

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y
ARTES DE CHIAPAS**
INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

TESIS

**Diversidad de Scarabaeinae (Coleoptera:
Scarabaeidae) en dos áreas con distinto
grado de conservación en la Zona Sujeta a
Conservación Ecológica “La Pera”**

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

PRESENTA

MARIO ALBERTO MOGUEL LÓPEZ

Director

Dr. Gustavo Rivera Velázquez

Instituto de Ciencias Biológicas, UNICACH.

Asesor

M. en C. Gibrán Sánchez Hernández

Instituto de Ecología A.C.

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Noviembre de 2024





UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS
SECRETARÍA GENERAL
DIRECCIÓN DE SERVICIOS ESCOLARES
DEPARTAMENTO DE CERTIFICACIÓN ESCOLAR
AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Lugar: Tuxtla Gutiérrez, Chiapas;
Fecha: 27 de noviembre de 2024

C. **Mario Alberto Moguel López**

Pasante del Programa Educativo de: Licenciatura en Biología

Realizado el análisis y revisión correspondiente a su trabajo recepcional denominado:

Diversidad de Scarabaeinae (Coleóptera: Scarabaeidae) en dos áreas con distinto grado de conservación en la Zona Sujeta a Conservación Ecológica "La Pera"

En la modalidad de: Tesis Profesional

Nos permitimos hacer de su conocimiento que esta Comisión Revisora considera que dicho documento reúne los requisitos y méritos necesarios para que proceda a la impresión correspondiente, y de esta manera se encuentre en condiciones de proceder con el trámite que le permita sustentar su Examen Profesional.

ATENTAMENTE

Revisores

Dra. Clara Luz Miceli Méndez

Mtro. Reynaldo Moctezuma Román

Dr. Gustavo Rivera Velázquez

Firmas:

Ccp. Expediente

DEDICATORIA

A mi madre Gabriela por brindarme su amor y apoyo incondicional en todo momento de mi vida.

A mis hermanos Rodrigo y Elena por sus consejos y compañía en los momentos que siempre he necesitado.

A mi madrina Dely que siempre ha sido mi segunda madre y porque gracias a su apoyo y ayuda logré concluir una carrera universitaria.

A mi tía Susy quien me brindó su apoyo y compañía a lo largo de mi carrera al estar fuera de casa.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Gustavo Rivera Velázquez por ser mi primer acercamiento al mundo de los insectos y exigirme a trabajar de la mejor manera desde inicios de mi carrera, y brindarme su apoyo, orientación y conocimiento a lo largo de la preparación y ejecución de mi proyecto, así como las herramientas y espacios necesarios para su ejecución.

Al Mtro. Gibrán Sánchez Hernández por ser mi rescate al abordar mi trabajo y darme su asesoría y apoyo aún en la distancia para que este proyecto se lograra de la mejor manera e incentivar mi amor por los escarabajos y la investigación. De igual forma al Mtro. Eder Mora Aguilar y Biol. Fernando Escobar Hernández por tomarse el tiempo de revisar e identificar parte del material colectado.

A la Dra. Clara Luz Miceli Méndez y al Mtro. Reynaldo Moctezuma Román por dedicar su tiempo y esfuerzo en revisar este trabajo.

Al Biólogo Marcos Araujo por sus consejos y apoyo al inicio de mi proyecto.

A toda la familia Ovilla Corzo por su acogida y apoyo para la ejecución del proyecto y así poder facilitar la movilización y compañía a lo largo de este proyecto. Muy especial agradecimiento a José Enrique Corzo Ovando y Eliseo Ovilla Corzo, en quienes no solamente encontré un apoyo, sino unos grandes amigos y compañeros.

A mis demás amigos que prestaron su ayuda a lo largo de los muestreos: Edoardo Ovilla Corzo, Sofía Gutiérrez Zamarripa, Luis Gerardo Vázquez Hernández, Evelyn Alicia Molina De la Cruz, Miguel Ángel Moreno Corzo, Jonathan Alexis Álvarez Sepúlveda, Arturo Candelaria Peña, Mercedes de María Olea Aguilar, Marcia Denisse Olivera López, Manuel Alejandro Gutiérrez Jiménez, Brenda del Carmen Escobar Martínez, Rodrigo Uriel Ruiz Pérez, Iliana del Carmen Serrano Mazariegos, Priscila Lisbeth Dávila Camacho y Maynor Jesús Madrid Frías; ya que sin ellos no se habría podido llevar a cabo este trabajo.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE	iii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	v
ÍNDICE DE CUADROS.....	vi
RESUMEN.....	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	4
2.1 ARTRÓPODOS.....	4
2.2 CLASE INSECTA	4
2.3 GENERALIDADES DE LOS COLEÓPTEROS	5
2.4 SUBFAMILIA SCARABAEINAE.....	6
2.5 DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN DE LA SUBFAMILIA SCARABAEINAE.....	7
2.6 ECOLOGÍA.....	8
2.7 ESCARABAJOS COMO BIOINDICADORES.....	9
2.8 IMPORTANCIA	9
2.9 RIQUEZA BIOLÓGICA	11
2.10 QUÉ ES DIVERSIDAD BIOLÓGICA Y CÓMO SE CALCULA.....	11
III. ANTECEDENTES.....	13
IV. OBJETIVOS.....	16
V. ZONA DE ESTUDIO	17
5.1 CLIMA.....	18
5.2 TIPO DE VEGETACIÓN.....	18
5.3 TIPO DE SUELO.....	19
VI. MÉTODO.....	20
6.1. COLECTA DE ORGANISMOS.....	20
6.2. IDENTIFICACIÓN DE ORGANISMOS.....	23
6.3 DETERMINACIÓN DE RIQUEZA Y DIVERSIDAD	24
6.4. DIVERSIDAD ALFA.....	24
6.5. DIVERSIDAD BETA.....	25
6.6. PREFERENCIA TRÓFICA Y ESTACIONALIDAD	25
VII. RESULTADOS.....	26
7.1 RIQUEZA Y ABUNDANCIA.....	26
7.2 REPRESENTATIVIDAD DEL INVENTARIO.....	28
7.3 DIVERSIDAD ALFA.....	29

7.4 DIVERSIDAD BETA.....	30
7.5 ESTACIONALIDAD	31
7.6 PREFERENCIA TRÓFICA.....	32
7.7 ESPECIES INDICADORAS	33
VIII. DISCUSIÓN	34
8.1 DIVERSIDAD	34
8.2 ESPECIES INDICADORAS	37
8.3 ESTACIONALIDAD	38
8.4 PREFERENCIA TRÓFICA.....	38
8.5 LA ZSCE “LA PERA” COMO ZONA DE ESTUDIO	39
IX. CONCLUSIONES.....	41
X. REFERENCIAS DOCUMENTALES	42
XI. ANEXOS	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Imagen editada de Moctezuma y Halffter (2017), <i>Phanaeus endymion</i> macho.....	7
Figura 2. Ubicación de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica “La Pera” (SEMAHN, 2013).....	17
Figura 3. Puntos de colocación de trampas en Selva Media en “La Pera”, Berriozábal.....	21
Figura 4. Puntos de colocación de trampas en Acahual en “La Pera”, Berriozábal.....	21
Figura 5. Trampa utilizada para la colecta de organismos.....	22
Figura 6. Necrotrampa colocada con cebo de calamar.....	22
Figura 7. Copro trampa colocada con cebo de heces.....	23
Figura 8. Curva de acumulación y rarefacción de especies encontradas.....	28
Figura 9. Serie de números de Hill de especies raras y abundantes para escarabajos de la subfamilia Scarabaeinae dentro de la ZSCE “La Pera”.....	29
Figura 10. Análisis de Escalamiento Multidimensional No Métrico para el ensamblaje de las comunidades de escarabajos de la subfamilia Scarabaeinae.....	30
Figura 11. Distribución de la riqueza y abundancia de especies de escarabajos encontrados en la ZSCE “La Pera”.....	31
Figura 12. Preferencia trófica observada por las especies de la ZSCE “La Pera”.....	33
Figura 13. Especies indicadoras relacionadas a cada sitio de muestreo dentro de la ZSCE “La Pera”.....	33

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Listado de especies encontradas de la subfamilia Scarabaeinae en la Zona Sujeta a Conservación Ecológica “La Pera”.....	26
Cuadro 2. Temperatura y precipitación registrada para la ZSCE “La Pera”.....	32

RESUMEN

El presente trabajo representa el primer estudio sobre la diversidad de escarabajos del estiércol de la Subfamilia Scarabaeinae dentro de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica “La Pera”, en el municipio de Berriozábal, Chiapas. El principal objetivo fue evaluar y comparar el ensamblaje de escarabajos del estiércol en dos hábitats de La Pera: Selva Media subperenifolia conservada y un acahual con alrededor de 20 años de recuperación natural. Se llevaron a cabo muestreos sistematizados mensuales entre febrero de 2022 y enero de 2023, instalando trampas de caída cebadas con heces humanas y calamar en descomposición como atrayentes para los escarabajos. Se capturó un total de 36 especies distribuidas en 13 géneros de Scarabaeinae, lo que representa el 29.75% de la riqueza de escarabajos del estiércol reportados para Chiapas. De forma adicional, se presentan nuevos datos para tres especies de escarabajos: se confirma la presencia de *Bdelyroptis newtoni* y *Dichotomius amplicollis*, dos especies que previamente se consideraban registros dudosos para el estado; además *Onthophagus istmenus*, especie conocida solo para Oaxaca, se registra por primera vez en Chiapas. De acuerdo con los números de Hill, los tres órdenes de diversidad alfa (qD) fueron significativamente superiores en el Acahual. La composición de especies fue estadísticamente diferente entre hábitats, por lo tanto, cada uno contiene diferentes ensamblajes de escarabajos. No se observó preferencia hacia ninguno de los cebos utilizados, lo que sugiere que los ensamblajes tienden a una dieta generalista debido a la disponibilidad de recursos alimenticios. Así mismo se observó una relación en el aumento de la diversidad y abundancia de especies respecto al aumento de las precipitaciones en la vegetación de Selva Media, mientras que la vegetación de Acahual no presentó una relación clara con la temporada de lluvias.

Palabras clave: Escarabajos coprófagos, Selva Zoque, acahual, zona perturbada

I. INTRODUCCIÓN

El orden Coleoptera es el grupo más numeroso de organismos que se conoce, incluyen más de 350 000 especies que se agrupan en aproximadamente 170 familias y cuatro subórdenes (Lawrence y Newton, 1995; Beutel y Leschen, 2005), encontrándose en todos los ecosistemas y representando todos los roles tróficos (Crowson, 1981).

Los Scarabaeoidea representan un grupo de insectos con aspecto, coloración y tamaño variables. Esta diversidad también se refleja en su biología, debido a que sus hábitos alimentarios comprenden una amplia gama de especialidades en la fitofagia y saprofagia, así como también pueden relacionarse con insectos sociales, con los cuales se han observado incluso evidencias de depredación (Morón, 1994). Esta superfamilia de escarabajos, además de ser uno de los grupos más llamativos, a menudo es utilizada como parámetro para medir la diversidad y evaluar los efectos de la actividad humana (Halffter *et al.*, 1992).

Los escarabajos de la subfamilia Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) conforman un gremio bien definido en el que se aprecian características morfológicas, funcionales y de comportamiento particulares, factores que los identifican como un grupo sensible a las perturbaciones ambientales (Nichols y Gardner, 2011). Viven estrechamente asociados al excremento ya que éste constituye su principal fuente alimenticia, pero constantemente hacen uso de diversos recursos como carroña, hongos y frutas en descomposición (Halffter y Halffter, 2009; Sánchez-Hernández *et al.*, 2019). Intervienen en una serie de funciones que van desde la dispersión secundaria de semillas hasta el ciclo de nutrientes y la supresión de parásitos. Muchas de estas funciones ecológicas proporcionan valiosos servicios ecosistémicos, como el control biológico de plagas y la fertilización del suelo (Nichols *et al.*, 2008).

Estos organismos tan llamativos pueden llegar a cumplir un papel muy importante como indicadores de perturbación humana; observando que conforme la perturbación es menor la riqueza de especies aumenta (Otavo *et al.*, 2013), sin

embargo la subfamilia Scarabaeinae ha sido muy poco estudiada dentro de las Áreas Naturales Protegidas en el estado de Chiapas (Sánchez-Hernández *et al.*, 2020), por lo que es importante contar con estudios que permitan incrementar el conocimiento sobre la diversidad existente de esta subfamilia de coleópteros dentro del Estado.

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) son consideradas como los principales espacios para la conservación de la diversidad biológica en todo el mundo (Bazaury-Creel y Gutiérrez-Carbonell, 2009). Estas áreas están diseñadas y reguladas para cumplir objetivos específicos sobre la conservación, protección y mantenimiento de la diversidad biológica (Sánchez-Hernández *et al.*, 2020). Según la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), Las ANP de carácter federal son zonas del territorio nacional por las que la Nación ejerce soberanía y jurisdicción en las que el ambiente original no ha sido alterado significativamente por el ser humano, o que el ecosistema y sus funciones requieren ser preservadas (CONANP, 2022).

Las ANP de carácter estatal están sujetas al régimen previsto por la ley ambiental para el estado de Chiapas, y dentro de estas zonas protegidas los habitantes, propietarios o titulares de derechos sobre las tierras deben sujetarse a las modalidades de la ley que establezca los decretos o certificados para constituir dichas áreas (SEMAHN, 2022). Estas ANP tienen como propósito conservar y proteger recursos naturales, garantizar la preservación de especies en peligro, preservar campos y sitios propicios para el estudio e investigación científica, generar y divulgar conocimientos y prácticas tradicionales, entre otras (SEMAHN, 2022). En el Estado estas Áreas protegidas están representadas por las categorías de Área Natural y Típica, Centro Ecológico Recreativo, Parque Estatal, Reserva estatal y Zona Sujeta a Conservación Ecológica (SEMAHN, 2013).

La Zona Sujeta a Conservación Ecológica (ZSCE) “La Pera”, es una reserva de carácter estatal que tiene como propósito orientar la gestión para la conservación de la Selva Alta Perennifolia, Selva Alta Subperennifolia y el Bosque Mesófilo, así como la biodiversidad y endemismos presentes en conciliación con el desarrollo económico

de las comunidades que viven de los recursos de estos ecosistemas (SEMAHN, 2013). A pesar de que la ZSCE “La Pera” ya supera los 15 años desde su creación como reserva, aún no existe un conocimiento extenso sobre los diversos grupos taxonómicos de la región, por lo que es importante desarrollar estudios que permitan generar información actualizada sobre las especies que ahí habitan y con ello generar estrategias de conservación. Por lo que este estudio pretende generar conocimiento sobre la subfamilia Scarabaeinae y su diversidad dentro de un área donde la vegetación predominante es la de Selva Mediana dentro de la ZSCE “La Pera” y generar un antecedente para futuros estudios.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 ARTRÓPODOS

Los artrópodos son metazoos triblásticos, que proceden, probablemente, de antecesores anélidos. La similitud a éstos está evidenciada en la segmentación del cuerpo, tanto externa como interna, que en ocasiones se modifica profundamente. Lo más característico del proceso de artropodización fue la diferenciación de la pared del cuerpo en áreas endurecidas y blandas, que proporcionaron la gran variedad de mecanismos esqueléticos musculares, que representan una de las características más importantes de esos animales y que permitió acondicionar su modelo morfológico funcional. La adquisición de una cutícula, en parte esclerotizada, es otra de las características que distinguen a este phylum, junto con la presencia de apéndices locomotores articulados somáticamente para la locomoción, a partir de los cuales posteriormente se adaptaron a realizar otras funciones como las sensoriales y la alimentación (Rodríguez-Diego *et al.*, 2009).

El Phylum Arthropoda actualmente representa, el taxón más amplio del reino animal, teniendo en cuenta el elevado número de especies que lo integran y su adaptación a gran número de hospedadores y hábitats (Rodríguez-Diego *et al.*, 2009).

2.2 CLASE INSECTA

Los insectos se diferencian de los demás artrópodos y se reconocen por las siguientes características: su cuerpo se divide en tres regiones: cabeza, tórax y abdomen (Zumbado y Azafeita, 2018). En la cabeza se ubican un par de antenas, los ojos compuestos (en la gran mayoría de los adultos) y las partes bucales. En el tórax presentan tres pares de patas articuladas, y frecuentemente dos pares de alas. La respiración se da por medio de un sistema de tráqueas conectadas al exterior por unas aberturas llamadas espiráculos. Sin embargo, en insectos acuáticos se presenta una serie de adaptaciones incluyendo la presencia de agallas para obtener el oxígeno presente en el agua (Zumbado y Azafeita, 2018).

Los insectos son el grupo más diverso y evolucionado entre los artrópodos. Se les encuentra en casi todos los ambientes terrestres y dulceacuícolas, así como en la mayoría de los tipos de clima, por ello han tenido tantas posibilidades de dispersión y de evolución. De acuerdo con Brusca y Brusca (2003), aunque no hay una cifra exacta de cuántas especies existen y cuántas faltan por describir, se estima que debe haber de 898 000 a 948 000 especies de insectos, convirtiéndolo en el grupo más extenso de animales (aproximadamente tres veces mayor que todas las demás clases de animales juntas) (Ruppert y Barnes, 1996) abarcando aproximadamente el 70% del total de las especies animales del mundo (Rehmer, 2020).

Según datos de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2004), en el mundo se conocen alrededor de 950 000 especies de insectos, y una cifra más reciente cita 925 000 especies de insectos descritos (Grimaldi y Engel 2005). Entre éstos, los grupos de mayor diversidad son los coleópteros, con 350 000 a 375 000 especies según datos de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 2008).

2.3 GENERALIDADES DE LOS COLEÓPTEROS

Los escarabajos (nombre común del orden Coleoptera) son insectos que se caracterizan por tener un primer par de alas muy endurecido, el cual forma un estuche protector para las alas membranosas y las partes blandas del dorso del abdomen, de donde deriva el nombre “Coleóptero”, que significa “alas con estuche”. La palabra escarabajo se refiere a los que son parecidos al “escarabajo sagrado” de los antiguos egipcios (*Scarabaeus sacer*), y que, de acuerdo a las reglas de taxonomía, encabeza la familia Scarabaeidae y otros grupos similares como Lucanidae, Passalidae y Melolonthidae (Morón, 2004), éstos comprenden el más grande orden de insectos (Hickman *et al.*, 2006).

No es de extrañar que estos organismos sean uno de los que cuentan con una de las mayores riquezas tanto en México como en el mundo, ya que, en Chiapas, es

el segundo grupo mejor conocido, conociéndose 1 152 especies (Avendaño-Mendoza *et al.*, 2005), considerándose la entidad que registra la mayor riqueza de especies (455) de la superfamilia Scarabaeoidea en México (Delgado *et al.*, 2012).

Las especies de la familia Scarabaeidae presentan características morfológicas como antenas generalmente con los tres últimos antenómeros en forma de lamela, protórax frecuentemente modificado para cavar, coxas grandes, generalmente con trocantes ocultos y cavidades cerradas, protibias generalmente dentadas y alas con venación reducida (Deloya *et al.*, 2016). Además, se reconocen 13 gremios tróficos dentro de esta familia: saprófago, xilófago, coprófago, necrófago, telio-necrófago, xilofilófago, sapro-melífago, sapro-antófago, sapro-caulófago, xilo-melífago, rizófagos, rizo-filíofagos, xilo-depredador (Morón y Deloya, 1991; Deloya *et al.*, 2007).

2.4 SUBFAMILIA SCARABAEINAE

La subfamilia Scarabaeinae (Figura 1) además de presentar las generalidades del grupo como el primer par de alas endurecidas llamadas élitros que cubren al segundo par de alas funcionales; poseen antenas lameladas formadas por once artejos, los últimos tres forman una maza laminar arrosetada opaca y pubescente; en los machos puede haber o no dimorfismo sexual en cabeza y pronoto, por la presencia de tubérculos o proyecciones en forma de “cuernos”; la coloración es muy variada y en ocasiones se presentan superficies metálicas o iridiscentes; miden entre 3 a 65 mm (Deloya, 2011).

Los adultos se distinguen por características como protórax abultado con coxas largas y tibias usualmente dentadas con una sola espina; alas posteriores con reducción de la venación; antenas lameladas; placas coxales anteriores ausentes; el segundo esternito abdominal representado por una sola porción lateral; el octavo segmento abdominal formando un verdadero pigidio y no cancelado por el séptimo segmento; cuatro tubos de Malpighi (Scholtz, 1990).

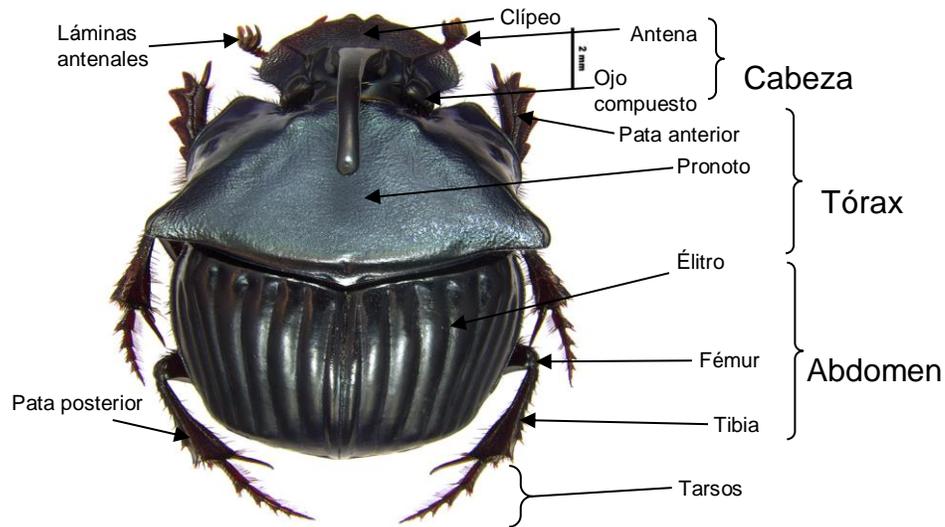


Figura 1. Imagen editada de Moctezuma y Halffter (2017), *Phanaeus endymion*

2.5 DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN DE LA SUBFAMILIA SCARABAEINAE

Esta subfamilia presenta una amplia distribución geográfica y pueden llegar a colonizar una gran variedad de hábitats, principalmente en regiones tropicales y subtropicales, pero su diversidad decrece con el incremento de la altitud hasta estar ausente en regiones frías con altitudes extremas, por encima de los 5 000 m (Hanski, 1991; Halffter, 1992).

Son de distribución cosmopolita, encontrándose en ecosistemas cálidos y templados, destacando que en América se puede tomar en cuenta un área intertropical, donde en un solo bosque se pueden encontrar más de 50 especies, mientras que en Europa y el Mediterráneo tiene menos de 90 especies, de las cuales alrededor de 60 pertenecen a un solo género (Halffter, 1991).

De acuerdo a nuevas contribuciones sobre la taxonomía y distribución geográfica de Scarabaeinae, se ha incrementado de forma considerable la fauna

mexicana de escarabajos del estiércol, estimando un aproximado de 293 especies agrupadas en 26 géneros (Sánchez-Hernández *et al.*, 2019). Por su parte, Chiapas se considera uno de los estados con mayor representatividad con 121 especies (41,3%) y 24 géneros registrados. No obstante, aún no se tienen inventarios completos de extensas regiones del territorio estatal (Sánchez-Hernández y Gómez, 2018).

2.6 ECOLOGÍA

La ecología de los Scarabaeinae está basada principalmente en la explotación competitiva de un recurso alimenticio rico nutricionalmente como el excremento de grandes vertebrados. Este recurso resulta particularmente atractivo para los escarabajos debido a su alto contenido en nitrógeno y fósforo, elementos necesarios dentro de los diferentes procesos metabólicos (Hanski, 1991). El comportamiento coprófago de estos organismos surge como una especialización de la saprofagia, la cual, se conserva actualmente en algunos grupos de forma exclusiva o combinándolo con la ingesta de carroña y, en menor medida, de otros tipos de materia orgánica en descomposición como frutos y hongos (Halffter, 1992).

Como ocurre con otros seres vivos, el número y la diversidad de escarabajos son afectados por el aumento de altitud o de latitud, que se manifiestan principalmente como una disminución de la temperatura que frecuentemente influye en el tamaño y el colorido de estos insectos. La temperatura y la humedad condicionan la diversidad de escarabajos. En zonas cálido-húmedas es mayor el número de especies que podemos encontrar a lo largo del año, aunque el número de individuos de cada una de ellas sea bajo. En áreas cálido-secas hay menos especies, pero pueden ser muy abundantes en las cortas épocas favorables (Morón, 2004).

Chiapas es una de las regiones con mayor número de registros de Scarabaeinae en México (Morón, 2003), no obstante, la mayoría de estos reportes provienen de estudios realizados en la región de La Selva Lacandona (Morón *et al.*, 1985; Palacios-Ríos *et al.*, 1990; Halffter *et al.*, 1992; Navarrete y Halffter, 2008a;

Sánchez de Jesús *et al.*, 2016), mientras que los pocos registros procedentes de la Reserva de la Biósfera Selva el Ocote (REBISO) se han derivado de muestreos esporádicos (Cano, 1998; Blas y Gómez, 2009).

2.7 ESCARABAJOS COMO BIOINDICADORES

Las especies indicadoras son organismos cuya presencia, abundancia o densidad pueden ser usadas como un criterio para evaluar atributos que son muy difíciles, caros o inconvenientes de medir para otras especies o condiciones ambientales de interés (Landres *et al.*, 1988). McGeoch (1998), clasifica las especies indicadoras en tres categorías: indicadoras ambientales, que reflejan el estado biótico o abiótico del ambiente; indicadores ecológicos, que reflejan el impacto de cambios ambientales sobre un hábitat, comunidad o ecosistema; e indicadores de biodiversidad, que son indicativos de un taxa, o de toda la diversidad en un área definida. Los escarabajos son un grupo que sirve muy bien como ejemplo de indicadores, ya que pueden colonizar zonas de sucesión ecológica en un fenómeno en el que las especies existentes aprovechan zonas cuando las condiciones se vuelven favorables (Nebel y Wright, 1999).

Los Scarabaeinae han sido utilizados como indicadores de diversidad porque presentan una taxonomía estable, historia natural bien conocida, taxones superiores con un amplio rango de distribución geográfica, abundantes y de fácil observación y manipulación, taxones inferiores con especificidad de hábitat y sensible a cambios ambientales (Brown, 1991; Halffter *et al.*, 1992; Halffter, 2001), además poseen una distribución en rangos altitudinales, en tipos de suelo y vegetación y están estrechamente relacionados con otros taxones, especialmente mamíferos (Escobar, 1997).

2.8 IMPORTANCIA

La importancia ecológica de los escarabajos del estiércol, reside en el papel que juegan al reincorporar los nutrientes al suelo, favoreciendo la aireación, reduciendo la

proliferación de larvas de mosca, y beneficiando la dispersión secundaria de semillas de los frutos consumidos y defecados por diferentes especies de mamíferos; promoviendo la germinación de las mismas semillas durante el proceso de transporte del recurso para alimentarse y nidificar (Estrada y Coates-Estrada, 1986; Estrada y Coates-Estrada, 1991; Andresen, 2002; Nichols *et al.*, 2008).

Los estudios faunísticos sobre la entomofauna y especialmente sobre los escarabajos de Chiapas han aumentado considerablemente (Rodríguez-López *et al.*, 2019), presentando estudios sobre su composición y estructura, aunque estos se han centrado principalmente en la región Selva Lacandona (Navarrete y Halffter, 2008a; Sánchez-de-Jesús *et al.*, 2016; Santos-Heredia, 2018), a la vez que se han realizado estudios que presentan nuevos registros de distribución de especies o descripción de especies nuevas (Halffter y Halffter, 2009; Sánchez-Hernández *et al.*, 2017; Sánchez-Hernández y Gómez, 2018).

Por lo tanto, aún existen zonas dentro del Estado, sobre todo áreas protegidas de carácter estatal, que presentan un registro faunístico es escaso (Rodríguez-López *et al.*, 2019), destacando en este caso particular a la Zona Sujeta a Conservación Ecológica “La Pera”, donde la entomofauna y particularmente los escarabajos copronecrófagos han sido muy poco estudiados y el conocimiento sobre las especies que se tiene es casi nulo.

La ZSCE “La Pera” forma parte importante del corredor biológico que conectan al Parque Nacional Cañón del Sumidero y la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote, las dos áreas naturales protegidas más grandes de la región centro-oeste del estado de Chiapas de Cañón del Sumidero y Selva El Ocote, y esta cuenta con muy poca información acerca de la entomofauna de los a escarabajos presentes en la zona se requiere la realización de estudios que logren la creación de datos para el estudio y conservación de las especies de la zona, con la subfamilia Scarabaeinae como indicadores de biodiversidad y conservación.

2.9 RIQUEZA BIOLÓGICA

Según Melic (1993) la riqueza biológica puede definirse como el número de especies de flora y fauna diferentes presentes en un determinado espacio en un determinado período de tiempo.

2.10 QUÉ ES DIVERSIDAD BIOLÓGICA Y CÓMO SE CALCULA

“La variabilidad entre los organismos vivientes de todas las fuentes, incluyendo, entre otros, los organismos terrestres, marinos y de otros ecosistemas acuáticos, así como los complejos ecológicos de los que forman parte; esto incluye diversidad dentro de las especies, entre especies y de ecosistemas”, es así como el United Nation Environment Program (UNEP, 1992) define a la biodiversidad o diversidad biológica. Por tanto, el término comprende diferentes escalas biológicas. Y es la diversidad biológica la que ha sido tema central en la teoría ecológica y objeto de debate (Magurran, 1988).

Actualmente se han desarrollado una gran cantidad de parámetros para medir la biodiversidad y utilizarla como un indicador del estado de los sistemas ecológicos, con aplicabilidad práctica para fines de conservación, manejo y monitoreo ambiental (Moreno, 2001).

Los estudios sobre medición de biodiversidad se han centrado en la búsqueda de parámetros para caracterizarla como una propiedad emergente de las comunidades ecológicas. Sin embargo, las comunidades no están aisladas en un entorno neutro. En cada unidad geográfica, en cada paisaje, se encuentra un número variable de comunidades. Por ello, para comprender los cambios de la biodiversidad con relación a la estructura del paisaje, la separación de los componentes alfa y beta puede ser de gran utilidad (Whittaker, 1972), principalmente para medir y monitorear los efectos de las actividades humanas (Halffter *et al.*, 2001).

La diversidad alfa es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea, la diversidad beta es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje, y la diversidad gamma es la riqueza de especies del conjunto de comunidades que integran un paisaje, resultante tanto de las diversidades alfa como de las diversidades beta (Whittaker, 1972).

Para realizar los cálculos de diversidad se utiliza la riqueza específica, para la cual se cuenta con diversos métodos para su obtención, como son los índices de diversidad (Moreno, 2001).

III. ANTECEDENTES

En México la entomofauna comenzó a estudiarse sistemáticamente desde fines de los años setenta y principios de los ochenta. Los trabajos realizados en buena parte del país, en distintas regiones y tipos de vegetación han generado un buen nivel de conocimiento de aspectos ecológicos, biogeográficos y taxonómicos de uno de sus principales componentes, los escarabajos.

Sin embargo, a pesar de que los Scarabaeinae han sido un grupo ampliamente estudiado en México, existen diversas regiones del país donde se desconocen las especies que los habitan, incluso en el estado de Chiapas, región que se considera una de las más diversas en cuanto al conocimiento de la entomofauna se refiere.

Navarrete y Halffter (2008a) realizaron un estudio donde se evaluó la diversidad de escarabajos en tres zonas con distinto grado de perturbación por cambios antropogénicos en la Selva Lacandona en el estado de Chiapas, encontrando un total de 49 especies, representadas en 15 géneros, siendo la zona de Selva Conservada la que presentó el mayor número de especies (49), comparándola con las zonas de Selva Fragmentada (42) y la Zona de Pastizales (13).

Posteriormente, Navarrete y Halffter (2008b) ampliaron la cantidad de especies de Scarabaeinae registradas en el Estado de Chiapas por medio de muestreos en la Selva Lacandona durante los años 2003 a 2005, reportando especies como *Canthon lituratus*, *Uroxys platypyga* y *Onthophagus yucatanus*,

Halffter y Halffter (2009) analizaron ejemplares colectados del género *Canthon* de la Depresión Central de Chiapas y la parte norte de la Selva Lacandona, describiendo una nueva especie (*Canthon lucreciae*), y confirmando la presencia de otras tres especies dentro de las colecciones entomológicas de El Colegio de la Frontera Sur en San Cristóbal de Las Casas, y el Instituto de Ecología A.C. en Xalapa, Veracruz, ampliando el registro de especies conocidas de este género para Chiapas.

Cancino-López *et al.* (2014) presentaron un análisis de la diversidad de escarabajos necrófilos en tres hábitats diferentes en el Volcán Tacaná, utilizando trampas de caída con cebo de calamar y pescado, capturando un total de 907 individuos con 14 especies de la subfamilia Scarabaeinae. Además de observar que la mayor diversidad de escarabajos se encontró en el cafetal, mientras que el bosque mesófilo presentó un mayor número de especies grandes.

Sánchez-de-Jesús (2014) realizó un estudio de coleópteros en la Selva Lacandona, en la que utilizó trampas de caída cebadas, en el que registró un total de 43 especies en 196 trampas, donde el mayor número de individuos corresponde a *Copris laeviceps*, *Eurysternus caribaeus*, *Uroxys microcularis* y *Canthon femoralis*.

Un estudio de escarabajos coprófagos realizado por Herrera (2015) en la Reserva de la Biosfera Montes Azules obtuvo un total de 8 785 individuos pertenecientes a 40 especies de la subfamilia Scarabaeinae. Tres especies fueron las representantes del 63% de individuos capturados: *Eurysternus caribaeus*, *Copris laeviceps* y *Onthophagus batesi*.

Sánchez-Hernández *et al.* (2018) realizaron muestreos sistematizados entre el 2011 y 2012 en las zonas de Selva Media subperennifolia, Cultivo de Café y Vegetación secundaria dentro de la Reserva de la Biosfera Selva “El Ocote”, reportando un total de 37 especies de Scarabaeinae, encontrando que la vegetación de Selva Media, presenta una estructura y composición mejor distribuida en comparación de los otros hábitats del estudio, lo que ratifica la importancia de la vegetación primaria para la conservación de la diversidad de especies de escarabajos.

Más recientemente Sánchez-Hernández *et al.* (2022), analizó los patrones de diversidad de Scarabaeinae en la región central del estado de Chiapas, relacionándolos con factores abióticos y antrópicos por medio de colectas con trampas cebadas alternando calamar y estiércol de cerdo como atrayentes, capturando un total de 1 233 individuos pertenecientes a 32 especies, distribuidas en 14 géneros, encontrando que tanto la riqueza como la diversidad de especies dominantes

disminuye con el aumento de altitud, y que el número de especies fue mayor a distancias medias de la perturbación de una carretera.

Rodríguez-López *et al.* (2019) presentaron un nuevo listado para las especies de Scarabaeinae presentes en la Reserva el Zapotal dentro de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, encontrando un total de 22 especies distribuidas en 12 géneros, lo que indicó una buena diversidad al compararla con estudios similares y un buen grado de conservación de la reserva a pesar del aumento de la mancha urbana en sus cercanías, resaltando la importancia del acceso al recurso alimenticio por medio de las excretas de grandes mamíferos mantenidos en cautiverio dentro del Zoológico Miguel Álvarez del Toro (ZooMAT).

Un estudio realizado en dos sitios dentro del Parque Nacional Cañón del Sumidero por Gómez-Méndez *et al.* (2023) obtuvo un total de 22 especies de Scarabaeinae distribuidas en 12 géneros, presentando que el sitio más conservado obtuvo un mayor número de especies, pero a pesar de esto la composición del ensamblaje de escarabajos no es significativamente diferente a la obtenida en el sitio más antropizado.

IV. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Analizar la composición y diversidad de la subfamilia Scarabaeinae en dos sitios de muestreo dentro de la ZSCE “La Pera”.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la diversidad alfa de los sitios de muestreo.
- Comparar la similitud de la diversidad de coleópteros entre los sitios de muestreo (diversidad beta).
- Analizar la distribución temporal de las especies de Scarabaeinae.
- Determinar la preferencia trófica de las especies de Scarabaeinae

V. ZONA DE ESTUDIO

La Zona Sujeta a Conservación Ecológica “La Pera” es un Área Natural Protegida de jurisdicción estatal decretada en el año 2011 (RAC, 2015). “La Pera” se encuentra en la porción central del municipio de Berriozábal, al oeste del estado de Chiapas (Figura 2) (SEMAHN, 2013). El polígono de la reserva tiene una superficie de 7 506.61 ha. Esta zona forma parte de la región Chacona-Cañón del Sumidero, donde se incluyen los municipios de Berriozábal, Bochil, Chiapa de Corzo, Chicoasén, Copainalá, Ixtapa, Usumacinta, San Fernando y Tuxtla Gutiérrez. Junto con el Área de Protección de Recursos Naturales Villa Allende forma parte de un corredor entre la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote y el Parque Nacional Cañón del Sumidero (RAC 2015).

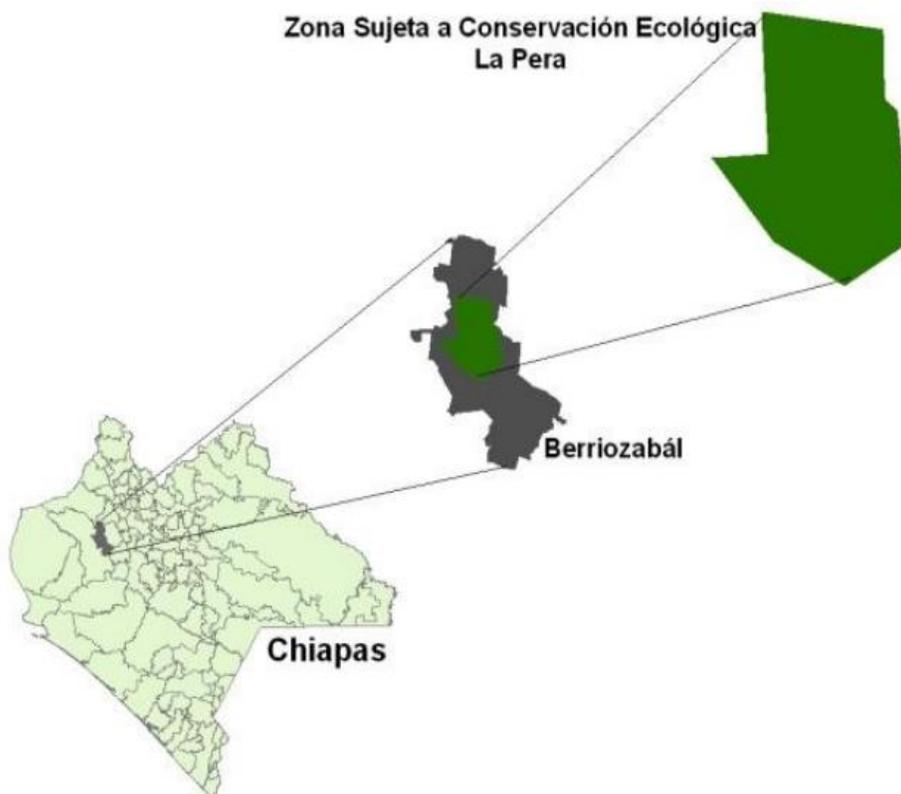


Figura 2. Ubicación de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica “La Pera” (SEMAHN, 2013).

5.1 CLIMA

En la ZSCE “La Pera” se presentan dos tipos de clima; cálido-húmedo, con lluvias en verano y parte en otoño, con una temperatura anual promedio arriba de 22° C. Este clima ocurre en la parte Norte del polígono, y cálido subhúmedo con lluvias medias en verano con una temperatura anual promedio arriba de 22° C. Este clima se localiza en la parte central y sur del polígono (SEMAHN, 2013).

5.2 TIPO DE VEGETACIÓN

“La Pera” reporta tres tipos de vegetación que en su conjunto brindan un importante servicio, ya que regulan el clima local, mantienen la captación de agua para actividades agrícolas y urbanas, y contribuyen con la formación del suelo:

- Bosque tropical subcaducifolio/Selva Media subcaducifolia/Selva alta subdecidua (Miranda y Hernández, 1963): dentro de la reserva abarca la menor extensión, además de ser el más perturbado, ya que se haya como vegetación secundaria, probablemente debido a la ganadería extensiva (SEMAHN, 2013).
- Bosque tropical perennifolio/Selva Media subperennifolia/Selva alta subdecidua (Miranda y Hernández, 1963): caracterizada porque algunos árboles pierden sus hojas en la parte más marcada de la época seca. Esta vegetación es exuberante, alberga gran diversidad florística, además de ser de las más ricas y complejas; es la más abundante dentro de la zona, pudiendo encontrarse entre los 800 y 1050 m s.n.m. como vegetación original y secundaria (SEMAHN, 2013).
- Bosque mesófilo de montaña/Selva Media perennifolia/Selva Media siempre verde (Miranda y Hernández, 1963): se encuentra en menor proporción a la anterior, aquí pueden hallarse varias especies cuya madera es aprovechable (SEMAHN, 2013).

5.3 TIPO DE SUELO

Berriozábal forma parte de las regiones fisiográficas Montañas del Norte y Depresión Central, por lo que la fisiografía de “La Pera” está constituida de serranías y lomeríos, ubicándose las primeras en la porción norte, que es donde se realizó el presente trabajo. En cuanto a suelo se pueden encontrar tres tipos principales (SEMAHN, 2013):

- Luvisol: caracterizado por un subsuelo arcilloso y por ser ligeramente ácido, además de ser muy susceptible a la erosión; puede encontrarse cubriendo una amplia zona en el centro del polígono.
- Acrisol: cuenta con arcilla acumulada en el subsuelo, además de ser ácido o muy pobre en nutrientes y, al igual que el luvisol, es susceptible a la erosión. Este tipo de suelo se localiza en la parte norte del polígono donde se realizó la presente investigación.
- Litosol: posee diversos tipos con relación al material que los conforma y su susceptibilidad a la erosión depende de la zona donde se encuentre, pudiendo ir desde moderada a alta. Dentro del polígono se encuentra bordeando el límite sur en una proporción menor.

VI. MÉTODO

6.1. COLECTA DE ORGANISMOS

Para el muestreo de escarabajos se seleccionaron dos sitios con diferente historia de uso de suelo en la porción norte del polígono de “La Pera” (Figuras 3 y 4). El primer sitio corresponde a un área conservada de Selva Media (en adelante referido como “Selva”), tipo de vegetación predominante en la zona y el de mayor extensión en La pera. El segundo sitio corresponde a un área de vegetación secundaria (referido como “Acahual”) con 20 años de recuperación, localizado en los alrededores del Ejido Emiliano Zapata, en donde predominan diversos usos de suelo y diferentes estados sucesionales de vegetación secundaria..

En cada uno de los sitios se realizaron recolectas una vez al mes durante un año a partir del mes de febrero de 2022 hasta enero de 2023. Se utilizó como método de captura una serie de 10 trampas de caída con cebo (Figura 5) para cada sitio de muestreo, dividiendo cada uno en dos transectos con cinco trampas cada uno (Bustos-Gómez y Lopera, 2003), alternando calamar (Figura 6) y heces humanas como atrayentes para los escarabajos (Figura 7).

Como trampa se colocaron recipientes de 1L de capacidad (18 cm de alto y 11 cm de diámetro), con una tapa elevada sobre ellos para reducir lo más posible el riesgo de inundación de las trampas dejando aberturas de un tamaño suficiente para permitir el paso de los individuos a la trampa (Figura 5, 6 y 7). Para evitar la interferencia entre trampas y tipos de atrayentes, las trampas se colocaron con una separación de 50 m entre sí (Larsen y Forsyth, 2005). Se empleó anticongelante de automóvil (etilenglicol) como líquido conservador en lugar de alcohol etílico para evitar la evaporación (Márquez-Luna, 2005), los recipientes se enterraron a nivel del suelo. Posteriormente los organismos colectados en las trampas durante 20 días fueron conservados en alcohol etílico al 70%, para finalmente ser limpiados con más alcohol al 70% en el laboratorio para eliminar todo rastro de materia orgánica en los ejemplares.



Figura 3. Puntos de colocación de trampas en Selva Media en “La Pera”, Berriozábal.

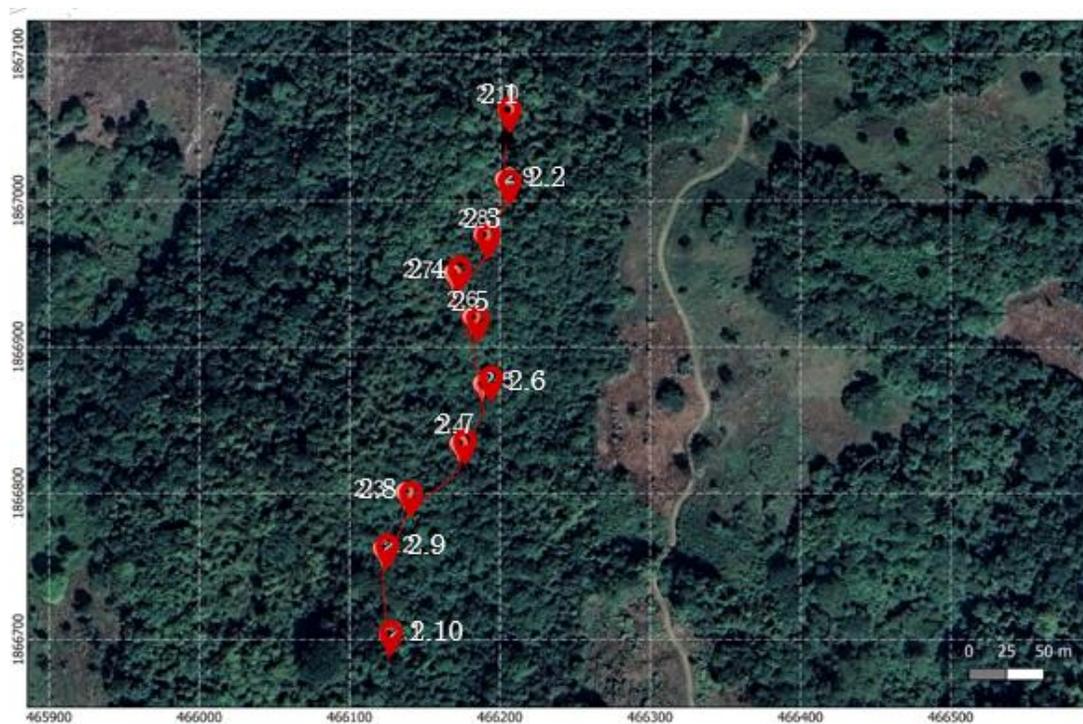


Figura 4. Puntos de colocación de trampas en Acahual en “La Pera”, Berriozábal.



Figura 5. Trampa utilizada para la colecta de organismos.



Figura 6. Necrotrampa colocada con cebo de calamar.



Figura 7. Copro trampa colocada con cebo de heces.

6.2. IDENTIFICACIÓN DE ORGANISMOS

Una vez colectados los organismos se identificaron en el Museo de Referencia de Invertebrados de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH) utilizando diversas guías y claves de identificación hasta el nivel de género y especie (Howden, 1971; Rivera-Cervantes y Halffter, 1999; Delgado *et al.*, 2000; Kohlmann y Solís, 2006; Delgado y Kohlmann, 2007; Camero, 2010; Darling y Génier, 2018; Kohlmann y Vaz-de-Mello, 2018;; Moctezuma y Halffter, 2021; Montoya-Molina y Vaz-de-Mello, 2021; Chamé-Vázquez y Sánchez-Hernández, 2022).

Se colocó al menos un ejemplar de cada especie encontrada en una caja tipo Cornell debidamente montada con los datos respectivos para ser integrada a la colección entomológica del Instituto de Ciencias Biológicas de la UNICACH.

6.3 DETERMINACIÓN DE RIQUEZA Y DIVERSIDAD

La riqueza de especies en este estudio fue considerada de acuerdo con Melic (1993), como el total de especies encontradas, por lo que en este apartado se contabilizaron las especies encontradas a lo largo de las colectas y el trabajo de campo e identificación realizados para calcular la diversidad, al igual que la representatividad del inventario de especies se calculará la cobertura de muestreo, que evalúa la proporción que representan los individuos de cada especie en la muestra, con respecto al número total de individuos (López-Mejía *et al.*, 2017), lo que permitirá estimar qué tan diverso es un sitio en comparación con el otro, respecto a la riqueza encontrada.

6.4. DIVERSIDAD ALFA

Se emplearon curvas de acumulación de especies para la obtención de valores significativos en cuanto a las especies capturadas, ya que estas proveen fiabilidad al estudio y al inventario realizado para facilitar su comparación entre ambos sitios de muestreo, provén los datos correspondientes a la cobertura de muestreo y permiten extrapolar el para estimar el total de especies que están presentes en la zona (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003). Esto se llevó a cabo en el software estadístico iNEXT online.

Posteriormente se determinó en cada sitio de muestreo la riqueza y la diversidad con ayuda de la serie de números de Hill, ya que es una serie de números que permiten calcular el número efectivo de especies en una muestra; una medida del número de especies cuando cada especie es ponderada por su abundancia relativa (Hill, 1973; Magurran, 1988):

$$NA = (pi)^{1/(1 - A)}$$

De los números obtenidos en la serie, los importantes son los siguientes:

q0 = número total de especies

q1 = número de especies abundantes

q2 = número de especies muy abundantes

Ya que estos números permiten comparar dentro de cada ambiente estudiado los datos antes mencionados para realizar el análisis (Hill, 1973). Este análisis se llevó a cabo en el software iNEXT online.

6.5. DIVERSIDAD BETA

Se determinó la diversidad beta del muestreo, utilizando un Análisis de Similitud ANOSIM bajo el índice de diversidad de Morisita-Horn, ya que este índice refleja la relación entre riqueza y uniformidad, además de tomar en cuenta la abundancia de cada especie de las dos áreas que se comparan. Este índice está influido por la riqueza de las especies y el tamaño de los muestreos además es altamente sensible a la abundancia de las especies (Magurran, 1988). Esto para determinar la similitud de especies en ambos sitios de muestreo (Moreno, 2001).

6.6. PREFERENCIA TRÓFICA Y ESTACIONALIDAD

Para determinar la preferencia trófica se utilizó una prueba de Valor indicador (IndVal), la cual es utilizada para determinar la asociación que existe entre una especie y un grupo de sitios o parámetros (Dufrêne and Legendre 1997); en este caso, el tipo de cebo utilizado. Este análisis calcula la asociación que existe entre las especies y cada grupo o parámetro. Este análisis se llevó a cabo en el software estadístico PAST versión 4.09.

Finalmente, la distribución temporal se analizó con ayuda de los datos de precipitación mensual registrados de la estación climatológica más cercana a la zona de estudio en la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) estableciendo una relación entre la temporada de lluvias y de secas con la riqueza y abundancia de especies observada, ya que la precipitación es el factor más importante para determinar la estacionalidad en regiones con clima tropical (Leighton y Leighton 1983, Wolda 1988, Potts 2003).

VII. RESULTADOS

7.1 RIQUEZA Y ABUNDANCIA

Se capturó un total de 2 239 individuos correspondiente a 36 especies distribuidas en 13 géneros de la subfamilia Scarabaeinae (Cuadro 1). *Onthophagus* Latreille, 1802 fue el género que presentó la mayor riqueza, con siete especies, seguido por *Canthon* Hoffmannsegg, 1817, con cinco especies. *Canthon vazquezae* Martínez, Halffter & Halffter, 1964 (n = 709), *Deltochilum pseudoparile* Paulian, 1938 (n = 371), *Onthophagus yucatanus* Delgado-Castillo, Peraza & Deloya, 2006 (n = 183), *Ateuchus candezei* (Kohlmann, 1984) (n= 120) y *Eurysternus angustulus* Harold, 1869 (n = 110) fueron las especies que presentaron la mayor abundancia, representando el 66% de la abundancia total. Por el contrario, 11 especies (30% de la riqueza total) estuvieron representadas por menos de cinco individuos.

Cuadro 1. Especies de Scarabaeinae capturadas en dos tipos de hábitat de la ZSCE “LA PERA”

ESPECIES	Selva		Acahual		n
	HECES	CALAMAR	HECES	CALAMAR	
<i>Ateuchus candezei</i> (Kohlmann, 1984)	11	1	88	20	120
<i>Ateuchus laetitia</i> Kohlmann, 1981	6	1	13	9	29
<i>Ateuchus perezvelai</i> (Kohlmann, 2000)	1	1	13	26	41
<i>Bdelyopsis newtoni</i> Howden, 1971			13		13
<i>Canthidium centrale</i> (Boucomont, 1928)	5	1	4	1	11
<i>Canthidium</i> aff. <i>macclevei</i> . (Kohlmann & Solís, 2006)			3	1	4
<i>Canthidium pseudoperceptibile</i> Kohlmann & Solís, 2006	4	2	8	5	19
<i>Canthon cyanellus</i> LeConte, 1859	5	1	35	22	63
<i>Canthon euryscelis</i> Bates, 1887	4	6	16	13	39

<i>Canthon leechi</i> Martinez, Halffter & Halffter, 1964			4		4
<i>Canthon morsei</i> Howden, 1966	39		40	12	91
<i>Canthon vazquezae</i> Martinez, Halffter & Halffter, 1964	320	81	198	110	709
<i>Copris laeviceps</i> Harold, 1869	1		4		5
<i>Coprophanæus corythus</i> (Harold, 1863)	21	6	15	27	69
<i>Deltochilum carrilloi</i> González-A. & Vaz-de-Mello, 2014	5		12	5	22
<i>Deltochilum mexicanum</i> Burmeister, 1848	15	2	30	30	77
<i>Deltochilum pseudoparile</i> Paulian, 1938	101	10	107	153	371
<i>Deltochilum sublaeve</i> Bates, 1887				1	1
<i>Dichotomius amplicollis</i> (Harold, 1869)		2	5	5	12
<i>Dichotomius enioi</i> Montoya-Molina & Vaz-de-Mello, 2021	4				4
<i>Dichotomius sagittarius</i> (Harold, 1869)	13		19	6	38
<i>Dichotomius satanas</i> (Harold, 1867)			1	1	2
<i>Eurysternus angustulus</i> Harold, 1869	23	1	51	35	110
<i>Eurysternus magnus</i> Castelnau, 1840	2		4		6
<i>Eurysternus caribaeus</i> (Herbst, 1789)	3		6	3	12
<i>Onthophagus batesi</i> Howden & Cartwright, 1963	5		18	1	24
<i>Onthophagus belorhinus</i> Bates, 1887	1		1		2
<i>Onthophagus corrosus</i> Bates, 1887			2	1	3
<i>Onthophagus crinitus</i> Harold, 1869	7		8		15
<i>Onthophagus istmenus</i> Moctezuma, Sánchez-Huerta & Halffter, 2020			4	3	7

<i>Onthophagus yucatanus</i> Delgado-Castillo, Peraza & Deloya, 2006			130	53	183
<i>Onthophagus maya</i> Zunino, 1981	1			1	2
<i>Phanaeus endymion</i> Harold, 1863	47	5	29	15	96
<i>Sulcophanaeus chryseicollis</i> (Harold, 1863)				1	1
<i>Uroxys micros</i> Bates, 1887			4		4
<i>Uroxys platypyga</i> Howden & Young, 1981	1		18	11	30
TOTAL	645	120	903	571	2239

7.2 REPRESENTATIVIDAD DEL INVENTARIO

Las curvas de acumulación de especies muestra una aparente estabilización al notarse una tendencia asintótica en ambos casos, particularmente para el acahual (Figura 8). Además, se obtuvo una cobertura de muestreo de 0.9973 para el sitio de acahual, y 0.9948 para el sitio de Selva, lo que señala un muestreo representativo y eficiente a lo largo del estudio realizado. El valor de la riqueza estimada de acuerdo con la extrapolación de la abundancia fue de 28 y de 38 para los sitios de Selva y acahual, respectivamente, resultando en una eficiencia de muestreo del 99.9% para el sitio de Selva y 99.8% para el sitio de acahual.

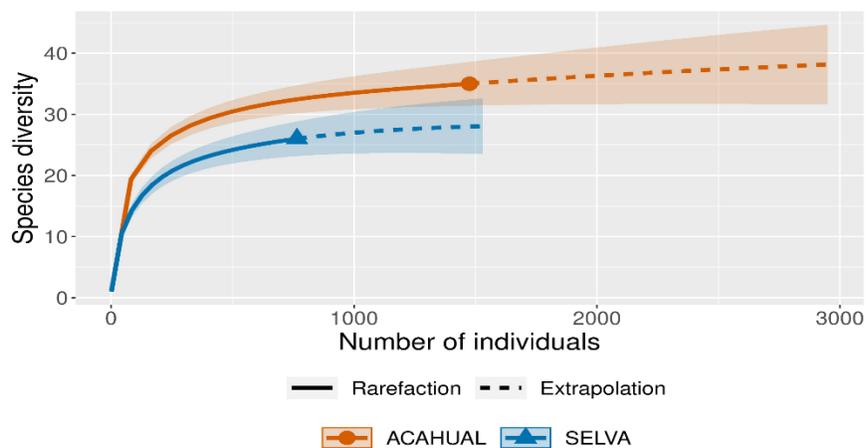


Figura 8. Curva de acumulación y rarefacción de especies encontradas y esperadas.

7.3 DIVERSIDAD ALFA

En el sitio de Selva se registró un total de 765 individuos (34.15%) distribuidos en 26 especies de Scarabaeinae, mientras que en la zona con vegetación de Acahual se capturó un total de 1 474 individuos (65.85%) distribuidos en 35 especies. Las especies dominantes fueron distintas para cada hábitat.

De acuerdo con los perfiles de diversidad de la serie de números de Hill, de manera general el acahual presentó los valores de diversidad más altos. La riqueza de especies (q_0) fue significativamente mayor según los intervalos de confianza. En el Acahual se reporta un total de 14 especies abundantes (q_1), y 9 especies dominantes (q_2). Mientras que en la vegetación de Selva se obtuvo un total de 6 especies abundantes y 3 especies dominantes efectivas (Figura 9).

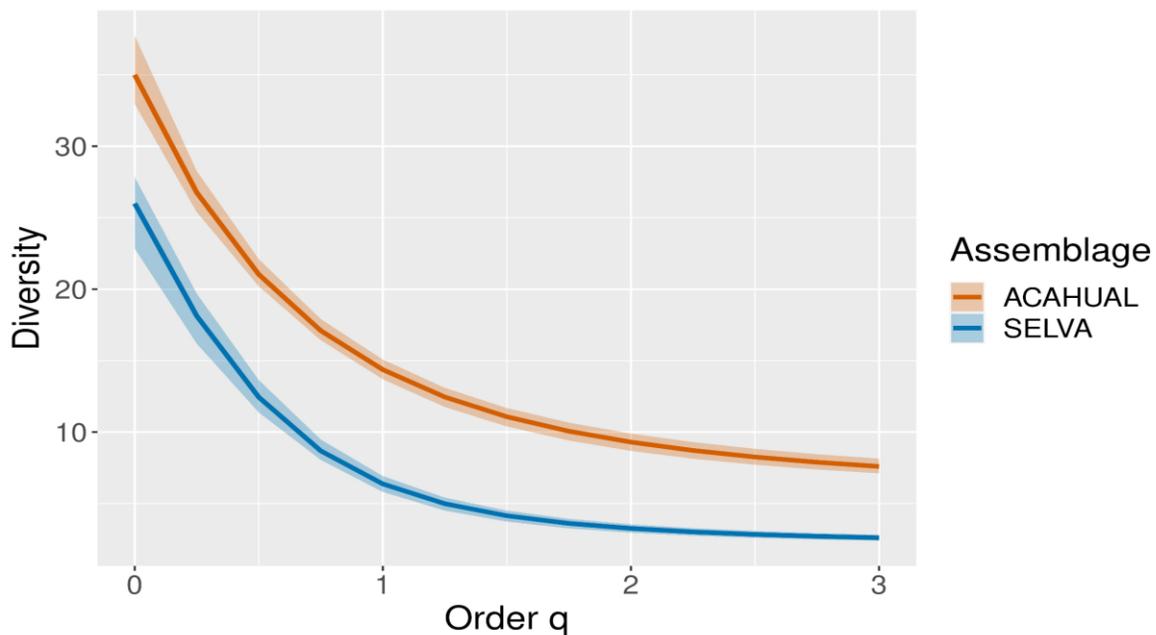


Figura 9. Serie de números de Hill de especies raras y abundantes para escarabajos de la subfamilia Scarabaeinae dentro de la ZSCE "La Pera".

7.4 DIVERSIDAD BETA

Del total de especies, únicamente *Dichotomius enioi* Montoya-Molina & Vaz-de-Mello, 2021 fue exclusiva del sitio de Selva; por su parte, *Bdelyopsis newtoni* Howden, 1971, *Canthidium aff. macclevei* (Kohlmann & Solís, 2006), *Canthon leechi* Martínez, Halffter & Halffter, 1964, *Deltochilum sublaeve* Bates, 1887, *Dichotomius satanas* (Harold, 1867), *Onthophagus istmenus* Moctezuma, Sánchez-Huerta & Halffter, 2020, *Onthophagus corrosus* Bates, 1887, *Onthophagus yucatanus* Delgado, Peraza & Deloya, 2006, *Sulcophanaeus chryseicollis* Harold, 1863 y *Uroxys micros* Bates, 1887 fueron especies que se capturaron exclusivamente en la vegetación de acahual. Las 25 especies restantes (70%) estuvieron presentes en ambos sitios.

De acuerdo con el análisis de similitud (ANOSIM) y el Escalamiento Multidimensional No Métrico (NMDS) mediante el coeficiente de Morisita-Horn existen diferencias significativas en los ensamblajes de especies para cada sitio al obtener un valor de $r = 0.748$, y un valor de $p = 0.011$ (Figura 10).

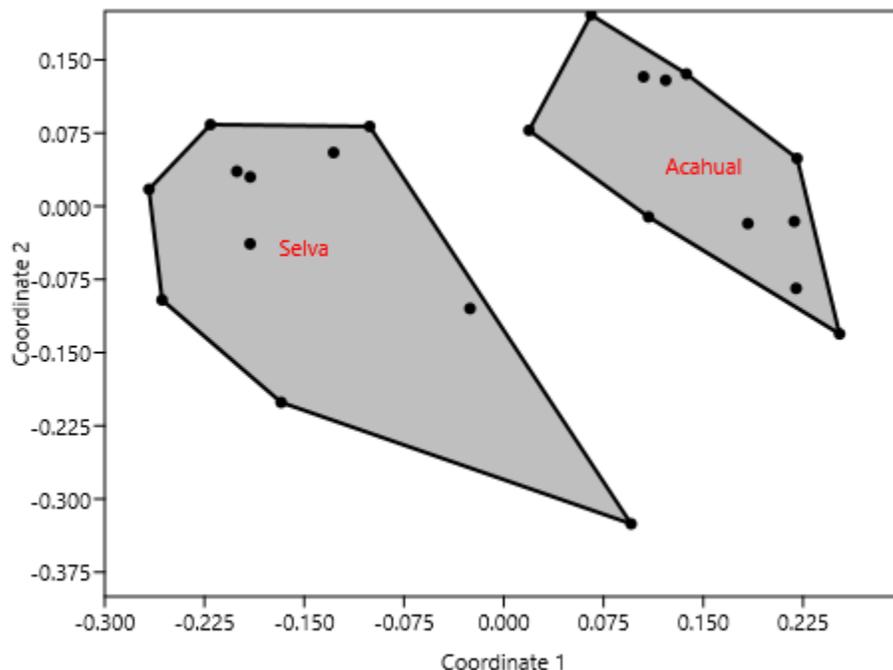


Figura 10. Análisis de Escalamiento Multidimensional No Métrico para el ensamblaje de las comunidades de escarabajos de la subfamilia Scarabaeinae de la ZSCE "La Pera".

7.5 ESTACIONALIDAD

Los valores de riqueza y abundancia variaron significativamente a lo largo de los meses de muestreo. En la zona de Selva, se observó un aumento significativo tanto de la riqueza como de la abundancia de escarabajos durante los meses de julio y agosto, correspondiente a los meses de mayor precipitación. No obstante, los valores más bajos se presentaron durante octubre, también considerado un mes de altas precipitaciones (Cuadro 2).

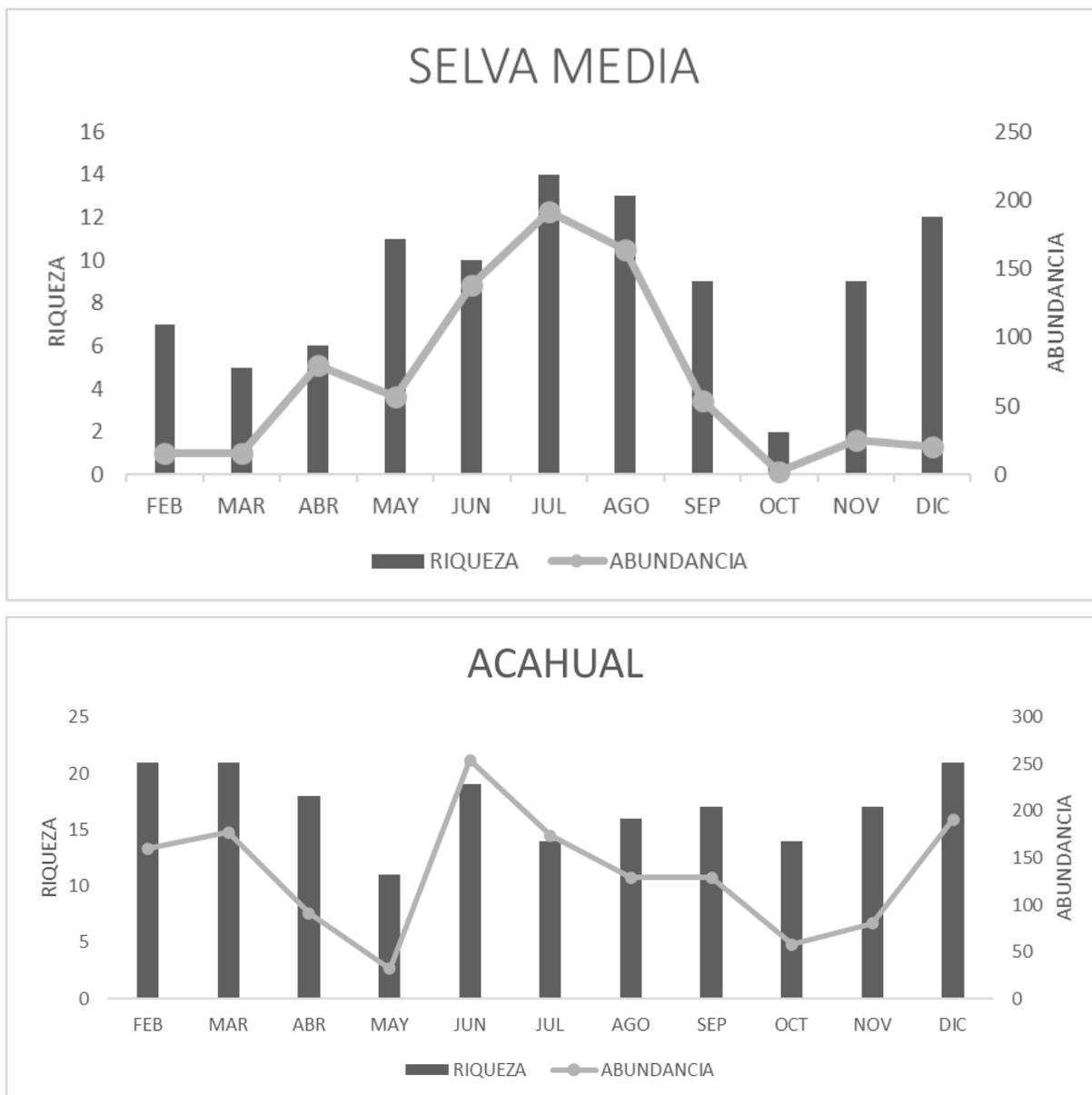


Figura 11. Distribución de la riqueza y abundancia de especies de escarabajos encontrados en la ZSCE "La Pera".

La zona con vegetación de acahual no presentó una relación clara entre la riqueza y abundancia de escarabajos con la precipitación, ya que se observa un número similar de especies durante varios meses del año, pero los valores más altos se presentaron entre febrero – marzo y diciembre, meses correspondientes a la temporada de secas. La mayor abundancia ocurrió en junio y, por su parte, mayo fue el mes con los valores más bajos, tanto de riqueza como de abundancia (Figura 11).

Cuadro 2. Temperatura y precipitación registrada para la ZSCE “La Pera” (CONAGUA, 2022).

	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE
TEMP. (°C)	21.2	22.4	24	24.5	23.5	23.2	23.4	22.9	22.1	21	20	20.4
PP. (mm)	5.1	2.6	17.3	78.2	213	160.1	174.2	196.1	100.1	21.7	10.7	5.7

7.6 PREFERENCIA TRÓFICA

De las 36 especies reportadas para este trabajo se observa que las trampas cebadas con heces humanas capturaron un total de 34 especies, lo que equivale al 94% del total de la diversidad encontrada, siendo las especies más abundantes *C. vazquezae* (n = 518), *D. pseudoparile* (n = 208), *O. yucatanus* (n = 130) y *A. candezei* (n = 99) mientras que las trampas cebadas con calamar capturaron un total de 27 especies, representando el 75% de la riqueza total de especies, con *C. vazquezae* (n = 191), *D. pseudoparile* (n = 163), *O. yucatanus* (n = 53) y *Cp. corythus* (n = 33) como especies más abundantes en este recurso alimenticio.

Además, se observa una preferencia hacia el cebo de heces humanas por parte de *C. vazquezae* (74.4%) (p=0.0177), *O. yucatanus* (73.3%) (p=0.0202) y *P. endymion* (72.9%) (p=0.0203), según la prueba de IndVal (Figura 12). Por lo que esta

baja especificidad en el recurso alimenticio puede indicar que la comunidad de escarabajos de la zona presenta una tendencia hacia una dieta generalista.

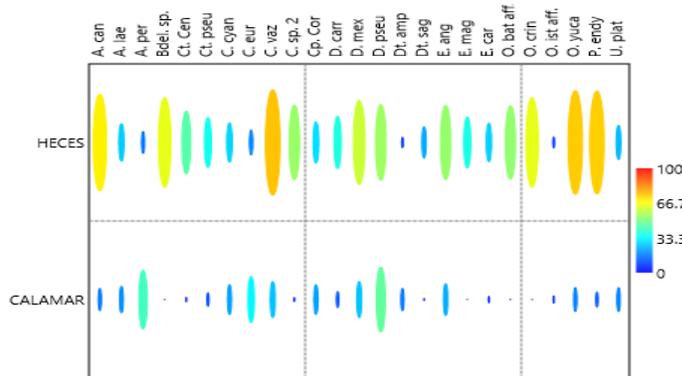


Figura 12. Preferencia trófica observada por las especies de la ZSCE “La Pera”

7.7 ESPECIES INDICADORAS

Se registró para la vegetación de Selva Media únicamente una especie con afinidad a este tipo de vegetación ($p < 0.05$), siendo esta *C. vazquezae*, mostrando una afinidad de 93. 2% ($p=0.0002$). Mientras que para la vegetación de Acahual se registró un total de 13 especies estrechamente relacionadas a este sitio, resaltando a *O. yucatanus* como la especie más significativa para este tipo de vegetación con una afinidad de 100% ($p=0.0001$), seguida por *C. euryscelis* (96.8%) ($p=0.0001$), y *A. candezei* (73. 6%) ($p=0.0033$) (Figura 13).

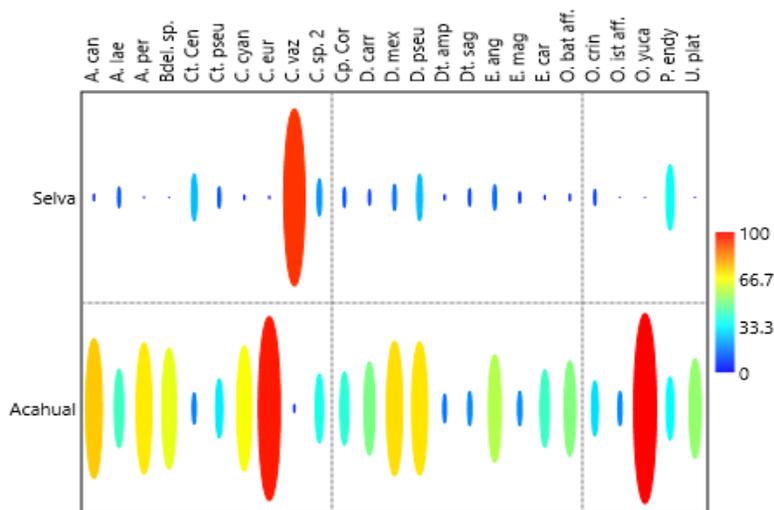


Figura 13. Especies indicadoras relacionadas a cada sitio de muestreo dentro de la ZSCE “La Pera”.

VIII. DISCUSIÓN

8.1 DIVERSIDAD

México registra un total 29 géneros y alrededor de 300 especies de escarabajos copronecrófagos de la subfamilia Scarabaeinae (Sánchez-Hernández y Gómez, 2018; Sánchez-Hernández *et al.*, 2019; Edmonds, 2022; 2023); entre ellos, 121 especies se reportan para el estado de Chiapas (Sánchez-Hernández *et al.*, 2019). La riqueza encontrada en la ZSCE “La Pera” representa el 29.75% de esta riqueza estatal y el 12.5% de la diversidad en México. Además, se incluyen cuatro especies cuya distribución conocida se restringe a Chiapas: *Ateuchus laetitie*, *Ateuchus chrysopyge*, *Ateuchus gershensoni* y *Uroxys platypyga*.

Este es el primer trabajo que documenta la diversidad de escarabajos copronecrófagos para la ZSCE “La Pera”. Los únicos registros previos en la reserva sobre especies de Scarabaeinae corresponden a reportes de atracción hacia individuos de milpiés heridos o muertos de la especie *Messicobolus magnificus* (Causey, 1954) (Sánchez-Hernández *et al.* 2019; Sánchez-Hernández y González-Martín del Campo 2023), pero que no pueden ser comparables con este estudio debido a que no incluyeron muestreos sistemáticos o se utilizaron los atrayentes más eficientes para el muestreo de escarabajos (i.e., estiércol y carroña).

La extensión del área de estudio representa sólo una pequeña porción de la superficie total de “La Pera” (7 506 ha), pero la riqueza de especies reportadas puede considerarse alta si se compara con lo encontrado en otras áreas naturales protegidas de mayor tamaño y con mayores extensiones de Selva húmeda tropical en Chiapas, como las Reservas de la Biosfera Selva El Ocote (REBISO) y Montes Azules (REBIMA), donde los trabajos de Sánchez-Hernández *et al.* (2018) y Navarrete y Halffter (2008) reportan 37 y 49 especies, respectivamente. Este total también supera lo reportado en estudios realizados en otras áreas naturales protegidas adyacentes a El Zapotal, como Villa Allende (Arellano *et al.*, 2008; 2013), Cañón del Sumidero (Sánchez-Hernández *et al.*, 2021; Gómez-Méndez *et al.*, 2023) y El Zapotal (Rodríguez-López *et al.* 2019).

Según lo anterior, se puede observar que en “La Pera” se concentra una alta diversidad de especies de Scarabaeinae en el ámbito regional. Sin embargo, aún faltan estudios locales que permitan una mayor comparación para los resultados. Esto puede contribuir al conocimiento faunístico de insectos en zonas boscosas del estado de Chiapas y pone en evidencia la necesidad de ampliar el registro que se tiene sobre la fauna de escarabajos y su distribución en el Estado de Chiapas y sus áreas naturales protegidas (Sánchez-Hernández *et al.*, 2020).

En este estudio se encontró que la abundancia, diversidad y composición de especies fue diferente entre sitios (Selva y acahual). Contrariamente a la hipótesis que sugiere que las áreas conservadas albergan una mayor diversidad de especies, los resultados ponen de manifiesto que, tanto en términos de riqueza de especies (q_0), como en la diversidad (q_1) y la dominancia (q_2), el sitio de acahual presentó valores significativamente mayores que la Selva. Las principales diferencias se observaron en la distribución de sus abundancias y la composición de especies. En este sentido, las abundancias presentaron una tendencia de mayor equidad, con un mayor número de especies dominantes y pocas especies raras, un resultado opuesto al reportado por Sánchez-Hernández *et al.* (2018) para la Selva húmeda de la Selva El Ocote.

La especie dominante en ambos sitios fue *C. vazquezae*, representando 31.66% de la abundancia total. Esta especie presenta una amplia tolerancia ecológica ya que puede invadir diversos tipos de hábitats, desde áreas de vegetación primaria como terrenos abiertos o con diversos tipos de intervención humana (Sánchez-Hernández *et al.*, 2018; Gómez-Méndez *et al.*, 2023). Además, puede utilizar una amplia variedad de recursos diferentes y de calidad diversa (Rodríguez-López *et al.*, 2021; Sánchez-Hernández *et al.*, 2021). Contrario a lo que ocurre con dicha especie; *Deltochilum pseudoparile*, la segunda especie de mayor abundancia en ambos sitios, se considera esencialmente necrófaga especialista, con alta especialización de hábitat y que tiene preferencias por ciertas condiciones ambientales (Díaz y Favila, 2009; Sánchez-Hernández *et al.*, 2019; Ahuatzin *et al.*, 2023).

La mayor diversidad y abundancia de escarabajos coprófagos en la vegetación de acahual, puede deberse a diversos factores. En algunos estudios se ha demostrado que la capacidad productiva en dicha vegetación puede mantener una variabilidad

multifuncional acorde a su etapa de sucesión (Alayon-Gamboa *et al.*, 2016). Esto puede seguir el principio de la teoría del disturbio intermedio propuesta por Connell (1978), que establece que en ecosistemas maduros la presencia de perturbaciones intermedias permite mantener niveles de riqueza de especies y de biodiversidad mayores a los que habría en ausencia de dichas perturbaciones. En ausencia de perturbaciones sólo sería posible encontrar especies especialistas, en tanto que perturbaciones pequeñas no tendrían efecto alguno sobre la biodiversidad y perturbaciones grandes una disminución de esta debido a la drástica destrucción del hábitat.

Lo anterior se puede observar gracias al tiempo que la zona con vegetación de acahual lleva en este estado de recuperación; aproximadamente 20 años (Santiago Lara de la Cruz, 2022. Habitante de la zona, Comunicación personal). El historial de uso de suelo que alteró significativamente la comunidad de escarabajos del paisaje al ser utilizado como potrero y cultivo agrícola extendiéndose a zonas aledañas a la de estudio, por lo que, esta zona de transición ha logrado albergar tanto especies generalistas como especialistas, que provienen de zonas perturbadas como las que aún son utilizadas como zonas de cultivo dentro de las comunidades, y a su vez con especies de lugares con un mayor grado de conservación como los manchones de bosque mesófilo que se encuentran en la periferia.

Es por lo anterior que se encuentran especies como las del género *Ateuchus* dentro de la zona perturbada, ya que según diversos estudios este género de coleópteros tiende mayormente a estar asociados a los ambientes de bosque templado y bosque tropical conservado (Kohlman, 1981; Kohlman, 1984; Kohlman, 2000), así como también se encuentran especies como las del género *Deltochilum*, que se han relacionado mayormente como especies indicadoras de perturbación en el ambiente al preferir hábitats perturbados (Génier, 2012; González-Alvarado y Vaz-de-Mello, 2014; Rodríguez-López *et al.*, 2019), al igual que el género *Coprophanæus*, que ha sido observado frecuentemente en ambientes con evidencia de actividad antropogénica como zonas ganaderas y de cultivo (Gámez y Acconcia, 2009; Edmonds y Zidek, 2010); lo que indica que la ZSCE “La Pera” presenta una diversidad alta como ANP al presentar un relativamente alto número de especies, al corresponder

éstas a diferentes niveles de conservación en el ambiente, que a su vez contribuye con especies de diversos tipos de ambientes.

Además, se resalta la confirmación de la distribución de tres especies dentro del Estado de Chiapas; *Dichotomius amplicollis* (Harold, 1869) cuya presencia se había reportado en estudios como los de Chamé-Vázquez *et al.* (2020), pero dicho registro no fue mencionado en la revisión de Montoya-Molina y Vaz de Mello (2021), registrando a *D. sagittarius* como el único representante del complejo *D. agenor* dentro del Estado, por lo que este registro confirma la presencia de *D. amplicollis* en Chiapas. *Bdelyroptis newtoni* (Howden, 1979) sólo se había, reportado en la región de Los Tuxtlas, Veracruz (Favila *et al.*, 2017), potencialmente encontrándose dentro del estado de Chiapas en los municipios de Palenque y Ocosingo, por lo que, este nuevo registro denota una posible distribución más amplia para la especie. Finalmente, *Onthophagus istmenus* (Moctezuma, Sánchez-Huerta & Halfpter, 2020) tenía una distribución esperada para el estado de Chiapas, confirmada con el reporte en este estudio, ya que los ejemplares fueron colectados aproximadamente a 90 Km al este de su distribución conocida (Ver Anexos).

8.2 ESPECIES INDICADORAS

De acuerdo con los resultados del IndVal, se observó una marcada preferencia entre las especies recolectadas hacia alguno de los sitios de estudio, ya que se destaca una especie en la vegetación de Selva Media, (*C. vazquezae*) con un valor de 93.26% de asociación. Mientras que para la vegetación de acahual se registró a *O. yucatanus* como la principal especie asociada a este sitio con un valor de 100%, lo que, se relaciona al hecho de que esta especie únicamente se encontró en este tipo de vegetación, coincidiendo con la preferencia de hábitat mencionada por Delgado *et al.* (2006), siendo ampliamente distribuida en Selvas húmedas, aunque parece preferir áreas de sucesión secundaria (Sánchez-Hernández *et al.*, 2018). Mientras que la preferencia de *C. euryscelis* (96.86%) a la vegetación de acahual puede deberse a que la especie presenta una gran tolerancia ambiental, pudiendo encontrarse en Selvas subhúmedas secas hasta Selvas muy húmedas (Solís y Kohlmann, 2002).

La baja especificidad observada se relaciona a menudo con zonas perturbadas o que presentan fragmentación y cambio en el uso del suelo (Nichols *et al.*, 2008) condición que se presenta en el sitio de estudio. Pero también hay estudios que atribuyen estos cambios de suelo en sistemas en recuperación al hecho de estar rodeados por manchones de bosque conservado y áreas de cultivo, por lo que sitios perturbados con estos ecosistemas a su alrededor cumplen una función de corredor o zona de intercambio de especies entre las zonas más conservadas (Miranda-Flores *et al.*, 2020), como se observa en el presente estudio.

8.3 ESTACIONALIDAD

Es bien sabido que este grupo de organismos tienen una marcada preferencia con la estación anual de lluvias, ya que los escarabajos de la subfamilia Scarabaeinae tienden a presentar un aumento en la riqueza y abundancia durante esta temporada, observando este aumento principalmente con las primeras lluvias, debido a que con esta temporada se presenta un incremento considerable en la disponibilidad de alimento para los mamíferos de la zona, lo que significa un aumento en la disponibilidad y cantidad de recursos para los escarabajos (Noriega *et al.*, 2007; Wolda, 1978). Lo que a su vez está relacionado con la temporada de reproducción de muchas de estas especies (Halffter y Matthews, 1996; Hanski, 1991).

Esta condición de aumento corresponde a lo observado en este trabajo, presentando dicho incremento a partir del mes de junio, mes en el que se observa un incremento en la precipitación por el inicio de la temporada de lluvias en la zona.

8.4 PREFERENCIA TRÓFICA

Es de especial atención que no se haya observado una preferencia por los cebos en ninguna de las especies. Esto podría sugerir que, al tratarse de un ambiente fragmentado por el historial de uso de suelo que ha recibido, factores como la cobertura vegetal y las alteraciones en el medio representan una mayor afectación en esta especificidad alimenticia (Giménez-Gómez *et al.*, 2019); factores que tienen un impacto en las condiciones micro climáticas para los escarabajos, lo que a su vez

representa afectaciones en los ensamblajes de Scarabaeinae (Davis, 2000; Duncan y Byrne, 2000; Chown, 2001; Nichols *et al.*, 2007).

A pesar de que el recurso alimenticio de las heces se puede tomar como la principal fuente de alimento de los escarabajos de la subfamilia Scarabaeinae (Bustos-Gómez y Lopera, 2003), este presenta un carácter efímero condicionado además a las condiciones ambientales del sitio en que se utiliza este recurso, por lo que, el tiempo de aprovechamiento por parte de este grupo es muy corto, por lo que Halffter y Matthews (1966) y Peck y Howden (1984), sugieren que aunado a esto, la competencia intra e interespecífica por este recurso limitado ha condicionado a los escarabajos para adaptarse a una dieta generalista de manera intensiva, lo que podría justificar este comportamiento en el ensamblaje de especies de escarabajos observado en este trabajo.

8.5 LA ZSCE “LA PERA” COMO ZONA DE ESTUDIO

Al comparar la diversidad de Scarabaeinae encontrada en la ZSCE “La Pera” con el total reportado en otras ANP dentro de Chiapas, se puede observar que esta corresponde a un número para nada despreciable. De acuerdo con el estudio de Sánchez-Hernández *et al.* (2020) sobre la diversidad de escarabajos en las ANP’s de Chiapas, la ZSCE “La Pera” únicamente es superada en número de especies por ANP’s con una extensión territorial mayor, como son la Selva El Ocote y Montes Azules, ambas con 66 especies. Dichas reservas también destacan por ser las áreas en las que los estudios han sido más intensivos (Navarrete-Gutiérrez y Halffter, 2008; Sánchez-Hernández *et al.*, 2018).

Esto nos habla del enorme potencial que posee la ZSCE “La Pera” como zona de estudio. El presente trabajo se realizó dentro de una pequeña zona dentro del ejido Emiliano Zapata, con un número de repeticiones que, si bien demostró ser significativo, puede considerarse pequeño tomando en cuenta la totalidad del terreno y hábitats que esta ANP puede ofrecer en cuanto zonas de estudio. Este trabajo ofrece un punto de partida para estudiar otro tipo de vegetación y usos de suelo en la reserva, considerando opciones de manejo y conservación ya que existen remanentes de bosque mesófilo con diferentes perturbaciones antrópicas, por lo que, para tener un

inventario completo de la región debería considerarse ese y otros ecosistemas característicos del paisaje heterogéneo que conforma la ZSCE “La Pera”.

IX. CONCLUSIONES

La ZSCE “La Pera” presenta una composición de escarabajos correspondiente a 36 especies distribuidas en 13 géneros de la subfamilia Scarabaeinae, con el género *Onthophagus* como el más diverso con un total de siete especies.

Se reportan nuevos datos de distribución para tres especies dentro del estado de Chiapas: *Dichotomius amplicollis*, *Bdelyroptis newtoni* y *Onthophagus istmenus*.

Se observa una mayor diversidad y abundancia en las especies de escarabajos dentro de la vegetación de acahual con un total de 35 especies, observando 10 especies exclusivas de este tipo de vegetación. Teniendo como especie más abundante a *Onthophagus yucatanus*.

La vegetación de Selva Media conservada presentó 29 especies de las 36 colectadas, contando con una especie exclusiva, compartiendo 28 especies con la vegetación de acahual, siendo en este tipo de vegetación *Canthon vazquezae* la especie más abundante.

Si bien la reserva presenta cierto grado de perturbación debido a las actividades humanas y uso de suelo que se le ha dado, esta presenta una diversidad considerable de escarabajos al contar con especies pertenecientes tanto a hábitats conservados como hábitats perturbados.

La temporada anual que presenta una mayor riqueza y abundancia en la ZSCE “La Pera” corresponde a la temporada de lluvias, abarcando los meses de julio y agosto en el caso de la vegetación de Selva Media, mientras que en la vegetación de acahual no se observa una preferencia clara a un periodo estacional.

La dieta de la comunidad de escarabajos de la ZSCE “La Pera” corresponde a un tipo generalista, ya que no se observó una preferencia significativa hacia la necrofagia o coprofagia por parte de los escarabajos con los cebos utilizados en este estudio.

X. REFERENCIAS DOCUMENTALES

- Ahuatzin, D. A., Dáttilo, W., Escobar-Hernández, F., Demeza, A. y Arellano, L. 2023. Variación espacio-temporal del ensamble de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) de una reserva ecológica comunitaria del sureste de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 94.
- Andresen, E. 2002. Dung beetles in a Central Amazonian rainforest and their ecological role as secondary seed dispersers. *Ecological Entomology*. 27 (3): 257-270.
- Anduaga, S. 2000. Escarabajos coprofagos (Coleoptera: Scarabaeoidea) asociados a hongos en la Sierra Madre Occidental, Durango, México: con una compilación de las especies micetófagas. *Acta Zoológica Mexicana*. 80: 119-131.
- Arellano, L., León-Cortés, J. & Halffter, G. 2008. Response of dung beetle assemblage to landscape structure in remnant natural and modified habitats in southern Mexico. *Insect Conservation and Diversity* 1:253-262.
- Arellano, L., León-Cortés, J., Halffter, G. y Montero, J. 2013. *Acacia* habitats, cattle and dung beetles (Coleoptera: Scarabaeinae) in a Mexican silvopastoral system. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 84 (2): 650-660.
- Avendaño-Mendoza, C., Morón-Ríos, A., Cano, E.B. y León-Cortés, J. 2005. Dung beetle community (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) in a tropical landscape at Lachua Region, Guatemala. *Biodiversity & Conservation*. 801-822 pp.
- Beutel, R. A. y Leschen, R. A. B. 2005. Coleoptera, Beetles. Volume 1: Morphology and Systematics (Archostemata, Adephaga, Myxophaga, Polyphaga partim). Handbook of Zoology. Insecta. Part 38. *The Coleopterist Bulletin*. 61 (3): 492–493.

- Bezaury-Creel, J. y Gutiérrez-Carbonell, D. 2009. Áreas naturales protegidas y Desarrollo social en México. En: Dirzo, R. González, R. y March, I.J (Compiladores) Capital Natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencia de cambio. México, Ciudad de México. 385-431 pp.
- Blas, M. y Gómez, B. 2009. Escarabajos (Coleoptera: Scarabaeidae). En: Morales-Pérez, J. E., Riechers, A. y Hernández, E. (compiladores). Laguna Bélgica: Patrimonio Natural e interpretación ambiental. Chiapas. Instituto de Historia Natural. 75-87 pp.
- Brown Jr, K. S. 1991. Conservation of neotropical environments: insects as indicators, en Collins, N.M. y Thomas, J.A. Editoriales, The conservation of insects and their habitats. Academic Press, Londres, Inglaterra. 350-404 pp.
- Brusca, R. C., y Brusca, G. J. 2003. Invertebrates. 2da ed. Sinauer Associates, Sunderland. 922 pp.
- Bustos-Gómez, F. y Lopera, A. 2003. Preferencia por cebo de los escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de un remanente de bosque seco tropical al norte del Tolima (Colombia). En: Onore, G., Reyes-C, P., Zunino, M. (compiladores). Escarabeidos de Latinoamérica: Estado del conocimiento. *Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA)*. Zaragoza, España (2003). 59–65 pp.
- Camero, E. 2010. Los escarabajos del género *Eurysternus* Dalman, 1824 (Coleoptera: Scarabaeidae) de Colombia. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*. 46. 147-179.
- Cancino-López, R. J., Chamé-Vázquez, E. R. y Gómez y Gómez, B. 2014. Escarabajos necrófilos (Coleoptera: Scarabaeinae) en tres hábitats del Volcán Tacaná, Chiapas, México. *Dugesiana*. 22 (2): 135-142.

- Cano, E. B. 1998. *Deltochilum valgum acropyge* Bates (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae): habits and distribution. *The coleopterist bulletin*. 52 (2): 174-178.
- Carrillo-Ruiz, H. y Morón, M. A. 2003. Fauna de coleoptera Scarabaeoidea de Cuetzalan del Progreso, Puebla, México. *Acta Zoológica Mexicana*. 88: 87-121.
- Chamé-Vázquez, E.R. y Sánchez-Hernández, G. 2022. *Onthophagus tacanensis* (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae), a new species from Chiapas, Mexico. *Zootaxa*. 5182 (2): 196-200.
- Chown, S. L. 2001. Physiological variation in insects: hierarchical levels and implications. *Journal of Insect Physiology*. 47: 649–660.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). 2023. Servicio Meteorológico Nacional. <https://smn.conagua.gob.mx/es/informacion-climatologica-por-estado?estado=chis>. Consultado 26 de mayo de 2023.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2008. Capital Natural de México, Volumen 1 Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO. México. 620 pp.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2022. Áreas Naturales protegidas. Áreas Naturales protegidas. <https://www.gob.mx/conanp/documentos/areas-naturales-protegidas-278226#:~:text=Son%20%C3%A1reas%20relevantes%20a%20nivel,o%20en%20peligro%20de%20extinci%C3%B3n>. Consultado el 27 de mayo de 2023.
- Connell, J.H. 1978. Diversity in tropical rainforests and coral reefs. En Osman, R.W. 2015. The intermediate disturbance hypothesis. *Encyclopedia of Ecology* 2da edición. Smithsonian Environmental Research Center. Maryland, Estados Unidos. 441-450 pp.

- Crowson, R., 1981. *The Biology of Coleoptera*. Academic press. Londres. 802 pp.
- Darling, J. D. G. y Génier, F. 2018. Revision of the taxonomy and distribution of the Neotropical *Copris incertus* species complex (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Canadian Entomologist*. 150: 539-577.
- Davis, A. 2000. Seasonal dung beetle activity and dung dispersal in selected South African habitats: implications for pasture improvement in Australia. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 58 (2-3): 157-169.
- Delgado, L., Pérez, A. y Blackaller, J. 2000. Claves para determinar a los taxones genéricos y supragenéricos de Scarabaeoidea Latreille, 1802 (Coleoptera) de México. *Folia Entomológica Mexicana*. 110: 33-87.
- Delgado, L., Peraza, L., y Deloya, C. 2006. *Onthophagus yucatanus*, a new species of the *Clypeatis* group from Mexico and Guatemala (Coleoptera: Scarabaeidae). *Florida Entomologist*. 89 (1): 6-9.
- Delgado, L. y Kohlmann, B. 2007. Revisión de las especies del género *Uroxys* Westwood de México y Guatemala (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Folia Entomológica Mexicana*. 46 (1): 1-36.
- Delgado, J., Castro-Ramírez, A., Morón, M. y Ruíz-Montoya, L. 2012. Diversidad de Scarabaeoidea (Coleoptera) en las principales condiciones de hábitat de Montebello, Chiapas, México. Xalapa, Veracruz. *Acta de Zoología Mexicana*. 28 (1): 185-210.
- Deloya, C., Parra-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.

- Deloya, C. 2011. Escarabajos coprófagos y necrófagos (Insecta: Coleoptera: Scarabaeidae) En: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). La biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado. Xalapa, Veracruz. 383-387 pp.
- Deloya, C., Ponce-Saavedra, J., Reyes-Castillo, P. y Aguirre-León, G. 2016. Familia Scarabaeidae. En: Escarabajos del Estado de Michoacán (Coleoptera: Scarabaeoidea). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 92-93 pp.
- Díaz, A., E. y Favila, M. E. 2009. The effect of the landscape matrix on the distribution of dung and carrion beetles in a fragmented tropical rain forest. *Journal of Insect Science* 10: 56-72.
- Dufrêne, M. y Legendre, P. 1997. "Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach." *Ecological Monographs*. 67 (3): 345–66.
- Duncan, F.D. y Byrne, M.J. 2000. Discontinuous gas exchange in dung beetles: patterns and ecological implications. *Oecologia*. 122: 452-458.
- Edmonds W. D. 2022. Taxonomic review of the North American dung beetle genus *Boreocanthon* Halffter, 1958 (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae: Deltochilini). *Insecta Mundi*. 0952: 1–65.
- Edmonds, W. D. 2023. Taxonomic review of the North American dung beetle genus *Melanocanthon* Halffter, 1958 (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae: Deltochilini). *Insecta Mundi*. 1014: 1–28.
- Escobar, F. 1997. Estudio de la comunidad de coleópteros coprófagos (Scarabaeidae) en un remanente de bosque seco al norte del Tolima, Colombia. *Caldasia*. 19 (3): 419-430.

- Escobar, F., 2000. Diversidad de coleópteros coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) en un mosaico de hábitats en la reserva natural Nukak, Guaviare, Colombia. *Acta Zoológica Mexicana*. 79: 103-121.
- Estrada, A. y R. Coates-Estrada. 1986. Frugivory by howling monkeys (*Alouatta palliata*) at Los Tuxtlas, Mexico: dispersal and fate of seeds. En: Estrada, A. y Fleming, T. H. (EDS). *Frugivores and Seed Dispersal*. Dr. W. Junk Publishers. Dordrecht, Netherlands. 93-104.
- Estrada, A., y Coates-Estrada, R. 1991. Howler monkeys (*Alouatta palliata*), dung beetles (Scarabaeidae) and seed dispersal: ecological interactions in the tropical rain forest of Los Tuxtlas, México. *Journal of Tropical Ecology*. Cambridge University Press. 7(4): 459-474.
- Favila, M. E. 2005. Diversidad alfa y beta de los escarabajos del estiércol (Scarabaeinae) en Los Tuxtlas, México. 209-219. En: Halffter, G., J. Soberón, P. Koleff & A. Melic. *Sobre Diversidad Biológica: el Significado de las Diversidades Alfa, Beta y Gamma*. M3m, Monografías 3er Milenio. http://sea-entomologia.org/PDF/M3M4/005_018_01_Significado.pdf. Consultado el 26 de mayo de 2022.
- Gámez, J. y Acconcia, R. 2009. Informaciones ecológicas sobre *Coprophanaeus* (*Coprophanaeus*) *Gamezi* Arnaud (Coleoptera: Scarabaeinae: Phanaeini) en un sistema agropastoril en la depresión de Maracaibo, Esto Zulia, Venezuela. *Acta Zoológica Mexicana*. 25 (2): 387-396.
- Génier, F. 2012. A new species and notes on the subgenus *Deltochilum* (*Deltochilum*) Eschscholtz, 1822 (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae: Deltochilini). *Zootaxa*. 3357: 25-36.

- Giménez-Gómez, V.C., Verdú, J.R. y Zurita, G.A. 2019. Factores claves que afectan a la preferencia trófica y diversidad de coleópteros copro-necrófagos del bosque Atlántico de Argentina: una propuesta de conservación. *Cuadernos de Biodiversidad*. 56: 26-47.
- Gómez y Gómez, B. 2013. Los Escarabajos (Coleoptera: Scarabaeoidea). https://www.researchgate.net/publication/259598255_Los_Escarabajos_de_Chiapas. Consultado el 18 de febrero de 2022.
- Gómez-Méndez, A., Sánchez-Hernández, G., Gómez, B. y González-Martín del Campo, F. 2023. Habitat type affects the structure but not the composition of dung beetle (Coleoptera: Scarabaeinae) assemblages in a tropical deciduous forest of southeastern Mexico. *The Canadian Entomologist*. 155 (e25): 1-18.
- González-Alvarado, A. Y Vaz-de-Mello, F. 2014. Taxonomic review of the subgenus *Hybomidium* Shipp 1897 (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae: *Deltochilum*). *Annales de la Société entomologique de France*. 3–4: 431–476.
- Granados, J., Kohlmann, B., y Russo, R., 2010. Escarabajos Del Estiércol Como Bioindicadores Del Impacto Ambiental Causado Por Cultivos en La Región Atlántica de Costa Rica. *Tierra Tropical*. 6 (2): 181-189.
- Grimaldi, D. A. y Engel, M. S. 2005. The evolution of insects. Cambridge University Press. Cambridge, New York, EUA. 733 pp.
- Halffter, G. 1991. Historical and ecological factors determining the geographical distribution of beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Biogeographia*. 15 (1): 11-40.
- Halffter, G., Fávila, M. E. y Halffter, V. 1992. Comparative studies on the structure of scarab guilds in tropical rainforest. *Folia Entomológica Mexicana*. 84: 131-156.

- Halffter, G. y Matthews, E. G. 1996. The natural history of dung beetles of the subfamily Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae). *Folia Entomológica Mexicana*. 12-14. 1–312.
- Halffter, G., Moreno, C. E. y Pineda, E. O. 2001. Manual para evaluación de la biodiversidad en reservas de la biosfera vol. 2. M&T-Manuales y Tesis. *Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA)*. Zaragoza, España. 80 pp.
- Halffter, V. y Halffter, G. 2009. Nuevos datos sobre Canthon (Coleoptera: Scarabaeinae) de Chiapas, México. *Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie)*. 25 (2): 397–407.
- Hanski, I. 1991. The Dung Insect Community. En: Hanski, I. y Cambefort, Y. *Dung Beetle Ecology*. Princeton: Princeton University Press. 5-21 pp.
- Hickman, C. P., Roberts, L. S., Keen, S. I., Larson, A. ANson, H. I. y Eisenhour, D. J. 2006. Principios Integrales de Zoología. 14va edición. McGraw Hill-Interamericana. Madrid, España. 464 pp.
- Hill, M. O. 1973. Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. *Ecology*. 54: 427-432.
- Howden, H. F. 1971. Five unusual genera of new world Scarabaeidae (Coleoptera). *The Canadian Entomologist*. 103: 1463-1471.
- Jiménez-Valverde, A. y Hortal, J. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*. 8: 151-161.
- Kohlmann, B y Solís, A. 2006. El género Canthidium (Coleoptera: Scarabaeidae) en Norte América. *Giornale Italiano di Entomologia*. 11: 235-295.

- Kohlmann, B. y Vaz-de-Mello, F. 2018. A new key for the species of *Ateuchus* Weber (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) occurring in Mexico, with a description of the first North American inquiline species from a rodent burrow (Rodentia: Geomyidae) and new distribution records. *Revista Brasileira de Entomologia*. 62 (2): 131-134.
- Landres, P. B., Verner, J. y Thomas, J. W. 1988. Ecological uses of vertebrate indicator species: a critique. *Conservation Biology*. 2: 316-328.
- Larsen, T. H. y Forsyth, A. 2005. Trap spacing and transect design for dung beetle biodiversity studies. *Biotropica*. 27 (2): 322-325.
- Lawrence, J. F. y Newton, A. F. 1995. Families and subfamilies of Coleoptera (with selected genera, notes, references and data on family-group names). En Pakaluk, J. y Slipinski, S. A (editores). *Biology, Phylogeny, and classification of Coleoptera. Papers celebrating the 80th birthday of Roy A. Crowson*. Museum I Instytut Zoologii PAN, Warszawa. pp. 779 – 1006.
- Leighton, M. y D. R. Leighton. 1983. Vertebrate responses to fruiting seasonality within a Bornean rain forest. Pp. 181-195. En: Sutton, S.L., Withmore, T. C., and A. C. Chadwick (editores). *Tropical rain forest: ecology and management*. Publicación especial, No. 2. British Ecological Society. Blackwell Scientific Publications. Oxford.
- López-Mejía, M., Moreno, C., Zuria, I., Sánchez-Rojas, G. y Rojas-Martínez, A. 2017. Comparación de dos métodos para analizar la proporción de riqueza de especies entre comunidades: un ejemplo con murciélagos de selvas y hábitats modificados. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 88: 183-191.
- Magurran, A. E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press. New Jersey, EUA. 179 pp.

- Márquez-Luna, J. 2005. Técnicas de colecta y preservación de insectos. *Sociedad Entomológica Aragonesa* (SEA). 37: 392-402.
- McGeoch, M. A. 1998. The selection, testing and application of terrestrial insects as bioindicators. *Biological Review*. 73: 181-201.
- Melic, A. 1993. Biodiversidad y riqueza biológica. Paradojas y problemas. *Revista Aragonesa de Entomología*. 3: 97-103.
- Miranda, F. y Hernández, X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 28: 29-179.
- Moctezuma, V. y Halffter, G. 2017. A New Species of *Phanaeus* Macleay (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) from Los Chimalapas, Oaxaca, Mexico. *The Coleopterists Bulletin*. 71: 47-56.
- Moctezuma, V., Sánchez-Huerta y Halffter, G. 2020. Two new species of the *Onthophagus clypeatus* species group (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Florida Entomologist* 103(2): 281–287.
- Moctezuma, V. y Halffter, G. 2021. Taxonomic revision of the *Phanaeus endymion* species group (Coleoptera: Scarabaeidae), with the descriptions of five new species. *European Journal of Taxonomy*. 747: 1–71.
- Montoya-Molina, S. y Vaz-de-Mello, F. 2021. Taxonomic review of the *Dichotomius* (Luederwaldtinia) agenor species group (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *European Journal of Taxonomy*. 734: 1–64
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis, *Sociedad Entomológica Aragonesa* (SEA), vol. 1. Zaragoza, España. 84 pp.

- Morón, M. A. y Terrón, R. A. 1984. Distribución altitudinal y estacional de los insectos necrófilos en la Sierra Norte de Hidalgo, México. *Acta Zoológica Mexicana*. 3: 1-47.
- Morón, M. A., Villalobos, F. J. y Deloya, C. 1985. Fauna de coleópteros lamellicornios de Boca del Chajul, Chiapas, México. *Folia Entomológica Mexicana*. 66: 57-118.
- Morón, M. A., y Deloya, C. 1991. Los coleópteros lamellicornios de la reserva de la biosfera "La Michilía", Durango, México. *Folia Entomológica Mexicana*. 81. 209-283.
- Morón, M. A. 1994. Fauna de Coleoptera Lamellicornia en las montañas del noreste de Hidalgo, México. *Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie)*. 63: 7-59.
- Morón, M. A. 1996. Scarabaeidae (Coleoptera). En: Llorente–Bousquets, J., García A. y González S (Editores). Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento. CONABIO–IB–UNAM, México. Pp. 309-328.
- Morón M. A. 2003. Familia Scarabaeidae (*sensu stricto*). En: Morón M. A., (Editor). Atlas de los escarabajos de México Coleoptera: Lamellicornia. Volumen II. Familias Scarabaeidae, Trogidae, Passalidae y Lucanidae. Barcelona: Argania Edition. 19-20 Pp.
- Morón, M. A. 2004. Escarabajos, 200 millones de años de evolución. Instituto de Ecología, A.C. y Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA). Zaragoza, España. 204 pp.
- Navarrete, D. y Halffter, G. 2008a. Dung beetle (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) diversity in continuous forest, forest fragments and cattle

- pastures in a landscape of Chiapas, Mexico: the effects of anthropogenic changes. *Biodiversity Conservation*. 17: 2870-2898.
- Navarrete, D. y Halffter, G. 2008b. Nuevos registros de escarabajos necrófagos (Coleóptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) para México y Chiapas. *Acta Zoológica Mexicana*. 24 (1): 247-250.
- Nebel, B. J. y Wright, R. T. 1999. Ciencias Ambientales: Ecología y Desarrollo Sostenible. 6ª edición. Editorial Pearson. México. 698 pp.
- Nichols, E., Larsen, T., Spector, S., Davis, A. L., Escobar, F., Favila, M. y Vulinec, K. 2007. Global dung beetle response to tropical forest modification and fragmentation: A quantitative literature review and meta-analysis. *Biological Conservation*. 137 (1): 1-19.
- Nichols, E., Spector, S., Louzada, J., Larsen, T., Amézquita, S. y Favila, M. E. 2008. Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. *Biological Conservation*. 141: 1461-1474.
- Nichols, E. y Gardner, T. Dung beetles as a candidate study taxon in applied biodiversity conservation research. *Dung Beetles Ecology and Evolution*. pp. 1 – 38.
- Noriega, J. A., Realpe, E. y Fagua, G. 2007. Diversidad de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) en un bosque de galería con tres estadios de alteración. *Universitas Scientiarum*. 12: 51-63.
- Otavo, S., Parrado-Roselli, Á. y Ari-Noriega, J., 2013. Superfamilia Scarabaeoidea (Insecta: Coleoptera) como elemento bioindicador de perturbación antropogénica en un parque nacional amazónico. *Revista de Biología Tropical*. 61 (2): 735-752.

- Pacheco, C., Castro, A. E., Morón, M. A., Gómez y Gómez, B. 2008. Fauna de escarabajos melolóntidos (Coleoptera: Scarabaeoidea) en el Municipio de Villaflores, Chiapas, México. *Acta Zoológica Mexicana*. 24 (1): 139-168.
- Palacios-Ríos M., Rico-Grey V. y Fuentes, E. 1990. Inventario preliminar de los Coleoptera Lamellicornia de la zona de Yaxchilán, Chiapas, México. *Folia Entomológica Mexicana*. 78: 49-60.
- Peet, R. K. 1974. The measurement of species. En: Barker, H. G., Horn, H. S., Lugo, A. E., Snedaker, S. C., Chapman, A. R. O., Ashlock, P. D., Rohfl, F. J., Ayala, F. J., Campbell, C. A., Taub, F. B., Simberloff, D. F., Vayda, A. P., Noy-Meir, I., Cracraft, J., Lillegraven, J. A., Peet, R. K., Müller, K., Alexander, R. D., Otte, D., White, J., y Harper, J. L. (Editores) *Annual Review of Ecology and Systematics* Vol. 5. 285-307.
- Potts, M. D. 2003. Drought in a Bornean everwet rain forest. *Journal of Ecology*. 91:467-474.
- Rehmer, C. 2020. Conceptos básicos: con los seis pies en el suelo. En: Atlas de los insectos: Información y datos sobre insectos beneficiosos y plagas en la actividad agropecuaria. Amigos de la Tierra. 2020. Fundación Heinrich Böll. Bruselas, Bélgica. 60 pp.
- Red de Asesores Científicos (RAC). 2015. Red de Asesores Científicos del complejo Selva Zoque de Áreas Naturales Protegidas. <https://racSelvazoque.wixsite.com/racSelvazoque/la-rac>. Consultado el 18 noviembre de 2022.
- Rivera-Cervantes, L. E. Y Halffter, G. 1999. Monografía de las especies mexicanas de *Canthon* del subgénero *Glaphyrocanthon* (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Acta Zoológica Mexicana*. 17: 23-150.

- Rodríguez-Diego J. G., Arece, J., Olivares J. L. y Roque, E. 2009. Origen y evolución de Arthropoda. *Revista Salud Animal*. 31 (3): 137-142.
- Rodríguez-López, M. E., Sánchez-Hernández, G. y Gómez, B. 2019. Dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) in the El Zapotal reserve, Chiapas, Mexico. *Revista Peruana de Biología*. 26 (3): 339-350.
- Rodríguez-López, M. E., Sánchez-Hernández, G. y Gómez, B. 2021. Evaluación del estiércol de mamíferos nativos como potenciales atrayentes para el muestreo de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae). *Neotropical Diversity*. 1: 341-349.
- Ruppert, E. E. y Barnes, R. D. 1996. Zoología de los Invertebrados. 6ta Edición. McGraw Hill-Interamericana. México. 1114 pp.
- Sánchez-de-Jesús, H. A. 2014. Cambios en la comunidad de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) en paisajes fragmentados de la Selva Lacandona, Chiapas. Tesis de Maestría. Centro de Investigaciones en Ecosistemas. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 40 pp.
- Sánchez-de-Jesús, H. A., Arroyo-Rodríguez, V., Andresen, E, y Escobar, F. 2016. Forest loss and matrix composition are the major drivers shaping dung beetle assemblages in a fragmented rainforest. *Landscape Ecology*. 31: 843-854.
- Sánchez-Hernández G., B. Gómez, L. Delgado y M.E. Rodríguez- López. 2017. Primer registro de *Onthophagus longimanus* Bates, 1887 (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) en Chiapas, México. *Dugesiana* 24(1):57–59.
- Sánchez-Hernández, G. 2018. Patrones de diversidad de escarabajos copronecrófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) en un gradiente altitudinal del sureste de México. Tesis de Maestría. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR). 58 pp.

- Sánchez-Hernández, G., Gómez, B., Delgado, L., Rodríguez-López, M. y Chamé-Vázquez, E. 2018. Diversidad de escarabajos copronecrófagos (Coleoptera:Scarabaeidae: Scarabaeinae) en la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote, Chiapas, México. *Caldasia*. 40 (1): 144-160.
- Sánchez-Hernández, G. y Gómez, B. 2018. First precise locality data for *Onthophagus atriglabrus* Howden and Gill new state record for *Onthophagus anewtoni* Howden and Génier (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) in Mexico. *The Coleopterists Bulletin*. 72 (4): 873-876.
- Sánchez-Hernández, G., Chamé-Vázquez, E.F. y Gómez, B. 2019. Nuevos datos de distribución para escarabajos del estiércol (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) en México. *Revista Chilena de Entomología*. 45 (4): 515-519.
- Sánchez-Hernández, G., Gómez, B., Chamé-Vázquez, E., Dávila-Sánchez, R., Rodríguez-López, E. Y Delgado, L. 2020. Current status of dung beetles (Coleoptera, Scarabaeidae, Scarabaeinae) diversity and conservation in Natural Protected Areas in Chiapas (Mexico). *Neotropical Biology and Conservation* 15(3): 219–244.
- Sánchez-Hernández, G., Gómez, B., Rodríguez-López, E., Dávila-Sánchez, R., Chamé-Vázquez, E. 2021. Variation in dung beetle (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) assemblages in a tropical forest remnant from a Mexican National Park. *Papéis Avulsos de Zoología*. 61.
- Sánchez-Hernández, G., Gómez, B., Chamé-Vázquez, E.R., Navarrete-Heredia, J., y González-Martín del Campo, F. 2022. Dung beetle diversity and community composition along a fragmented landscape in an altitudinal gradient in southeastern Mexico. *Biología*. 77: 1027-1038.
- Sánchez-Hernández, G. Y González-Martín del Campo, F. 2023. Registro del escarabajo del estiércol *Canthon lucreciae* Halffter y Halffter, 2009 (Coleoptera:

Scarabaeinae) alimentándose de un milpiés en un bosque tropical húmedo. *Revista Chilena de Entomología*. 9 (3): 643-648.

Sánchez-Ramos, G., Lobo, J., Lara-Villalón, M. y Reyes-Castillo, P. 1993. Distribución altitudinal y estacional de la entomofauna necrófila en la Reserva de la Biósfera “El Cielo”, Tamaulipas, México. *Grupo de Investigación en Biotecnología Ambiental (BIOTAM)*. 5 (1).

Santiago-Molina, J. P., Chamorro-Florescano, I. A., Amézquita-Melo, S. J. y Pech-Canché, J. M. 2014. Escarabajos copro-necrófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) en fragmentos de Selva Baja Caducifolia, Pastizales y Cultivos de Vainilla en San Lorenzo Tajín, Papantla, Veracruz, México. *Revista Biológico Agropecuaria*. 2 (4): 842-852.

Santos-Heredia, C., Andresen, E., Zárate, D. A. y Escobar, F. 2018. Dung beetle and their ecological functions in three agroforestry systems in the Lacandona rainforest of Mexico. *Biodiversity and Conservation*. 27 (9): 2379-2394.

Scholtz, C. H. 1990. Phylogenetic trends in the Scarabaeoidea (Coleoptera). *Journal of Natural History*. 24: 1027-1066.

Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural (SEMAHN). 2013. Programa de Manejo Zona Sujeta a Conservación Ecológica “La Pera” Berriozábal, Chiapas, México.
https://sistemaestatalambiental.chiapas.gob.mx/siseiach/descargas/pm_anp/PROGRAMA_DE_MANEJO_LA%20PERA.pdf. Consultado el 18 de febrero de 2022.

Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural (SEMAHN). 2022. Áreas Naturales protegidas. <https://www.semahn.chiapas.gob.mx/portal/danvs/anp>. Consultado el 28 de mayo de 2023.

Thomas, M. 2020. Dung Beetle Benefits in the Pasture Ecosystem. ATTRA Sustainable Agriculture. <https://attra.ncat.org/htmlpub/dung-beetle-benefits-in-the-pasture-ecosystem/#:~:text=Dung%20beetles%20play%20an%20important,soil%20structure%2C%20and%20forage%20growth>. Consultado el 28 de febrero de 2022.

Trevillar-Rebollar, A., Deloya, C. y Padilla-Ramírez, J. 2010. Coleópteros necrófilos (Scarabaeidae, Silphidae y Trogidae) de Malinalco, Estado de México, México. *Neotropical Entomology*. 39 (4): 486-495.

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) 2004. 2004 IUCN Red List of Threatened Species: A Global Species Assessment. 7. <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/RL-2004-001.pdf>. Consultado el 15 de mayo de 2022.

United Nation Environment Program. 1992. Convention on biological diversity. United Nations Environmental Program, Environmental Law and Institutions Program Activity Center. Nairobi. 32 pp.

Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M. y Umaña, A. M. 2006. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de inventarios de biodiversidad 2da edición. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, Bogotá. 236 pp.

Whittaker, R. H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*. 21: 213-251.

Wolda, H. 1978. Fluctuations in abundance of tropical insects. *The American Naturalist*. 112: 1017-1045.

Wolda, H. 1988. Seasonality and the community. Pp. 69-95. En: J. H. Gee & P. S. Giller (Editores). *The Organization of the communities*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.

Zumbado, M. A. y Azofeita, D. 2018. Insectos de Importancia Agrícola. Guía Básica de Entomología. Programa Nacional de Agricultura Orgánica (PNAO). Heredia, Costa Rica. 204 pp.

XI. ANEXOS

NEW DATA ON THE DISTRIBUTION OF THREE DUNG BEETLE SPECIES IN THE STATE OF CHIAPAS, MEXICO

MARIO ALBERTO MOGUEL-LÓPEZ

Instituto de Ciencias Biológicas, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas
Libramiento Norte Poniente 1150, Lajas Maciel, 29039, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, MÉXICO
mario.moguel@e.unicach.mx

GIBRÁN SÁNCHEZ-HERNÁNDEZ*

Red de Ecoetología, Instituto de Ecología, A.C.
Carretera antigua a Coatepec 351, El Haya, 91073, Xalapa, Veracruz, MÉXICO
gisah16@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-0152-1380>
*Corresponding author

EDER F. MORA-AGUILAR

Red de Biodiversidad y Sistemática, Instituto de Ecología, A.C.
Carretera antigua a Coatepec 351, El Haya, 91073, Xalapa, Veracruz, MÉXICO
edynastes@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-6993-7243>

AND

FERNANDO ESCOBAR-HERNÁNDEZ

Red de Ecoetología, Instituto de Ecología, A.C.
Carretera antigua a Coatepec 351, El Haya, 91073, Xalapa, Veracruz, MÉXICO
fernando.escobar@inecol.mx
<https://orcid.org/0000-0001-7881-378X>

Mexico is one of the Neotropical countries that stands out for its high species diversity of dung beetles (Coleoptera: Scarabaeinae), where approximately 300 species are reported (Sánchez-Hernández and Gómez 2018; Sánchez-Hernández *et al.* 2019). The Scarabaeinae fauna, however, is heterogeneously

distributed in the country and only a few states stand out for their high species richness (Kohlmann *et al.* 2023; Sánchez-Hernández *et al.* 2022). Chiapas, the southernmost Mexican state, is one of the regions with the highest species richness of dung beetles, with about 129 species reported, only behind Oaxaca where 157 species are reported (Kohlmann *et al.* 2023). Despite this remarkable diversity, extensive areas of the region remain poorly studied, including several protected areas, so this diversity may be underestimated (Sánchez-Hernández *et al.* 2020). In recent cases, based on checklists or taxonomic works, the presence of some species has been discarded or doubted (Moctezuma 2021; Montoya-Molina and Vaz-de-Mello 2021; Sánchez-Hernández *et al.* 2020).

In this paper, we report new distribution data for three species of Scarabaeinae in Chiapas, one of which represents a new state record, and confirm the presence of two others that were previously considered doubtful for the state. These records resulted from recent surveys conducted in tropical rainforest areas of the "La Pera" Ecological Conservation Zone. La Pera is a 7,506.1-ha state-run reserve in central-western Chiapas (16°53'N, 93°19'W). This reserve is characterized by being the point of contact of several ecosystems, including moist and dry forests that cover 37 and 39% of its surface, respectively. Furthermore, the area exhibits a component of anthropogenic influence made up of a mosaic of diverse land uses (SEMAHN 2013).

For the taxonomic determination of the specimens studied, the works of Howden (1971), Moctezuma *et al.* (2020), and Montoya-Molina and Vaz-de-Mello (2021) were consulted.

***Dichotomius amplicollis* (Harold, 1869) (Figs. 1A, 2)**

Known distribution. Mexico (Chiapas, Chihuahua, Guerrero, Jalisco, Estado de México, Sonora, Oaxaca) (Chamé-Vázquez *et al.* 2020; Montoya-Molina and Vaz-de-Mello 2021).

Material examined. MEXICO: Chiapas, Berriozábal, Zona Sujeta a Conservación Ecológica "La Pera" (16°53'00.49"N, 93°19'04.89"W), 1050 m, II-2022, Pitfall exc. hum., M. A. Moguel col. 2 males in Fernando Escobar Collection (FEHC).

Remarks. Previously, several works reported *D. amplicollis* from various localities in Chiapas (see Chamé-Vázquez *et al.* 2020). This species has a clearly defined distribution along the tropical Pacific slope. However, in the 2021 revision of Montoya-Molina and Vaz-de-Mello, it is not mentioned for Chiapas. They confirm the presence of *D. sagittarius* (Harold) as the sole member of the *D. agenor* species group in the state and suggest that the individuals identified as *D. amplicollis* probably correspond to this species. Montoya-Molina and Vaz-de-Mello (2021) had access to material from the Lacandona region only, whereas most of the records reported as *D. amplicollis* in Chamé-Vázquez *et al.* (2020) are found in areas where dry forests predominate Mexican Pacific. This report confirms the

presence of *D. amplicollis* in the state of Chiapas, in areas close to several of the reports mentioned in Chamé-Vázquez *et al.* (2020).

***Bdelyopsis newtoni* Howden, 1971 (Figs. 1B, 2)**

Known distribution. Mexico (Chiapas, Veracruz) (Favila *et al.* 2017; Howden 1971).

Material examined. MEXICO: Chiapas, Berriozábal, Zona Sujeta a Conservación Ecológica "La Pera" (16°53'00.49"N, 93°19'04.89"W), 1050 m, II-2022, Pitfall exc. hum., M. A. Moguel col. 1 male and 1 female in Eder Mora Collection (EMAC).

Remarks. This species has mainly been reported in the tropical rainforests of Los Tuxtlas, Veracruz, and disjunctly in Ocosingo and Palenque, Chiapas (Howden 1971). However, according to Favila *et al.* (2017), the localities of Chiapas are uncertain, and they suggest that the species has a restricted distribution with a rather reduced extent of occurrence. This report confirms the presence of *B. newtoni* in the state of Chiapas and, therefore, a larger potential distribution (14,300 km²) by including the localities cited by Howden (1971). Nevertheless, this species is likely restricted to sites within the Veracruz Province (*sensu* Morrone 2014), so the Ocosingo record may only refer to an unknown tropical locality within the municipality.

***Onthophagus istmenus* Moctezuma, Sánchez-Huerta & Halfpter, 2020 (Figs. 1C, 2)**

Known distribution. Mexico (Oaxaca) (Moctezuma *et al.* 2020).

New state record. MEXICO: Chiapas, Berriozábal, Zona Sujeta a Conservación Ecológica "La Pera" (16°53'00.49"N, 93°19'04.89"W), 1050 m, II-2022, Pitfall exc. hum., M. A. Moguel col. 1 female in Eder Mora Collection (EMAC).

Remarks. This species was expected for the state of Chiapas (Moctezuma *et al.* 2020) with distribution throughout the Selva Zoque-La Sepultura Priority Terrestrial Region (Arriaga *et al.* 2000). This new record is located approximately 90 km east of its known range.

In recent years the number of described species and first records of dung beetles for the state of Chiapas has increased substantially (*e.g.*, Montoya-Molina and Vaz-de-Mello 2021; Sánchez-Hernández and Gómez 2018; Sánchez-Hernández *et al.* 2019), although most faunistic-ecological studies within the state have been restricted to some of the physiographic provinces of the central and eastern part of the state, particularly within ANPs (Sánchez-Hernández *et al.* 2020). This shows the importance of this type of study in knowing in greater detail the sites and distribution patterns of the species, their limits, and how they adjust to the different regionalization proposals. In this sense, it becomes important, to evaluate the information gaps in the study and sampling to redirect efforts to the

less studied provinces and districts (or subregions) and thus increase the knowledge of the diversity of the group in this and other states.

ACKNOWLEDGMENTS

We thank to the authorities of La Pera Ecological Conservation Zone, for facilitating access to the reserve. The comments of two anonymous reviewers helped improve the manuscript.

REFERENCES CITED

- Arriaga, L., J. M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez and E. Loa. 2000.** Regiones terrestres prioritarias de México. CONABIO, México, 609 pp.
- Chamé-Vázquez, E. R., G. Sánchez-Hernández and E. R. Bautista Arredondo. 2020.** Presence of *Dichotomius (Dichotomius) centralis* (Harold) in Mexico and a new state record for *Dichotomius amplicolis* (Harold) (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). The Coleopterists Bulletin 74(2): 384–387. doi.org/10.1649/0010-065X-74.2.384
- Favila, M., F. Escobar, G. Halffter and F. Vaz-de-Mello. 2017.** *Bdelyopsis newtoni*. The IUCN Red List of Threatened Species 2017. <https://www.iucnredlist.org/species/138343/540060>. (Accessed 28 February 2024).
- Howden, H. 1971.** Five unusual genera of the New World Scarabaeidae (Coleoptera). The Canadian Entomologist 103: 1463–1471. doi.org/10.4039/Ent1031463-10
- Kohlmann, B., A. Arriaga-Jiménez and E. F. Mora-Aguilar. 2023.** An annotated checklist of the dung beetles (Coleoptera: Geotrupidae and Scarabaeidae, subfamilies Aphodiinae and Scarabaeinae) of Oaxaca, México. Insecta Mundi 0981: 1–34.
- Moctezuma, V. 2021.** El género *Onthophagus* Latreille, 1802 (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de México. Dugesiana 28(2): 175–200. doi.org/10.32870/dugesiana.v28i2.7166
- Moctezuma, V., J. L. Sánchez-Huerta and G. Halffter. 2020.** Two new species of the *Onthophagus clypeatus* species group (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). Florida Entomologist 103(2): 281–287. doi.org/10.1653/024.103.0220
- Montoya-Molina, S. and F. Z. Vaz-de-Mello. 2021.** Taxonomic review of the *Dichotomius (Luederwaldtinia) agenor* species group (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). European Journal of Taxonomy 734: 1–64. doi.org/10.5852/ejt.2021.734.1233
- Morrone, J. J. 2014.** Biogeographical regionalisation of the Neotropical region. Zootaxa 3782(1): 001–110. doi.org/10.11646/zootaxa.3782.1.1
- Sánchez-Hernández, G. and B. Gómez. 2018.** First precise locality data for *Onthophagus atriglabrus* Howden and Gill and new state record for *Onthophagus anewtoni* Howden and Génier

(Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) in Mexico. *The Coleopterists Bulletin* 72(4): 873–876. doi.org/10.1649/0010-065X-72.4.873

Sánchez-Hernández, G., E. R. Chamé-Vázquez and B. Gómez. 2019. Nuevos datos de distribución para escarabajos del estiércol (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) en México. *Revista Chilena de Entomología* 45(4): 515–519. doi.org/10.35249/rche.45.4.19.02

Sánchez-Hernández, G., E. R. Chamé-Vázquez, N. Salas-Suárez and V. M. Noh-Balam. 2022. Los escarabajos del estiércol (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de Quintana Roo, México: Lista anotada de especies y nuevos registros. *Revista Chilena de Entomología* 48(2): 415–434. doi.org/10.35249/rche.48.2.22.24

Sánchez-Hernández, G., B. Gómez, E. R. Chamé-Vázquez, R. A. Dávila-Sánchez, E. M. Rodríguez-López and L. Delgado. 2020. Current status of dung beetles (Coleoptera, Scarabaeidae, Scarabaeinae) diversity and conservation in Natural Protected Areas in Chiapas (Mexico). *Neotropical Biology and Conservation* 15(3): 219–244. doi.org/10.3897/neotropical.15.e53762

SEMAHN (Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural). 2013. Programa de manejo de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica “La Pera”. Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, 93 pp.

Figures

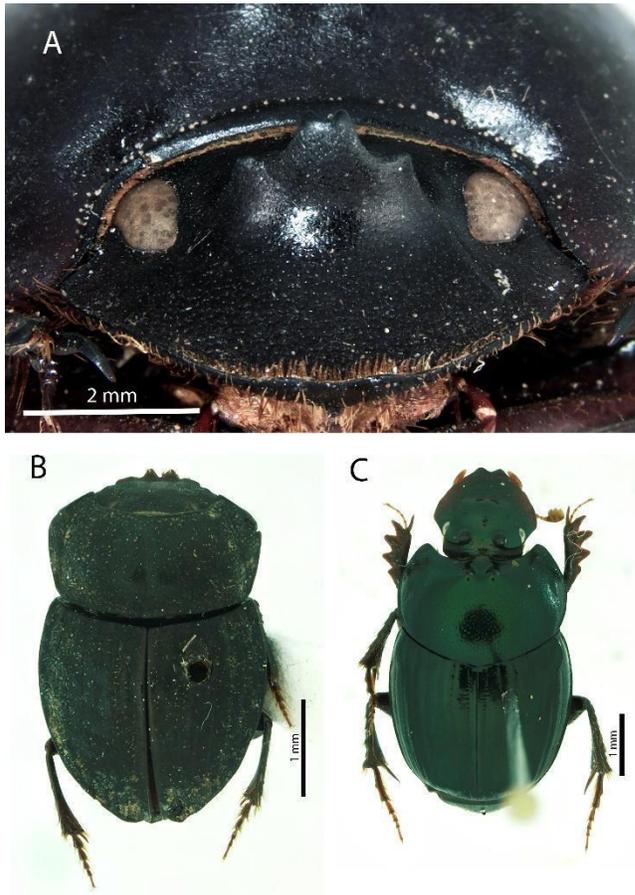


Figure 1. Three dung beetle species recorded in Chiapas. A) Fronto-clypeal carina of *Dichotomius amplicollis* (♂). B) Dorsal view of *Bdelyroopsis newtoni* (♂). C) Dorsal view of *Onthophagus istmenus* (♀).



Figure 2. Distribution map of three dung beetle species (dots) and the new records in Chiapas (square).