8(1-4): 95-114.
- Moreno, E. C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. México. Manuales y Tesis SEA, Volumen 1.
- Morón, M. A. (2003). Atlas de los Escarabajos de México. Coleoptera: Lameliicornia Vol. II Familias Scarabaeidae, Trogidae, Passalidae y Lucanidae. Argania editio. Barcelona, España. 227 p.
- Morón, M. A. (2004). Escarabajos. 200 Millones de Años de Evolución. Instituto de Ecología, Xalapa, Veracruz. Sociedad Entomológica Aragonesa, Zaragoza España.
- Morón, M. A. (2006). Patrones de distribución de la Familia Scarabaeidae (Coleoptera). Pp. 271-293. En: Morrone, J. J. y Llorente Bousquets, J. (Eds). Componentes Bióticos Principales de la Entomofauna mexicana. Las prensas de Ciencias, UNAM, México.
- Morón, M. A. y Terrón, R. (1988). Entomología Práctica. Instituto de Ecología A.C. Sociedad Mexicana de Entomología, México.
- Morón, M. A., Ratcliffe, B.C. y Deloya, C. (1997). *Atlas de los escarabajos de México. Coleoptera: Lamellicornia Vol. I Familia Melolonthidae*. Sociedad Mexicana de Entomología, A.C. y CONABIO, México, 280 p.
- Naverrete-Heredia, J. L., Delgado, L y Fierros-López, H. G. (2001). Coleoptera Scarabaeoidea de Jalisco, México. Revista Dugesiana, (1): 37-93.
- Neita-Moreno, J. C. (2011). Escarabajos (Coleoptera: Scarabaeoidea) del departamento de Chocó, Colombia. Revista Biodiversidad Neotropical, 1(1): 17-27.
- Orozco, J. (2012). Monographic revisión of the American genus *Euphoria* Burmeister, 1842 (Coleoptera: Scarabaeidae: Cetoniinae). The Coleopterists

- Society. Patricia Vaurie Series, Monograph 11. Supplement to the coleopterists bulletin, Volumen 6, Issue 4.
- Paulian, R. (1988). *Biologie des Coléoptères*. Editions Lechevalier, Paris: 76-80.
- Pedraza, M. C., Marquez, J., y Gomez-Anya, J. A. (2010) Estructura y composición de los ensamblajes estacionales de coleópteros (Insecta: Coleoptera) del bosque mesófilo de montaña en Tlanchinol, Hidalgo, México, recolectados con trampas de intercepción de vuelo. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 81: 437-456.
- Peet, R.K. (1974) The Measurement of Species Diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 5: 285-307.
- Rzedowski, J. (1978). *Vegetación de México*. México. Editorial Limusa, S. A.
- Scholtz, C. H. y Chown, S. L. (1995). The evolution of habitat use and diet in the Scarabaeoidea: a phylogenetic approach: 355-374. In: J. Pakaluk and S. A. Slipinski (eds.). *Biology, Phylogeny and Classification of Coleoptera*. Muzeum i Instytut Zoologii PAN, Warszawa.
- Scholtz, C.H. y Grebennikov, V. V. (2005). Scarabaeoidea Latreille, 1802. En: Kristensen, N. P y Beutel R. G. (Eds.) *Handbook of Zoology, Vol. IV, Arthropoda, Part II, Insecta, Coleoptera, Vol. 1: Morphology and Systematics (Archostemata, Adephaga, Myxophaga, Polyphaga partim)*. Walter De Gruyter, Berlin.
- Slipinski, S. A., Leschen, R. A. B. y Lawrence, J. F. (2011). Order Coleoptera Linnaeus, 1758. En: Zhang, Z.-Q. (Ed.) *Animal biodiversity: An outline of higherlevel classification and survey of taxonomic richness*.
- Speight, M. R., Hunter, M. D. y Watt, A. D. (1999) *Ecology of insects: Concepts and applications*. Blackwell, Science.
- Steyskal, G. C., Murphy, W.L. y Hoove, E. M. (1986). *Insects and mites: Techniques for collection and preservation*. U. S Department of Agricultura. Miscellaneous Publication. 1443:103.
- Trujillo-Miranda, A. L., Carrillo-Ruiz, H., Rivas-Arancibia, S. P. y Andrés-Hernández, A. R. (2016). Estructura y composición de la comunidad de escarabajos (Coleoptera: Scarabaeoidea) en el cerro Chacateca, Zipotitlán, Puebla, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 87: 109-122.
- White, R. E. (1983). *A field Guide to the Beetles of North America*. Boston, New York. The Peterson field guide series.
- Wilson, E. O. (1992). *The diversity of life*. Harvard University Press. New York, USA.
- Zamora-Vuevas, M. C., Ponce-Saavedra, J. Y Deloya-López, A. C. (2014). Scarabaeoidea (Insecta: Coleoptera) capturados con trampas en el cerro "El Águila", Municipio de Morelia, Michoacán.
- Zamudio-Ruíz, S. y Carranza-González. (2016). El medio físico y biológico. Pp. 41-53. En: Deloya, C., Ponce-Saavedra, J., Reyes-Castillo, P y Aguirre-León G.

(Eds.). Escarabajos del Estado de Michoacán (Coleoptera: Scarabaeoidea). SyG editores. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.

Zaragoza-Caballero, S., Rodríguez-Mirón, G. M., Vega-Badillo, V., González-Ramírez, M., Zurita-García, M. L., Domínguez-León, D. E., López-Pérez, S., Gutiérrez-Carranza, I. G., Cifuentes-Ruiz, P., Pérez-Hernández, C. X., Ramírez del Valle, E. y Gutiérrez, N. (2019). A checklist of the Coleoptera (Insecta) from Morelos, Mexico. *Zootaxa*, 4580(1):1-122.