2025 Escarabajos estercoleros (Coleoptera: *Scarabaeidae*) asociados a ganado bovino en un sistema de manejo regenerativo en Matzacintla, Landa de Matamoros María Guadalupe Jiménez Carranza

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO**
**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES**
**LICENCIATURA EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA SUSTENTABLE**

# ESCARABAJOS ESTERCOLEROS (COLEOPTERA: *SCARABAEIDAE*) ASOCIADOS A GANADO BOVINO EN UN SISTEMA DE MANEJO REGENERATIVO EN MATZACINTLA, LANDA DE MATAMOROS

**TESIS INDIVIDUAL**

**QUE COMO PARTE DE LOS REQUISITOS PARA OBTENER EL GRADO DE:**

**LICENCIADO EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA SUSTENTABLE**

**PRESENTA:**

**MARÍA GUADALUPE JIMÉNEZ CARRANZA**

**DIRECTOR:**

**DR. JAVIER ALEJANDRO OBREGÓN ZÚÑIGA**

**2026**

REPOSITORIO INSTITUCIONAL DGBSDI-UAQ

**La presente obra está bajo la licencia:**
**https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es**

# CC BY-NC-ND 4.0 DEED

## Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

### Usted es libre de:

**Compartir** — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

La licenciante no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

### Bajo los siguientes términos:

**Atribución** — Usted debe dar crédito de manera adecuada , brindar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios . Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.

**NoComercial** — Usted no puede hacer uso del material con propósitos comerciales .

**SinDerivadas** — Si remezcla, transforma o crea a partir del material, no podrá distribuir el material modificado.

**No hay restricciones adicionales** — No puede aplicar términos legales ni medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia.

### Avisos:

No tiene que cumplir con la licencia para elementos del material en el dominio público o cuando su uso esté permitido por una excepción o limitación aplicable.

No se dan garantías. La licencia podría no darle todos los permisos que necesita para el uso que tenga previsto. Por ejemplo, otros derechos como publicidad, privacidad, o derechos morales pueden limitar la forma en que utilice el material.

Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Ciencias Naturales

# Escarabajos estercoleros (Coleoptera: *scarabaeidae)* asociados a ganado bovino en un sistema de manejo regenerativo en Matzacintla, Landa de Matamoros

Tesis individual

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de

Licenciada en Producción Agropecuaria Sustentable

**Presenta:**
María Guadalupe Jiménez Carranza

**Dirigido por:**
Dr. Javier Alejandro Obregón Zúñiga

Dr. Javier Alejandro Obregón Zúñiga
Presidente

M. en C. Judith Gabriela Luna Zúñiga
Secretario

M. en GIC. Martin Jonatan Torres Olvera
Vocal

Dr. Carlos Alberto López González
Suplente

M. en C. Julieta Sánchez Velázquez
Suplente

Centro Universitario
Querétaro,Qro.
Octubre 2026
MÉXICO

**RESUMEN**

Los escarabajos estercoleros pertenecen al orden Coleóptera a la superfamilia Scarabaeoidae, su característica principal son las antenas lameladas. Estos insectos son los encargados de la eliminación y desintegración de las bostas de los mamíferos. La asociación de estos insectos con el estiércol es su principal característica, al utilizar el excremento para la alimentación y reproducción, por ello la importancia dentro de sistemas ganaderos, siendo factor clave de una buena salud del hábitat. El objetivo de este trabajo es caracterizar la comunidad de escarabajos estercoleros, en un sistema de manejo regenerativo bovino Matzacintla, Landa de Matamoros. El muestreo se realizó delimitando los transectos de forma lineal en cada uno de los potreros. Se colocaron un total de 45 trampas pitfall cebadas con excremento de vaca fresco, distribuidas en los 3 potreros, con 3 transectos cada uno. Se colectaron un total de 1038 individuos, pertenecientes a 2 subfamilias Scarabaeinae y Aphodiinae, 12 géneros y 18 especies. Siendo la subfamilia Scarabaeinae la más abundante. En cuanto a los gremios ecológicos ,10 especies pertenecen a paracópridos, 4 a telecópridos y 3 a endocópridos. La mayor abundancia se observó durante temporada de lluvias, donde se colectaron un total 974 individuos y la temporada seca se presentó 64 individuos. Los meses de julio y agosto presentaron mayor abundancia y riqueza. Por su parte, los potreros que presentaron mayor diversidad fueron Huizache arrancado y Mesa. En cuanto a las variables climáticas, podría existir una ligera relación con el incremento de la abundancia, con mayor temperatura y precipitación, sin embargo, la humedad relativa no tiene relación. En conclusión, la subfamilia con mayor dominancia fue Scarabeinae, particularmente por los géneros *Onthophagus* y *Canthon*. Siendo de gran importancia la temporada de lluvias, ya que, se presentaron mayor riqueza y abundancia. Se busca implementar prácticas más sustentables en los sistemas ganaderos.

Palabras clave: diversidad, Scarabaeidae, abundancia y riqueza

**SUMMARY**

Dung beetles belong to the order Coleoptera and the superfamily Scarabaeoidea. Their main characteristic is their lamellate antennae. These insects are responsible for the removal and decomposition of mammalian dung. The association of these insects with dung is their main characteristic, as they use feces for feeding and reproduction. Therefore, they are important within livestock systems and are a key factor in maintaining habitat health. The objective of this study was to characterize the dung beetle community in a regenerative cattle management system in Matzacintla, Landa de Matamoros. Sampling was conducted by establishing linear transects in each pasture. A total of 45 pitfall traps baited with fresh cow dung were placed across the three pastures, with three transects in each pasture. A total of 1,038 individuals were collected, belonging to two subfamilies, Scarabaeinae and Aphodiinae, 12 genera, and 18 species, with the subfamily Scarabaeinae being the most abundant. Regarding ecological guilds, 10 species belonged to paracoprids, four to telecoprids, and three to endocoprids. The highest abundance was observed during the rainy season, when a total of 974 individuals were collected, whereas 64 individuals were recorded during the dry season. July and August showed the highest abundance and species richness. The pastures with the highest diversity were Huizache Arrancado and Mesa. Regarding climatic variables, there may be a slight relationship between increased abundance and higher temperature and precipitation; however, relative humidity showed no relationship. In conclusion, the subfamily with the highest dominance was Scarabaeinae, particularly due to the genera *Onthophagus* and *Canthon*. The rainy season was of great importance, as it showed the highest species richness and abundance. These findings support the implementation of more sustainable practices in livestock production systems.

**Keywords:** diversity, Scarabaeidae, abundance, and species richness.

## DEDICATORIA

*Este trabajo está dedicado especialmente a mis padres María y Teódulo, por ser los mejores papás que la vida me dio, siempre voy a estar agradecida por lo maravillosos que son, apoyándome en todo y por quererme tanto, sin ellos nada de esto sería posible.*

*A Emmanuel y Adelina por ser los mejores hermanos que pude tener, hacerme reír, por todo ese amor que me han brindado, por todo.*

*A mis sobrinos Leilani, Mitsy, Jothan y Lucas, por las innumerables risas y por alegrarme la vida.*

*A mi mejor amigo y compañero inseparable mi perrito Nemo, por ser mi apoyo en todo momento, por todos los momentos felices que hemos pasado juntos.*

*A mi gatita blanca, que me ha enseñado a ser valiente y nunca rendirse, no importa por la situación que estemos pasando.*

*Y a mis dos gatitos que ya cruzaron el arcoíris, Chimichurri y Frijol.*

**AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Autónoma de Querétaro, a la Facultad de Ciencias Naturales, al Campus Conca y a la Lic. en Producción Agropecuaria Sustentable.

Al Dr. Javier Alejandro Obregón Zúñiga por apoyarme en todo momento y brindarme todas las herramientas necesarias para poder lograr realizar mi trabajo y por compartir sus conocimientos.

A Lic. PAS Josué Gregorio García Rodríguez por ser un gran amigo, y por apoyarme en todo momento y con el trabajo de campo, por todos sus consejos y risas.

A Sebastián Sánchez Guzmán y Lic. PAS Jesús Solares Melo, por regalarme su tiempo y ayudarme a colocar todas mis trampas

Al Ing. Mario Ulises Ramírez Altamirano por brindarme el espacio para poder realizar mi investigación.

Al señor Bartolo Chávez por ser nuestro guía en el rancho.

A Cynthia Natahel, Berenice Barrera, Isabel Acuña, Jaqueline Rubio, Guadalupe Sánchez, Oscar Martínez, Miztli Orozco, muchas gracias por su amistad, sus palabras de apoyo, por quererme y nunca dejarme sola.

Y a todas esas personas que alguna vez me dieron palabras de aliento.

**ÍNDICE**

**RESUMEN** ..... i

**SUMMARY** ..... ii

**DEDICATORIA** ..... iii

**AGRADECIMIENTOS** ..... iv

**ÍNDICE** v

**ÍNDICE DE CUADROS** ..... vii

**ÍNDICE DE FIGURAS** ..... viii

**1. INTRODUCCIÓN** ..... 1

**2. ANTECEDENTES** ..... 2

**2.1 Scarabaeidae** ..... 2

**2.2 Taxonomía** ..... 3

**2.3 Ciclo de vida** ..... 4

**2.4 Importancia ecológica** ..... 6

**2.5 Factores que dañan la diversidad y abundancia de los escarabajos estercoleros** ..... 7

**2.6 Ganadería** ..... 8

**2.7 Manejo regenerativo** ..... 9

**2.8 Trabajos de diversidad de Scarabeidae en sistemas ganaderos** ..... 10

**3. OBJETIVOS** ..... 14

**3.1 Objetivo general** ..... 14

**3.2 Objetivos específicos** ..... 14

**4. HIPÓTESIS** ..... 15

**5. METODOLOGÍA** ..... 16

**5.1Sitio de muestreo** ..... 16

**5.2 Muestreo** ..... 18

**5.3 Identificación de los escarabajos** ..... 18

**5.4 Análisis de datos** ..... 19

**6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN** ..... 20

**6.1 Scarabeidae** ..... 21

**6.2 Gremios ecológicos de Scarabeidae** ..... 22

**6.3 Abundancia y riqueza de Scarabeidae por temporada.** ..... 23

**6.5 Abundancia y riqueza de Scarabeidae por mes** ..... 27

**6.6 Abundancia y riqueza de Scarabeidae por potrero** ..... 29

**6.7 Correlación con factores climáticos** ..... 32

**7. CONCLUSIONES** ..... 33

**8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS** ..... 35

**9.- ANEXOS** ..... 41

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.- Lista taxonómica, distribución y tipo de nidificación de especies de escarabajos estercoleros en Matzacintla, Landa de Matamoros, Querétaro. ..... 20

Cuadro 2.- Correlación de Spermans entre la media de abundancia de escarabajos estercoleros y tres variables climáticas. ..... 33

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Morfología externa de escarabajos estercoleros, vista ventral y dorsal. Imagen tomada de Celi, J. (2001)..... 3

Figura 2. Ciclo de vida de escarabajo estercoleros. Imagen tomada de Martínez, I. (2011). ..... 5

Figura 3. Los 3 gremios de escarabajos coprófagos, cavadores, endocópridos y rodadores. Imagen tomada de Miranda (2014). ..... 6

Figura 4. Mapa de ubicación del Rancho Caleras, Matzacintla, Landa de Matamoros, Querétaro. ..... 17

Figura 5.- Tipos de nidificación de escarabajos estercoleros en Matzacintla, Landa de Matamoros..... 22

Figura 6.- Promedio de abundancia de escarabajos estercoleros en las temporadas del año en Matzacintla, Landa de Matamoros. Análisis de Kruskual-Wallis de $H = 48.599$, $p < 0.05$. ..... 24

Figura 7.- Riqueza específica de escarabajo estercoleros en las temporadas del año en Matazacintla, Landa de Matamoros Qro. ..... 25

Figura 8.- Promedio de abundancia mensual de escarabajo estercoleros durante el periodo de muestreo en Matzacintla, Landa de Matamoros. Kruskal Wallis $H = 111.05$, $p < 0.05$ ..... 28

Figura 9. Riqueza de especies mensual de escarabajos estercoleros durante el periodo de muestreo en Matzacintla, Landa de Matamoros. ..... 29

Figura 10. Promedio de abundancia de especies de escarabajos estercoleros en los diferentes tipos de potreros en Matzacintla, Landa de Matamoros..... 30

Figura 11. Promedio de riqueza de especies de escarabajos estercoleros en los diferentes tipos de potreros en Matzacintla, Landa de Matamoros..... 31

## 1. INTRODUCCIÓN

Los escarabajos estercoleros (Coleoptera: Scarabaeidae) son un grupo bien definido de la superfamilia Scarabaeidea, cuentan con aspectos de coloración y tamaño muy variables, este grupo de estercoleros tiene una amplia diversidad, dada por sus hábitos alimenticios (Deloya, *et. al.,* 2007). La asociación con el estiércol de algunos mamíferos es una de las principales características de este grupo, ya que lo utilizan para la alimentación y reproducción, esta asociación ha permitido la evolución de los escarabajos y la amplia diversidad de especies existentes (Armijos, *et. al.,* 2022).

Estos escarabajos usan el estiércol para la nidificación y la alimentación de las larvas y adultos, de esta manera, su importancia ecológica se debe a que incorporan los nutrientes al suelo, mejorando su aireación y su fertilidad, además de la dispersión de semillas, en ese sentido, los mamíferos consumen las semillas y las defecan, posteriormente los escarabajos se encargan de dispersarlas para que estas germinen. También, al momento de enterrar el estiércol, se reduce la incidencia de algunos parásitos, por lo tanto, estos son un factor clave dentro de los pastizales (Grisales y Montes, 2018). Por su parte, al momento de realizar túneles generan un proceso de aireación del suelo, el cual es importante para que este tenga movimiento físico, además, ayudan en el crecimiento de la vegetación. Los escarabajos estercoleros al enterrar las bostas o excremento controlan poblaciones de plagas que puedan afectar al ganado, actuando como controladores biológicos (Martínez y Lumaret*,* 2022).

Ecológicamente, estos coleópteros se usan para conocer el grado de perturbación en un ecosistema o agroecosistema, debido a que son insectos fáciles de manipular, por su alta diversidad de especies y al ser sensibles a actividades antropogénicas (Albán, 2021). Por lo que, al ser México un país heterogéneo en ambientes, región geográfica, clima y orografía, cada estado de la república cuenta con su propia riqueza de especies de escarabajos (Carrillo, *et. al.,* 2017).

Sin embargo, en la actualidad un problema ambiental es la disminución de los bosques, debidos a la extracción de productos, el cambio de uso de suelo, producto de la ganadería y la agricultura intensiva (Grisales y Montes, 2018), por lo tanto, la distribución y abundancia de los escarabajos estercoleros se encuentra delimitada y en algunos casos han ocasionado la extinción de especies a lo largo de la historia, modificando notablemente la composición de especies, procesos y funcionalidades que suceden dentro de los ecosistemas (Guzmán, 2018).

Aunque la ganadería y la agricultura han ocasionado la perdida de diversidad de flora y fauna, también existen otras alterativas de producción, como lo es la ganadería regenerativa, que ayuda a mejorar las condiciones del suelo incrementado la productividad de los potreros (García, *et al*., 2015), por lo tanto, la creación de estrategias sostenibles, tiene como finalidad mitigar o disminuir el impacto de la ganadería convencional, empleando sistemas de pastoreo rotacional, la estimulación de los ciclos naturales, el aprovechamiento del pasto en el momento óptimo de reposo y con reservas suficientes en la raíz (Milera, *et al.,* 2019). El manejo regenerativo es una alternativa que busca renovar y regenerar ecosistemas, teniendo una buena salud en el suelo y pastizales (Díaz, 2021).

## 2. ANTECEDENTES

### 2.1 Scarabaeidae

Los escarabajos estercoleros o peloteros son pertenecientes al orden Coleóptera y a la superfamilia Scarabaeoidae. Su cuerpo se divide en tres regiones importantes: cabeza, tórax y abdomen. Estos insectos pueden tener el cuerpo de varios tamaños, formas y colores. Existe dimorfismo sexual en algunas especies. Cuentan con 3 pares de patas (Deloya, *et. al.,* 2016). En la cabeza se encuentran unos órganos sensoriales, los cuales pueden reconocer los compuestos volátiles de las bostas de mamíferos. Las alas, en casi todas las especies, cubren el pigidio y el abdomen cuenta con 8 segmentos visibles aproximadamente (Figura 1) (De la Vega, *et. al.,* 2014).

Estos insectos por lo general son de colores negro oscuro o colores más llamativos como verde, azul o rojo, pueden tener reflejos metálicos. Su tamaño es variable,

pueden llegar a medir entre 3 mm a 70 mm. Estos escarabajos cuentan con un par de alas llamadas élitros que sirven de protección al ser más duras que el otro par de alas que utilizan para volar, aunque algunos escarabajos no tienen la capacidad de vuelo. La cabeza es dura, en el caso de los machos, algunas especies pueden presentar cuerno o protuberancias en la cabeza o pronoto. Las antenas son lameladas, característica importante de los estercoleros. Las larvas tienen forma de "C" y son color blanco (Kohlmann, 2022).

Este grupo de coleópteros es de los más abundantes y diversos a nivel mundial, motivo por lo que se utilizan para diversos estudios sobre distribución geográfica, taxonomía, bioindicadores de perturbación, importancia ecológica (León, 2015).

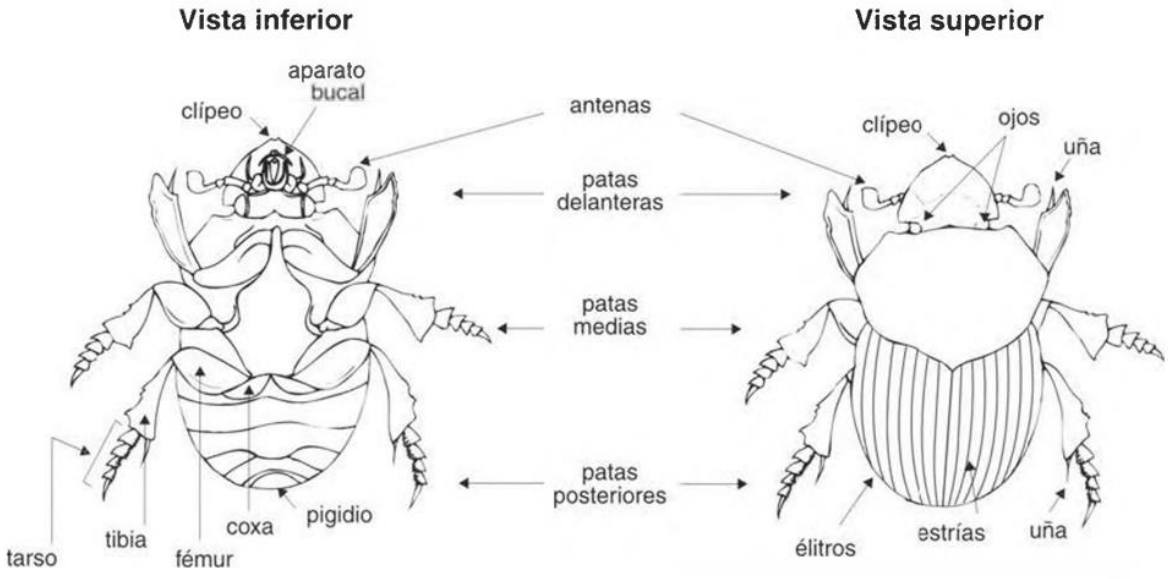



Figura 1. Morfología externa de escarabajos estercoleros, vista ventral y dorsal. Imagen tomada de Celi, J. (2001).

### 2.2 Taxonomía

El grupo coleóptera a nivel mundial se han descrito más de 200 familias y más de 350 mil especies (Deloya *et. al.,* 2016). Dentro de los coleóptera se encuentra la superfamilia Scarabaeoidea que agrupa 13 familias y cerca de 30,549 especies a nivel mundial (López *et. al.,* 2015) de las especies descritas 1,713 se han registrado

en México (Zamora *et. al.,* 2014). La familia Scarabaeidae es perteneciente a esta superfamilia, se estima que existen 2,200 géneros y más de 28 mil especies, de los cuales 170 géneros y 2,000 especies pertenecen a México (Deloya *et. al.,* 2016).

Reino: animalia
Filo: Arthropoda
Clase: Insecta
Orden: Coleoptera
Superfamilia: Scarabaeoidea
Familia: Scarabaeidae

### 2.3 Ciclo de vida

Este grupo de coleópteros presentan una metamorfosis completa, es decir que su ciclo es huevo, larva, pupa y adulto (Deloya, *et. al.,* 2016). Durante la época de reproducción, hembras y machos se aparean, después, con el estiércol generan bolas o en su caso galerías en donde realizaran su nidificación, los huevos son depositados por las hembras dentro de estos. En algunos casos las bolas de estiércol son enterradas, las cuales posteriormente serán utilizadas para la alimentación de las larvas y cumplir su desarrollo, durante el desarrollo de las larvas las bolas de estiércol son cuidadas por las hembras o los machos, realizando limpieza y movimientos, para evitar hongos o bacterias (Grisales y Montes, 2018).
Las larvas de los escarabajos se alimentan del nido de estiércol y se pueden encontrar en diversos tipos de materia orgánica. Las pupas ocupan todo el espacio del nido, rompiendo la pared de la cámara interior del nido para poder salir a la superficie. El tamaño del nido, así como el tiempo de reproducción, depende de la especie, sin embargo, la duración es corta, siendo la etapa larval las más larga, la etapa embrionaria y pupal es corta (Figura 2) (Martínez & Lumaret, 2022).
La relocalización del recurso para ser utilizado en nidos o la construcción del mismo, es una de las características más sobresaliente de los Scarabeinae, los cuales se dividen en tres grupos: telecópridos (rodadores), paracópridos (cavadores) y endocópridos (residentes). Los endocópridos, toman una parte de la bosta y construyen su nido dentro o debajo de esta. Los paracópridos realizan túneles a

distintas profundidades debajo del excremento de acuerdo a la especie. Por su parte, los telecópridos construyen una bola con una porción de bosta, la trasladan rodando con sus patas traseras (Figura 3) (Cárdenas & Páez, 2017).

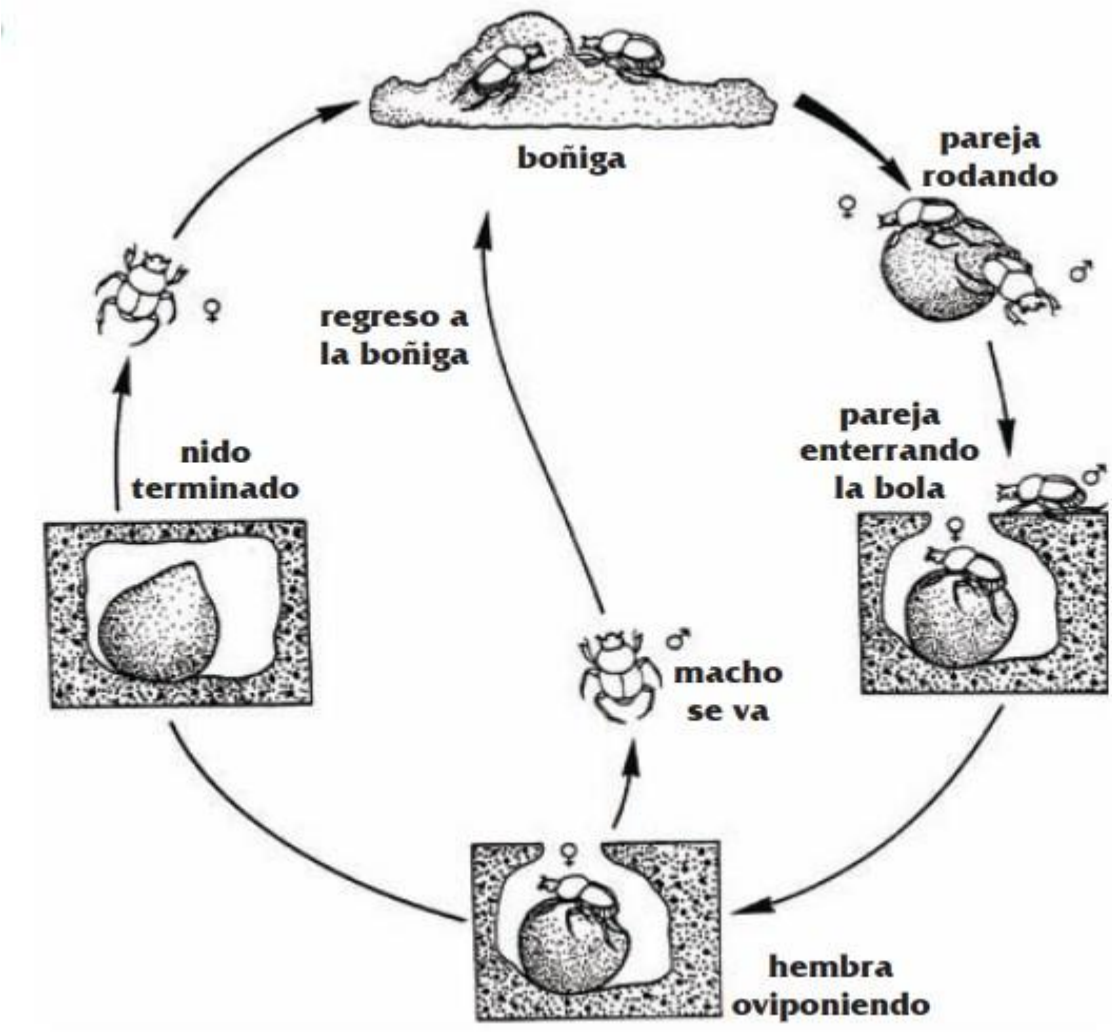



Figura 2. Ciclo de vida de escarabajo estercoleros. Imagen tomada de Martínez, I. (2011).

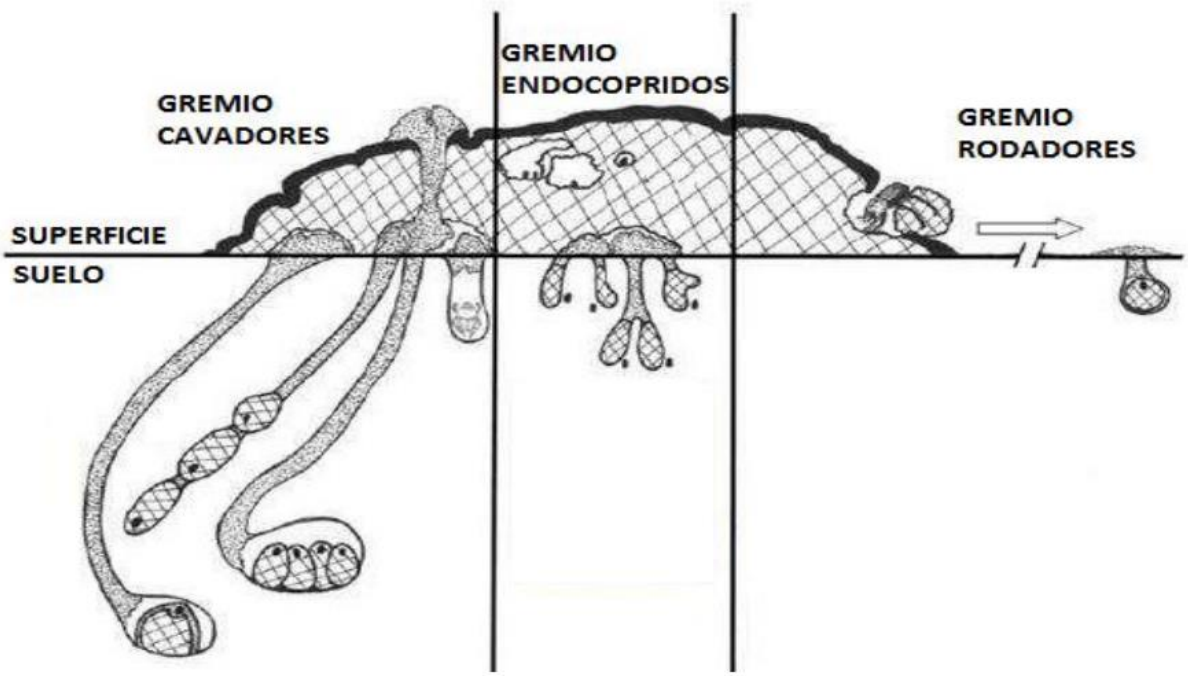



Figura 3. Los 3 gremios de escarabajos coprófagos, cavadores, endocópridos y rodadores. Imagen tomada de Miranda (2014).

### 2.4 Importancia ecológica

Los escarabajos estercoleros ayudan al reciclaje y degradación de la materia orgánica animal y vegetal (Deloya, *et. al.,* 2016). La boñiga de los bovinos contiene alto contenido de agua, y sí el suelo no cuenta con organismos que puedan transformar ese estiércol en materia orgánica, se puede volver un problema sanitario, sin embargo, los escarabajos estercoleros ayudan a la degradación, además, enterrando el estiércol, facilita la aireación del suelo, limpieza del potrero, y al mismo tiempo, aporta abono a las plantas que se establecen en el sitio (Mariategui, *et al.,* 2020).

La degradación del estiércol por parte de los escarabajos al momento de enterrar este, ayuda a controlar ciertos parásitos, por ejemplo, la mosca de los cuernos (*Haematobia irritans*), que es uno de los parásitos que ha afectado a varios países, causando pérdidas económicas para los productores teniendo baja produccion en leche y carne causado por el estrés generado por esta mosca (Giraldo, *et. al*., 2018). Los factores principales que determinan la composición y organización de los grupos de estercoleros es el microclima, la caracterización del suelo, la distribución

de los recursos tróficos y la composición de la vegetación, todo esto influye en la diversidad, riqueza y abundancia de cada región geográfica (Martínez & Lumaret, 2022). Las poblaciones de este grupo y de otros insectos asociados al suelo y el estiércol, tienen éxito por su ubicación en cualquier clima, condición y recursos. Al mismo tiempo, en las boñigas se pueden encontrar individuos de una o varias especies compitiendo por el recurso (Flota, *et. al.,* 2012).

Los escarabajos estercoleros son importantes dentro de los sistemas ganaderos, dado que son los encargados de la eliminación y desintegración de las bostas de los mamíferos (Mendivil, *et. al.,* 2020). Siendo un indicador biológico de estos sistemas, al ser sensibles a los cambios en el ecosistema, midiendo la diversidad de especies se puede determinar la salud de este sistema, ya que, en los últimos años la deforestación, fragmentación, destrucción han afectado notablemente las poblaciones de los estercoleros (Barba, *et. al.,*2023).

Las propiedades físicas y químicas del suelo son modificadas al momento que los coprófagos integran el estiércol al suelo, ya que este es aireado, su temperatura y humedad cambia, evitando la pérdida de nutrientes, tales como fósforo, potasio, nitrógeno y carbono, todo esto ayuda a conservar una buena composición y estructura, manteniendo fértil el suelo. La eliminación del estiércol ayuda a que los animales tengan más espacio para el pastoreo, ya que estos no consumen las plantas que tengan o que estén cerca de boñiga (Soto, 2019).

### 2.5 Factores que dañan la diversidad y abundancia de los escarabajos estercoleros

Los Scarabaeinae son sensibles a varios factores, que se relacionan directamente sobre la riqueza y abundancia de las comunidades. Cada especie de estercolero reacciona distinto a los cambios en cantidad y tipo de cobertura vegetal, que les brinda protección y es importante para la reproducción, la disponibilidad de alimento y la salud del suelo o si este cuenta con capacidad de drenaje o esta compactado, afectando a la composición de las comunidades. Por lo tanto, esta sensibilidad a los cambios climáticos, es la razón por la que estos insectos son utilizados como indicadores de la salud del ecosistema (Armijos, *et. al.,* 2022). La abundancia de los estercoleros puede variar dependiendo de la época del año, regularmente en la temporada de lluvias hay mayor disponibilidad de alimento, de igual manera esta

temporada ayuda a que la recolocación del estiércol sea más fácil (Cerritos y Ochoa, 2017).

La disminución de recursos naturales como la modificación del hábitat natural, a causa de las prácticas realizadas por el ser humano, como el cambio de uso de suelo, las distintas comunidades de escarabajos se ven afectadas, y muchas especies más que son benéficas para una buena salud del ecosistema. La pérdida de paisajes se espera que aumente al paso de los años, y los insectos al ser sensibles a la modificación del suelo, disponibilidad de alimento, entre otras, se estima que diversas familias de estos se vean afectadas (Villamarín, 2014).

El hábitat original se puede fragmentar o tener algunos parches consecuencia de la perdida de diversidad, siendo un proceso que ocasiona cambios en la composición, estructura y el funcionamiento normal del paisaje. Al disminuir el hábitat natural, se puede llegar a tener pérdidas de algunas especies, alterar la diversidad, abundancia y estructura. Esta perdida y fragmentación del hábitat tiene diversas consecuencias negativas, tanto en la flora como la fauna (León, 2015).

Generalmente, se ha documentado que la riqueza y abundancia de los escarabajos estercoleros, está relacionada con el grado de perturbación del hábitat y no tanto con la disponibilidad del alimento. Esto quiere decir, que el hábitat debe de tener una estructura más compleja, permitiendo la movilidad de estos insectos. Una buena calidad del suelo es indispensable para que puedan construir sus nidos y poder tener una más alta reproducción. Por lo tanto, se ha reportado que estos escarabajos prefieren zonas con mayor cobertura vegetal a zonas abiertas perturbadas (Armijos, *et. al.,* 2022).

### 2.6 Ganadería

La ganadería es una de las actividades más importantes del sector agropecuario, tiene relevancia económica y social en varias zonas de México y del mundo (García, *et. al.,* 2015). Los productores de ganado en zonas rurales, tiene diversos objetivos, no solo como una fuente de ingreso, también depende de cada unidad de producción (García, *et. al.,* 2015). Sin embargo, esta actividad productiva ha provocado cambios desfavorables para el ambiente, trayendo consigo problemas que afectan tanto al medio ambiente como a la economía de los productores. Por

ejemplo, la deforestación y el uso de químicos que afectan la calidad y productividad del suelo (Flórez, 2023).

La actividad ganadera al mismo tiempo de ofrecernos carne, leche y otros productos para el consumo humano, nos brida servicios por medio de distintos organismos, que contribuyen a la fertilidad del suelo, incorporando algunos nutrientes que se utilizan para el óptimo crecimiento de las plantas, sin embargo, esta relación se ha reducido por las diversas actividades realizadas en el ecosistema (Soto, 2019). La ganadería ha ocasionado que la relación entre el ser humano y el ecosistema se vea afectada por las múltiples modificaciones, causando el deterioro de los recursos. Esta ha ocasionado deforestación en varias zonas a nivel mundial, además, el uso de productos químicos, ocasiona que la flora y fauna nativa sea desplazada o eliminada, ocasionando un desequilibrio ambiental (Díaz, 2021).

La transformación de paisajes naturales, trae consigo problemas como el mal funcionamiento de los ecosistemas y la baja productividad futura (Guerra, 2020). Estos cambios producidos por la ganadería alteran tanto al suelo, como las especies vegetales y calidad del agua. El sobrepastoreo altera tanto a las especies de plantas y animales como el suelo, provocando compactación, reducción de aireación, fertilidad y el drenaje, además, ocasiona cambio en patrones de diversidad, la perdida de especies nativas y homogenización de las comunidades. (León, 2015).

El impacto que puede tener la ganadería sobre los escarabajos estercoleros, depende del tipo de ganadería, la sobrecarga animal, el tipo de especies e historia evolutiva (Rios, 2018).

### 2.7 Manejo regenerativo

Desde hace varios años, se ha tratado de tener mayor productividad en los sistemas ganaderos y al mismo tiempo realizar buenas prácticas tradicionales, que beneficien tanto a los productores, como al medio ambiente, sin el uso de químicos. Todo con la finalidad de recuperar la fertilidad del suelo y los ciclos de los nutrientes. La conservación de los recursos naturales, los organismos y el suelo, es de suma importancia, por lo tanto, se ha optado en varias zonas ganaderas, tener una buena productividad de pastos y de los animales (Carranza, 2025).

En ese sentido, el manejo regenerativo se ha creado con la necesidad de reducir la erosión y la pérdida de diversidad de los suelos, por ello, este se puede definir como las prácticas integrales, que mejoran y mantienen la capacidad productiva del suelo, así como los organismos, el ambiente y todos los recursos, que hacen que este sea viable, como la produccion de forrajes en mayor densidad, la fijación del carbono en el suelo, aireación del suelo entre otras (Larios, 2021). La producción de forraje de manera sustentable se hace a través de prácticas que mantienen un buen rendimiento del pasto y que a largo tiempo este mantenga buena producción, evitando la compra de insumo, proporcionándole al ganado alimento de mayor calidad (Alfaro, 2008).

Entre estas estrategias se encuentra la rotación de potreros, sistemas silvopastoriles con vegetación arbórea que proporcione diferentes elementos nutricionales al suelo, como el nitrógeno y así mantener una buena salud tanto para el animal, como para el ambiente (Carranza, 2025). El pastoreo que se busca realizar dentro del manejo regenerativo, es una manera de darle un mejor uso a la pradera, buscando tener una carga animal adecuada y una buena producción de forrajes, las plantas usadas para la alimentación del ganado tengan una buena fisiología, también se pueden emplear algunos árboles de preferencia forrajeros y nativos de la zona, además de un suministro adecuado de agua (Flores & Alayón, 2015).

### 2.8 Trabajos de diversidad de Scarabeidae en sistemas ganaderos

En América Latina, los escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) han sido ampliamente reconocidos como bioindicadores de la calidad ambiental y como organismos clave en procesos ecosistémicos como la descomposición del estiércol, el reciclaje de nutrientes y la dispersión secundaria de semillas. Diversos estudios de caso han analizado su riqueza, abundancia y estructura comunitaria en distintos contextos ecológicos y productivos, aportando bases metodológicas y conceptuales relevantes para la presente investigación.

El estudio de Gómez *et. al.,* (2015) evaluaron la estructura y composición de comunidades de escarabajos estercoleros en distintos sistemas ganaderos del bosque atlántico de Argentina, evidenciando que los sistemas con mayor

complejidad estructural, como aquellos con remanentes de vegetación nativa, mantienen mayor riqueza y diversidad funcional en comparación con sistemas intensivos, por lo que encontraron un total 7,412 individuos, pertenecientes a 54 especies, *Canthon quinquemaculatus* y *Deltochillum komareki,* fueron los más abundantes.

Por su parte, Cerritos y Ochoa (2017) caracterizaron la comunidad de escarabajos asociados al estiércol en Zamorano, Honduras, identificando diferencias en abundancia y gremios funcionales según el tipo de manejo productivo. Sus resultados muestran que prácticas agroecológicas favorecen una mayor diversidad y equilibrio funcional, lo que se traduce en beneficios para el manejo integrado de plagas y la fertilidad del suelo, reportaron un total de 4,542 individuos, pertenecientes a 11 géneros y 16 especies, de las cuales *Dichotomius yucatanus*, fue la más abundante en las 3 zonas.

Grisales y Montes (2018) compararon la biodiversidad de escarabajos coprófagos en arreglos silvopastoriles y praderas convencionales, encontrando que los sistemas silvopastoriles presentan mayor diversidad y estabilidad comunitaria. Estos resultados refuerzan la idea de que la integración de árboles en sistemas productivos contribuye a la conservación de la biodiversidad y al mantenimiento de servicios ecosistémicos.

En Colombia, Camero (2019) analizó la diversidad de escarabajos coprófagos en la zona norte de la Serranía de la Lindosa, en donde registró 8 géneros y 22 especies demostrando un una alta riqueza específica y la presencia de especies indicadoras de ecosistemas conservados. El estudio destaca la importancia de los bosques tropicales como reservorios de diversidad y sugiere que los cambios en el uso del suelo podrían alterar significativamente la composición y funcionalidad de estas comunidades.

En un contexto agropecuario, Albán (2021) realizó una descripción comunitaria de escarabajos peloteros en el Bosque Protector Cerro Blanco, Ecuador, colectó un total de 6,359 individuos, pertenecientes a 11 géneros y 19 especies, de las cuales *Canthidium aurifex, Canthon delicatulus, Canthon fulgidus, Canthon subhyalinus, Onthophagus acuminatus* y *Onthophagus nabeleki* tuvieron mayor

representatividad, enfatizando su relevancia en ciencias aplicadas, particularmente en monitoreo ambiental y restauración ecológica. El autor identificó patrones de distribución asociados a variables microclimáticas y de cobertura vegetal, concluyendo que la estructura del hábitat es determinante en la conformación de las comunidades de Scarabaeinae.

De manera complementaria, Armijos, *et. al.,* (2022), evaluó la riqueza y abundancia de escarabajos peloteros en un área de conservación periurbana en Loja, Ecuador, destacando la influencia del gradiente de disturbio antrópico sobre la composición de especies, registraron un total de 390 individuos pertenecientes a la subfamilia Sacarabaeinae, 6 géneros y 9 especies, de las cuales *Uroxys frankenbergeri* fue la más abundante. Los autores evidenciaron que, aun en entornos cercanos a zonas urbanas, las áreas con mayor cobertura vegetal y menor intervención humana mantienen comunidades más diversas y funcionalmente estables. Este trabajo resalta la importancia de las áreas de conservación periurbanas como refugios de biodiversidad.

Finalmente, en Panamá, Barba, *et al.* (2023), compararon entre el sistema de pastoreo rotacional y el sistema silvopastoril, en una finca de bovinos, donde mencionan que recolectaron un total de 65 escarabajos los cuales eran pertenecientes a 3 géneros, donde *Canthon septemmaculatus* fue la especie más abundante. Del total de escarabajos, el 73% de la abundancia pertenecen al sistema de pastoreo rotacional.

En conjunto, estos antecedentes evidencian que la riqueza, abundancia y composición de las comunidades de escarabajos coprófagos están estrechamente relacionadas con el grado de conservación del hábitat y el tipo de manejo del suelo. Asimismo, demuestran su utilidad como indicadores ecológicos en ambientes naturales y productivos, proporcionando un marco teórico y metodológico sólido para el análisis de comunidades en diferentes contextos ambientales.

En México, el estudio de los escarabajos copronecrófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) ha cobrado relevancia en las últimas décadas debido a su papel ecológico en los procesos de descomposición, reciclaje de nutrientes, aireación del suelo y control biológico de parásitos. Diversas investigaciones han

documentado su diversidad, estructura comunitaria y respuesta ante gradientes ambientales y prácticas productivas, aportando bases sólidas para comprender su importancia en ecosistemas naturales y agroecosistemas. Deloya *et. al.,* (2016) realizaron un compendio de los escarabajos del Estado de Michoacán, aportando un inventario relevante para el conocimiento taxonómico y biogeográfico del grupo en el occidente del país. Este tipo de trabajos sistemáticos constituyen una base fundamental para estudios comparativos y de conservación.

Por ejemplo, Basto *et. al.,* (2012), en ranchos ganaderos de Yucatán, registraron cambios en la estructura de la comunidad en función del tipo de manejo y la disponibilidad de recurso trófico, evidenciando que los sistemas productivos pueden mantener diversidad si conservan elementos de vegetación nativa. Asimismo, Trujillo *et. al.,* (2016), en el cerro Chacateca, Zapotitlán, describieron la estructura y composición de la comunidad de Scarabaeoidea, destacando la influencia del tipo de vegetación y las condiciones ambientales locales en la organización comunitaria. Por otra parte, investigaciones desarrolladas en paisajes productivos han permitido comprender el impacto de las actividades ganaderas sobre estos insectos. Guzmán (2018), en la Huasteca Potosina, documentó que el manejo ganadero influye significativamente en la diversidad y composición de escarabajos estercoleros, particularmente cuando se presentan prácticas intensivas que modifican la cobertura vegetal y compactan el suelo. De forma similar, En el sureste mexicano, el trabajo de Reserva de la Biosfera Selva El Ocote realizado por Sánchez *et. al.,* (2018) evidenció una alta diversidad de escarabajos copronecrófagos en ambientes tropicales conservados, destacando la influencia de la heterogeneidad del hábitat en la composición de especies, en ese sentido la selva mediana presentó los más altos niveles de diversidad.

En el contexto de áreas protegidas, Rodríguez *et. al.,* (2019) evaluaron las comunidades de escarabajos coprófagos en la Reserva El Zapotal, encontrando patrones de estructura comunitaria asociados al grado de conservación del sitio. Estos estudios confirman que las reservas de la biosfera y áreas con cobertura vegetal conservada funcionan como refugios importantes para la diversidad de Scarabaeinae.

El análisis de gradientes altitudinales también ha sido abordado en otras regiones del país. Lora (2021), en el municipio de La Misión, evaluó la fauna de Scarabaeidae en tres sitios con diferente altitud, observando variaciones en riqueza y recambio de especies. Araujo (2024), en la Reserva de la Biosfera El Triunfo, analizó la diversidad a lo largo de un gradiente altitudinal, demostrando que la riqueza y abundancia varían en función de la altitud y las condiciones microclimáticas, lo que subraya la sensibilidad del grupo a cambios ambientales.

En conjunto, estos antecedentes evidencian que la diversidad y estructura de los escarabajos copronecrófagos en México están fuertemente influenciadas por factores como el gradiente altitudinal, el tipo de vegetación, el grado de conservación y las prácticas de manejo productivo. Sin embargo, persisten vacíos de información a escalas locales y en ciertos contextos ecológicos, lo que justifica la realización de estudios adicionales que contribuyan al entendimiento integral de este grupo y a la formulación de estrategias de conservación y manejo sustentable.

## 3. OBJETIVOS

### 3.1 Objetivo general

Caracterizar la comunidad de escarabajos estercoleros, en un sistema de manejo regenerativo bovino en Matzacintla, Landa de Matamoros, Querétaro.

### 3.2 Objetivos específicos

Crear un listado de especies de Scarabaeidae en Matzacintla, Landa de Matamoros.

Analizar la riqueza y abundancia de escarabajos estercoleros de la familia Scarabaeidae.

Evaluar el efecto de los factores climáticos sobre la composición y abundancia de escarabajos estercoleros en Matzacintla, Landa de Matamoros, Querétaro.

## 4. HIPÓTESIS

La estructura de la comunidad de escarabajos estercoleros pertenecientes a la familia Scarabaeidae funciona como un indicador biológico de la salud de ecosistema y se encuentra positivamente relacionada con la implementación de un sistema de manejo regenerativo en potreros con ganado bovino. Se plantea que la adopción de prácticas ganaderas sustentables favorece la presencia de escarabajos estercoleros lo que promueven una mayor riqueza y abundancia de estos organismos.

## 5. METODOLOGÍA

### 5.1Sitio de muestreo

La presente investigación se llevó a cabo en la localidad de Matzacintla, ubicada en el municipio de Landa de Matamoros, en el estado de Querétaro, México. Este municipio forma parte de la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda, un área natural protegida de gran relevancia ecológica por su alta biodiversidad y heterogeneidad de ecosistemas.

La localidad de Matzacintla se localiza entre los paralelos 21°10'06'' latitud norte y 99°20'36'' longitud oeste, a una altitud aproximada de 1,145 metros sobre el nivel del mar. Presenta una temperatura media anual superior a los 18 °C, lo que favorece el desarrollo de comunidades vegetales propias de climas cálidos subhúmedos (Sector Minero, 2020).

La vegetación predominante se encuentra, el mezquitillo (*Acacia constricta*), el zoapatle (*Montanoa tomentosa*), la aceitilla (*Bidens ferulifolia*), el huizache (*Vachellia farnesiana*), el tepame (*Vachellia pennatula*) y nopales como *Opuntia ficus-indica*. Asimismo, se reporta la presencia de otras especies locales como frijolillo y vidrioso, que forman parte de la composición florística característica del ecosistema.

Las condiciones climáticas, topográficas y de vegetación de la zona la convierten en un sitio adecuado para evaluar la relación entre prácticas de manejo ganadero y la diversidad de escarabajos estercoleros, debido a la presencia de sistemas productivos pecuarios establecidos dentro de un contexto ecológico de alta relevancia ambiental.

Las trampas fueron ubicadas en El rancho “Caleras” que comprende un área total de 314 hectáreas, dividida en tres potreros: 1) “Huizache arrancado” que cuenta con 150 hectáreas, 2) “La Mesa” con 67 hectáreas y 3) “La Nopalera” con 97 hectáreas. (Figura 4).

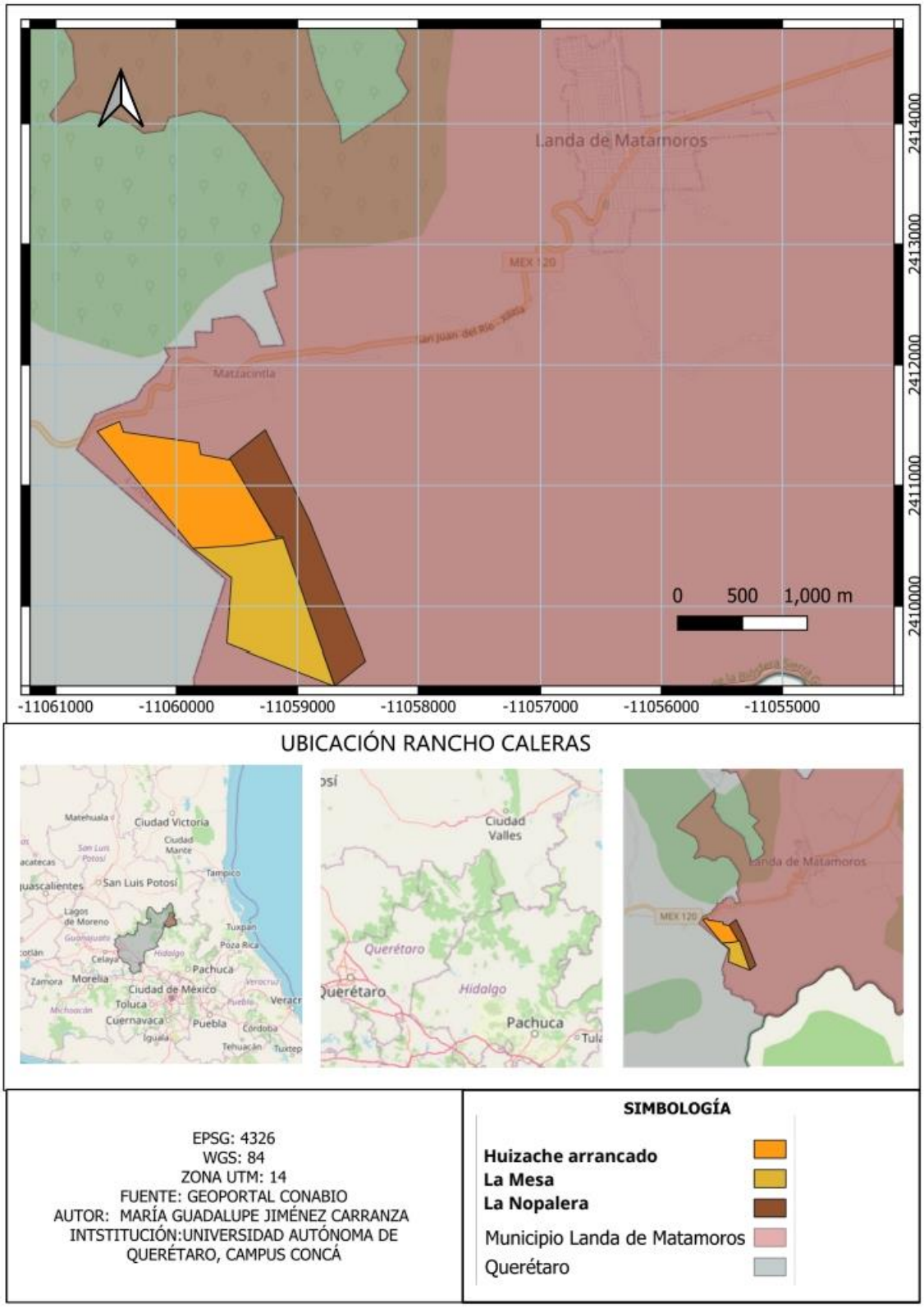



Figura 4. Mapa de ubicación del Rancho Caleras, Matzacintla, Landa de Matamoros, Querétaro.

### 5.2 Muestreo

En cada uno de los potreros se establecieron tres transectos lineales de muestreo, en los cuales se colocaron cinco trampas por transecto, sumando un total de nueve transectos y 45 trampas en el área de estudio. Los transectos se ubicaron con una separación aproximada de 500 m entre sí con el fin de reducir la autocorrelación espacial entre unidades de muestreo, mientras que las trampas dentro de cada transecto se colocaron a intervalos de 10 m. Este arreglo espacial se emplea comúnmente en estudios de escarabajos coprófagos para optimizar la representatividad del muestreo y disminuir la interferencia entre cebos.

Para la captura de los escarabajos se utilizaron trampas tipo *pitfall*, ampliamente empleadas en estudios de escarabajos coprófagos debido a su eficiencia para registrar la diversidad y abundancia de este grupo. Las trampas consistieron en recipientes plásticos con capacidad de 1 L enterrados a ras del suelo. Como atrayente se utilizó estiércol fresco de bovino, el cual se colocó dentro de una gasa y se sujetó con hilo formando una pequeña bolsa. El cebo fue suspendido sobre la trampa mediante un alambre doblado en forma de “U” invertida, permitiendo la dispersión del olor y facilitando la atracción de los individuos hacia la trampa (Grisales y Montes, 2018).

El muestreo se realizó con una periodicidad mensual, manteniendo las trampas activas durante 48 horas. Posteriormente, los organismos capturados fueron recolectados y trasladados al laboratorio para su limpieza, preservación e identificación taxonómica utilizando claves especializadas.

La utilización de trampas *pitfall* cebadas con estiércol es una técnica ampliamente utilizada para el estudio de comunidades de escarabajos coprófagos, debido a su eficacia para evaluar patrones de diversidad, composición y abundancia en distintos tipos de ecosistemas (Scholtz *et. al.,* 2009).

### 5.3 Identificación de los escarabajos

Las muestras recolectadas fueron trasladadas al Laboratorio de Manejo y Conservación de Recursos Naturales, donde se procedió a su separación e identificación taxonómica. Para ello se utilizó un microscopio estereoscópico Leica EZ4 con aumento de 40× y cámara integrada, lo que permitió la observación

detallada de los ejemplares. La determinación taxonómica se realizó mediante el uso de claves especializadas y literatura de referencia, entre las que se incluyen Pardo y Schoolmeesters (2019), Medina y Lopera (2000), Chamorro et al. (2018), Deloya et al. (2016), Camero (2010), Edmonds y Zídek (2012), Kohlmann y Solís (2001) y Vaz-de-Mello et al. (2011).

### 5.4 Análisis de datos

Para el análisis de la estructura de la comunidad se calcularon los parámetros de riqueza, abundancia y diversidad de especies. La riqueza específica se determinó a partir del número total de especies registradas en las muestras, mientras que la abundancia se estimó mediante el número total de individuos colectados por especie.

La diversidad se evaluó mediante los índices de Shannon-Wiener (H') y Simpson (1-D), los cuales permiten describir la heterogeneidad de la comunidad considerando tanto la riqueza de especies como la equidad en la distribución de los individuos. El índice de Shannon-Wiener se empleó para estimar la diversidad considerando la proporción de individuos por especie, mientras que el índice de Simpson permitió evaluar la dominancia o probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar pertenezcan a especies diferentes.

Para determinar la relación entre las variables climáticas y las características de la comunidad de escarabajos estercoleros, se realizará un análisis de correlación de Spearman (ρ), debido a que este método permite evaluar la existencia, dirección y fuerza de relaciones monotónicas entre variables sin requerir el supuesto de normalidad de los datos. Se analizará la asociación entre la abundancia, riqueza y diversidad de escarabajos estercoleros y las variables climáticas registradas durante el periodo de muestreo, tales como temperatura, precipitación y humedad relativa. El coeficiente de correlación de Spearman (ρ) permitirá establecer la dirección y magnitud de la relación entre las variables, mientras que su significancia estadística se determinará mediante el valor de *p*, considerando un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$. Los análisis estadísticos se realizarán en RStudio, utilizando el lenguaje de programación R, mediante las funciones y paquetes estadísticos correspondientes.

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se colectaron 1,038 individuos, distribuidos en 12 géneros y 18 especies y/o morfoespecies, pertenecientes a las subfamilias, Scarabaeinae, quien fue mayormente abundante con 1,007 individuos, lo que representó el 97% de los escarabajos colectados, por su parte, Aphodine, se colectaron 21 escarabajos, equivalente al 3%. En cuanto a la riqueza de especies por subfamilia, se colectaron 15 especies pertenecientes a Scarabaeinae, mientras que para Aphodine solo dos especies del total colectadas.

*Onthophagus batesi* fue la especie con mayor abundancia durante el muestreo con 254, seguido por *Onthophagus landolti con 2*43 y *Canthon sp.* con 177. Contrariamente especies con menos de 10 individuos resultaron ser *Aphotaenius sp* (6), *Phanaeus sp. 2* (6), *Phanaeus sp. 1* (4) y *Coprophanaeus sp.* (3) (Cuadro 1).

Cuadro 1.- Lista taxonómica, distribución y tipo de nidificación de especies de escarabajos estercoleros en Matzacintla, Landa de Matamoros, Querétaro.

| Familia Scarabaeidae | Abundancia | Distribución | Tipo de nidificación |
|---|---|---|---|
| **Subfamilia Aphodine** | | | |
| Tribu Eupariini | | | |
| *Aphotaenius sp* | 6 | América | Endocóprido |
| *Odontolytes capitosus* | 15 | México y América del Sur | Endocóprido |
| **Subfamilia Scarabaeinae** | | | |
| Tribu Canthonini | | | |
| *Canthon femorales* | 50 | México y América del Sur | Telecópridos |
| *Canthon leechi* | 25 | México | Telecópridos |
| *Canthon sp* | 177 | América | Telecópridos |
| *Deltochilum gibbosum* | 98 | México y Nicaragua | Telecópridos |
| Tribu Dichotomiini | | | |
| *Dichotomius sp.* | 23 | Centroamérica y México | Paracópridos |
| *Ontherus sp* | 20 | México y América del Sur | Paracópridos |
| Tribu Eurysternini | | | |
| *Eurysternus foedus* | 15 | México y América del Sur | Endocóprido |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tribu Onthophagini | | | |
| *Onthophagus batesi* | 254 | América y México | Paracópridos |
| *Onthophagus landolti* | 243 | América y México | Paracópridos |
| *Onthophagus sp* | 10 | América | Paracópridos |
| Tribu Phanaeini | | | |
| *Coprophanaeus sp.* | 3 | México | Paracópridos |
| *Phanaeus adonis* | 57 | Estados Unidos y México | Paracópridos |
| *Phanaeus triangularis* | 15 | América y México | Paracópridos |
| *Phanaeus sp1* | 4 | América y México | Paracópridos |
| *Phanaeus sp2* | 6 | América y México | Paracópridos |
| Tribu Sisyphina | | | |
| *Sisyphus submonticolus* | 17 | México | |
| Total | 1038 | | |

### 6.1 Scarabeidae

El muestreo, dio como resultado que la subfamilia Scarabaeinae se coloca como la más abundante, con el 97% de los escarabajos colectados, la dominancia de esta subfamilia también fue reportada por Flota *et. al.,* (2012), la presencia abundante de esta subfamilia es consecuencia de la dominancia de estercoleros pertenecientes a la tribu Ontophagini, particularmente del género *Ontophagus* del cual, especies como *O. batesi* y *O. landolti* obtuvieron abundancias altas y son nativas de América. Las especies del género *Onthophagus* se han reportado como generalistas por lo que suelen tener mayor abundancia en diferentes estudios (Bastos *et. al.*, 2012, Cerrirtos y Ochoa, 2017, *Ruíz et. al*., 2019) y su alta diversidad se debe a su preferencia por los diferentes tipos de vegetación, como bosques templados, tropicales, pastizales, matorrales y desiertos (Kohlmann y Solís, 2001).

Por su parte la tribu Canthonini resultó ser la segunda más abundante con 343 escarabajos colectados, resultados consistentes con lo reportado por Barba *et al.* (2023). En ese sentido destaca el género *Canthon* por ser el más abundante de la tribu, en concordancia con estudios previos (Gómez *et al.*, 2015; y Noriega *et al.*, 2016). La amplia distribución del género *Canthon* y su elevada diversidad en ambientes tropicales, particularmente en selvas, ha sido documentada previamente (Rivera & Halffter, 1999). En conjunto, estos antecedentes respaldan los resultados obtenidos en el presente estudio.

### 6.2 Gremios ecológicos de Scarabeidae

En Scarabaeinae se reconocen tres grandes estrategias de nidificación ligadas al modo de uso del estiércol: telecópridos (rodadores), paracópridos (tuneleadores) y endocópridos (habitantes del estiércol) (Carreón M. et. al., 2025). El tipo de nidificación, de las 18 especies colectadas 10 pertenecen a los paracópridos (55%), 4 especies a telecópridos (22%) y solo 3 especies a endocópridos (16%), lo que nos indica que la mayoría de estas especies son cavadoras y realizan túneles, debajo del estiércol (Cervantes, L. y Halffter, G.,1999, Pulido y Zunino, 2007, Price y May, 2009, Carrillo, 2014; Deloya, et al.,2016; Lora, 2021 y Moctezuma, 2021) (Figura 5).

La dominancia de especies paracópridas, se debe a la disponibilidad del estiércol, dado que estos potreros están localizados en una zona con una temperatura alta, el estiércol tiende a secarse más rápido, lo que provoca que las especies sean en su mayoría paracópridas, seguido por las especies telecópridas, lo que puede garantizar un desarrollo larval más exitoso. Los estercoleros realizan este tipo de nidificación para proteger a sus crías de depredadores. El tipo de la distribución de las especies se debe a diferentes factores, como el clima, la disponibilidad de alimento, el tipo de suelo y tipo de vegetación (García,2009).

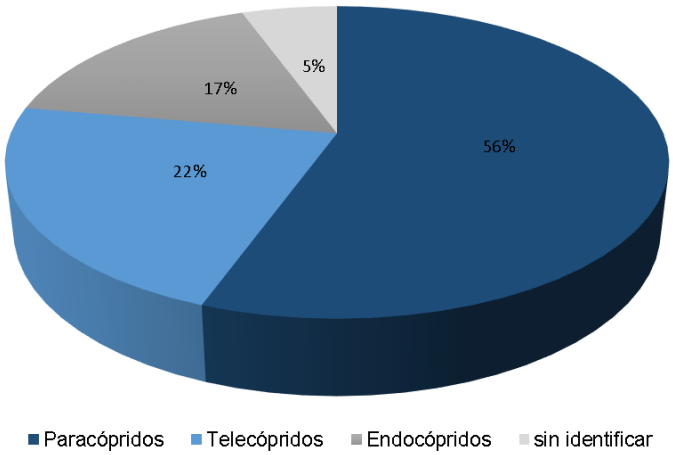



Figura 5.- Tipos de nidificación de escarabajos estercoleros en Matzacintla, Landa de Matamoros.

Algunos estudios en zonas áridas del altiplano mexicano como el de Lizardo y Catellanos, (2016) mencionan que la estructura de la comunidad está muy ligada a los microhábitats de nidificación que resultan de la combinación tipo de vegetación–compactación del suelo, En esos ambientes: escarabajos telecópridos como *Canthon humectus* dominan; y los paracópridos usan suelos más profundos y endocópridos suelos someros.

Un caso en particular es el género *Phanaeus*, importante en la fauna neotropical y presente en México, la nidificación es principalmente por tuneles: macho y hembra cooperan para excavar una galería bajo el estiércol y aprovisionarla con masas nido, aunque la hembra puede hacerlo sola (Price, D., & May, M. 2009). Por su parte *Onthophagus lecontei*, estudiado en laboratorio con estiércol de cabra, el comportamiento corresponde a telécopridos, formando bolitas de estiercol, cada una con un solo huevo, tres estadios larvarios, cámara de pupación y emergencia del adulto (Arrellano *et. al*., 2017).

Existe una revisión importante sobre comportamiento reproductivo de escarabajos neotropicales documenta gran diversidad en reconocimiento sexual, competencia, cuidado parental y construcción de nidos, pero también destaca fuertes vacíos de información geográfica y de hábitat, incluyendo México (Huerta, C. *et. al.,* 2023).

### 6.3 Abundancia y riqueza de Scarabeidae por temporada.

El muestreo se dividió en temporada de lluvia y temporada seca o de estiaje. La temporada de lluvias registró el 93.83% (974 individuos), contrariamente la temporada de seca fue menor con solo el 6.16% (64 individuos). El análisis de Kruskal-Wallis mostró diferencias estadísticamente significativas en la abundancia de escarabajos estercoleros entre las temporadas evaluadas ($H = 48.599$, $p < 0.05$). Estos resultados indican que la abundancia de individuos no fue homogénea entre la temporada de lluvias y la temporada seca. La abundancia promedio de escarabajos estercoleros presentó diferencias marcadas entre las dos temporadas evaluadas. Durante la temporada de lluvias se registró la mayor abundancia promedio, con valores cercanos a 38 individuos, mientras que en la temporada seca

la abundancia disminuyó considerablemente, alcanzando valores promedio cercanos a 3 individuos (Figura 6).

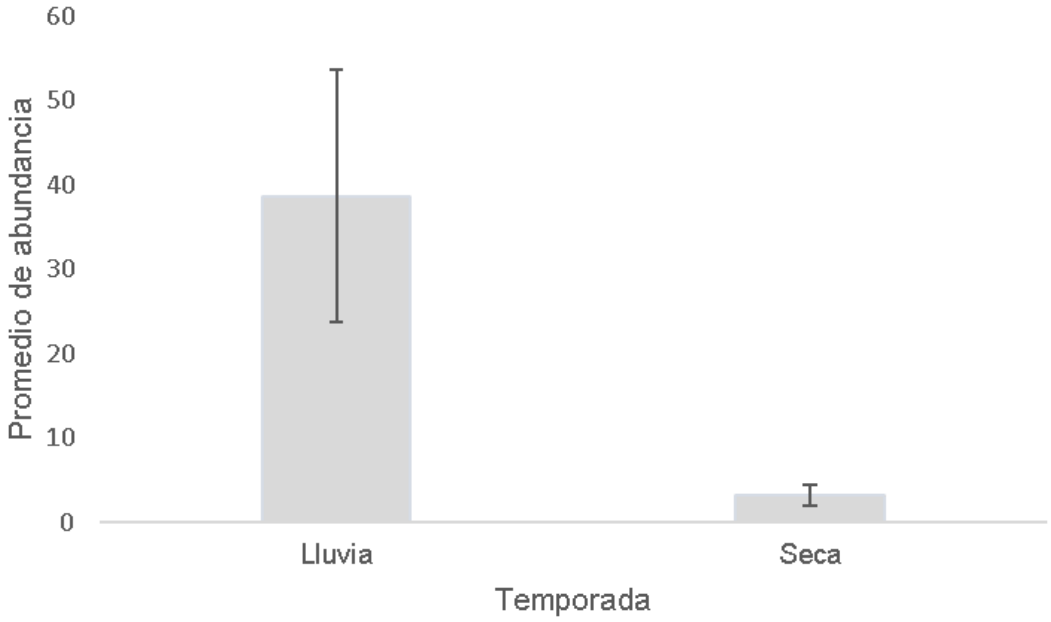



Figura 6.- Promedio de abundancia de escarabajos estercoleros en las temporadas del año en Matzacintla, Landa de Matamoros. Análisis de Kruskual-Wallis de $H = 48.599$, $p < 0.05$.

Las barras de error, correspondientes al error estándar, muestran una mayor variabilidad en los datos obtenidos durante la temporada de lluvias, lo que indica que la abundancia de escarabajos presentó fluctuaciones entre los sitios o muestreos realizados en esta época. En contraste, durante la temporada seca la variabilidad fue reducida, reflejando valores de abundancia consistentemente bajos. Estos resultados sugieren que la temporada de lluvias favorece significativamente la presencia y actividad de los escarabajos estercoleros, probablemente debido al incremento en la humedad del suelo, la disponibilidad de recurso alimenticio y las condiciones ambientales adecuadas para su supervivencia y reproducción. Por el contrario, las condiciones de sequía podrían limitar la actividad y permanencia de estas especies, reduciendo notablemente su abundancia.

En conjunto, la gráfica evidencia un patrón estacional claro en la abundancia de escarabajos estercoleros, indicando que la precipitación y las condiciones asociadas a la temporada de lluvias desempeñan un papel importante en la dinámica poblacional de este grupo de insectos.

La riqueza de especies de escarabajos estercoleros registrada en Matzacintla, Landa de Matamoros, mostró variaciones entre las temporadas evaluadas dentro del sistema de pastoreo rotacional de ganado bovino. Durante la temporada de lluvias se registró la mayor riqueza de especies, con 17 especies, mientras que en la temporada seca se observaron de 12 especies (Figura 7).

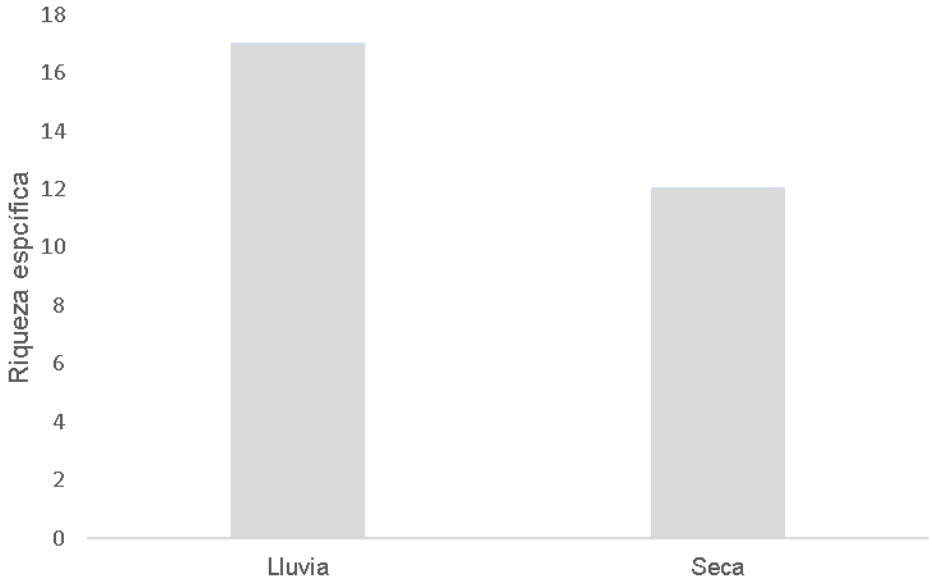



Figura 7.- Riqueza específica de escarabajo estercoleros en las temporadas del año en Matazacintla, Landa de Matamoros Qro.

Estos resultados indican que la temporada de lluvias favorece una mayor diversidad de escarabajos estercoleros, probablemente debido al incremento de humedad en el suelo, mayor disponibilidad de excretas frescas y condiciones microclimáticas adecuadas para la actividad, reproducción y supervivencia de las especies. En contraste, durante la temporada seca la disminución de humedad y las condiciones

ambientales más limitantes podrían reducir la actividad de algunas especies, ocasionando una menor riqueza.

El sistema de pastoreo rotacional de ganado bovino puede influir positivamente en la conservación de la comunidad de escarabajos estercoleros, ya que la movilidad del ganado favorece la distribución heterogénea del recurso alimenticio y permite periodos de recuperación de la vegetación y del suelo. Esto podría contribuir al mantenimiento de una riqueza relativamente alta en ambas temporadas.

En términos ecológicos, la mayor abundancia y riqueza observada durante la temporada de lluvias sugiere que la estacionalidad es un factor importante en la estructura de la comunidad de escarabajos estercoleros en la zona de estudio, influyendo en la presencia y actividad de diferentes especies a lo largo del año. (Rodríguez, *et al*., 2019).

Otros autores como Rangel y Martínez (2017), en el Atlántico-Colombia, determinaron que durante la temporada de lluvias los valores que presentaron la riqueza y abundancia fueran mayores, en comparación con la temporada seca, reafirmando que la precipitación, humedad del suelo, temperatura del suelo, entre otras variables, si está relacionada con el aumento o disminución de la riqueza y abundancia en los estercoleros, ya que estos factores favorecen la eclosión de las larvas. La temperatura en zonas seca y abiertas las larvas de los estercoleros pueden llegar a morir.

En ese sentido la riqueza y abundancia de especies, puede tener una relación positiva con la precipitación, estar relacionada con la disponibilidad y mejor calidad de los recursos (Navarro, 2011). Por ejemplo, Carrillo B. (2014), Veracruz, México, mencionó que la riqueza y abundancia fue mayor en los meses de lluvia, relacionado la riqueza de comunidades de los escarabajos con la precipitación. El mismo patrón han determinado otros autores, determinando que la abundancia y riqueza es mayor en temporada de lluvia a diferencia de los meses secos, en sitios donde se presentan una estacionalidad bien marcada, por lo tanto, la precipitación, es un factor ambiental claves en la diversidad de especies de escarabajo estercoleros (Flota, *et al.,* 2012 y Medina, *et al*., 2019).

### 6.5 Abundancia y riqueza de Scarabeidae por mes

La abundancia promedio mensual de escarabajos estercoleros presentó una marcada variación temporal a lo largo del periodo de muestreo. Los valores más altos de abundancia se registraron durante los meses de julio y agosto, siendo agosto el mes con el mayor promedio, con 36 individuos por trampa, seguido de julio con 16 individuos. En contraste, durante la mayor parte del año la abundancia fue muy baja o prácticamente nula (Figura 8).

Las barras de error muestran una mayor variabilidad en los meses de julio y agosto, lo que indica fluctuaciones en la abundancia entre los diferentes eventos de muestreo realizados en ese periodo, por lo tanto, por medio del análisis de Kruskal Wallis se observaron diferencias significativas en la abundancia entre los meses de muestreo ($H = 111.05$, $p < 0.05$). Esta variabilidad puede relacionarse con cambios en la precipitación, disponibilidad de recurso alimenticio o condiciones microambientales favorables para la actividad de los escarabajos.

El incremento de abundancia observado durante julio y agosto coincide con la temporada de lluvias, lo que sugiere que la humedad y las condiciones climáticas propias de esta época favorecen la actividad y reproducción de los escarabajos estercoleros. Asimismo, la mayor disponibilidad de excretas del ganado y el aumento de materia orgánica en descomposición podrían contribuir al incremento poblacional de este grupo de insectos.

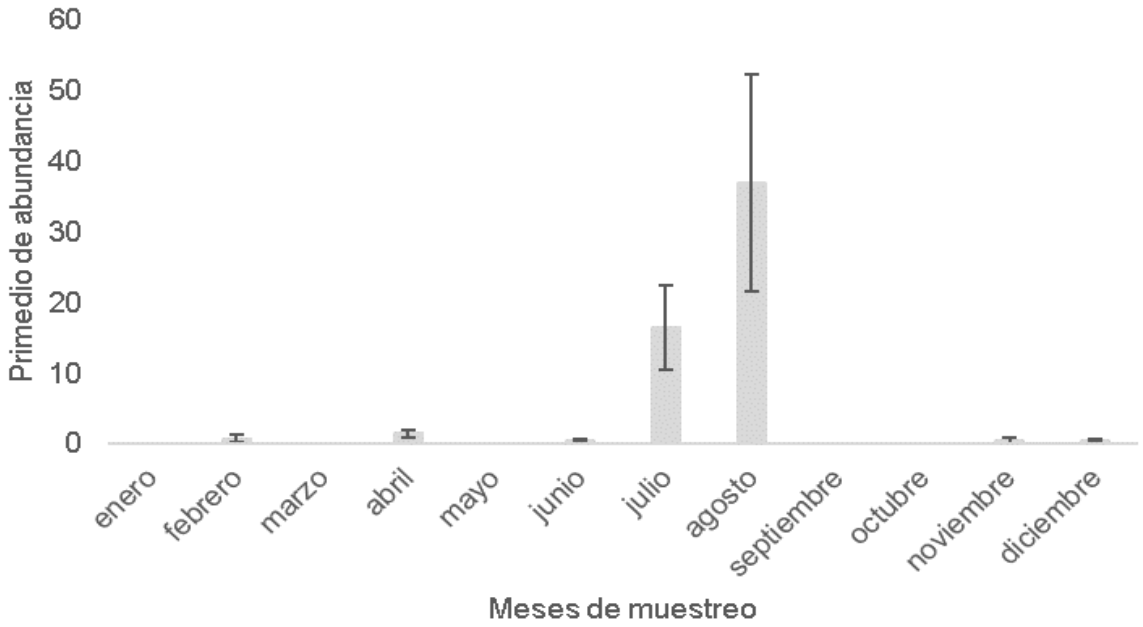



Figura 8.- Promedio de abundancia mensual de escarabajo estercoleros durante el periodo de muestreo en Matzacintla, Landa de Matamoros. Kruskal Wallis H = 111.05, $p < 0.05$

En cuanto a la riqueza de especies, durante los primeros meses del año, la riqueza fue muy baja o nula. En febrero únicamente se registraron 2 especies del género *Ontophagus*, mientras que en marzo no hubo registros. Posteriormente, en abril se presentó un incremento importante, alcanzando 10 especies, lo que podría relacionarse con el inicio de condiciones ambientales favorables como aumento de humedad y disponibilidad de estiércol.

En junio la riqueza disminuyó a 5 especies; sin embargo, en julio y agosto se registraron los valores máximos de riqueza, con 14 y 15 especies respectivamente. Esto indica que durante la temporada de lluvias existe una mayor diversidad de escarabajos estercoleros, probablemente debido a mejores condiciones de temperatura y humedad del suelo, así como mayor disponibilidad y conservación del recurso alimenticio.

Después de agosto la riqueza volvió a disminuir drásticamente, con ausencia de registros en septiembre y octubre. Finalmente, en noviembre y diciembre

reaparecieron algunas especies, aunque en menor cantidad (2 y 5 especies respectivamente) (Figura 9).

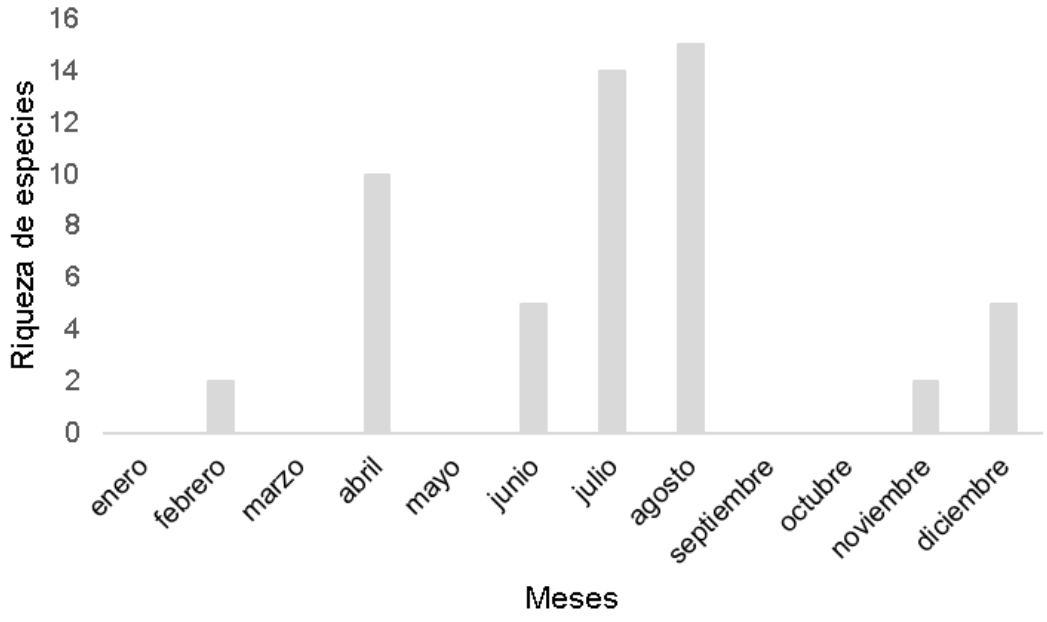



Figura 9. Riqueza de especies mensual de escarabajos estercoleros durante el periodo de muestreo en Matzacintla, Landa de Matamoros.

### 6.6 Abundancia y riqueza de Scarabeidae por potrero

La abundancia promedio de escarabajos estercoleros presentó variaciones entre los tres potreros evaluados bajo manejo rotacional de ganado bovino (Figura 10). El potrero Huizache arrancado registró la mayor abundancia promedio, con aproximadamente 32 individuos, seguido del potrero Mesa, con cerca de 17 individuos, mientras que Nopalera presentó la menor abundancia, con aproximadamente 13 individuos.

La abundancia registrada en Huizache arrancado fue aproximadamente 1.9 veces mayor que la observada en Mesa y 2.5 veces mayor que la registrada en Nopalera. Por su parte, la diferencia entre Mesa y Nopalera fue menor, con una abundancia promedio aproximadamente 31 % mayor en Mesa.

Las barras de error muestran variación en los valores registrados dentro de cada potrero, siendo mayor en Huizache arrancado y Nopalera y menor en Mesa. En

términos generales, los resultados muestran un patrón de disminución de la abundancia de escarabajos estercoleros en el orden Huizache arrancado > Mesa > Nopalera. El análisis de Kruskal-Wallis mostró diferencias estadísticamente significativas en la abundancia de escarabajos estercoleros entre los tres potreros evaluados ($H = 6.737$; $p = <0.05$). Estos resultados indican que al menos uno de los tres potreros presentó una abundancia de escarabajos estercoleros significativamente diferente respecto a los demás.

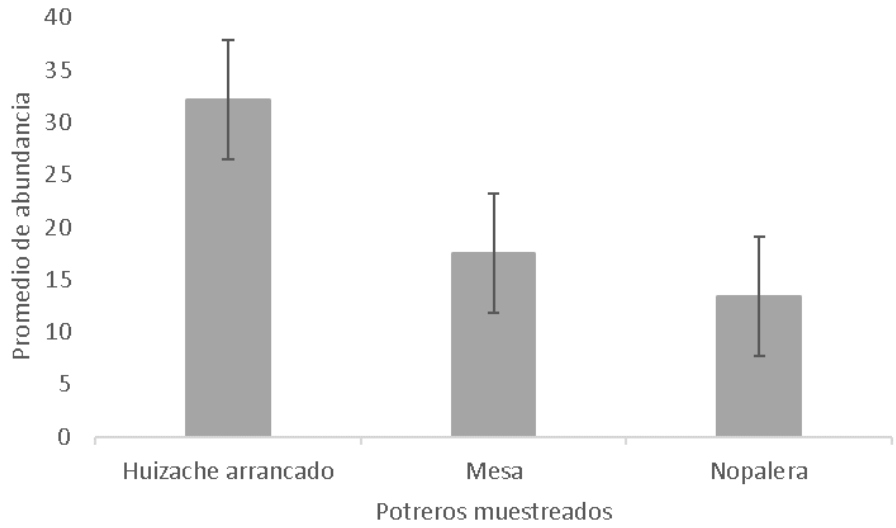



Figura 10. Promedio de abundancia de especies de escarabajos estercoleros en los diferentes tipos de potreros en Matzacintla, Landa de Matamoros

La riqueza de especies de escarabajos estercoleros registrada en tres potreros manejados bajo un sistema de pastoreo rotacional, mostró que el potrero de Huizache arrancado presentó la mayor riqueza de especies, con 18 especies registradas, seguido muy de cerca por Mesa, con 17 especies. Por otro lado, Nopalera mostró la menor riqueza, con 12 especies.

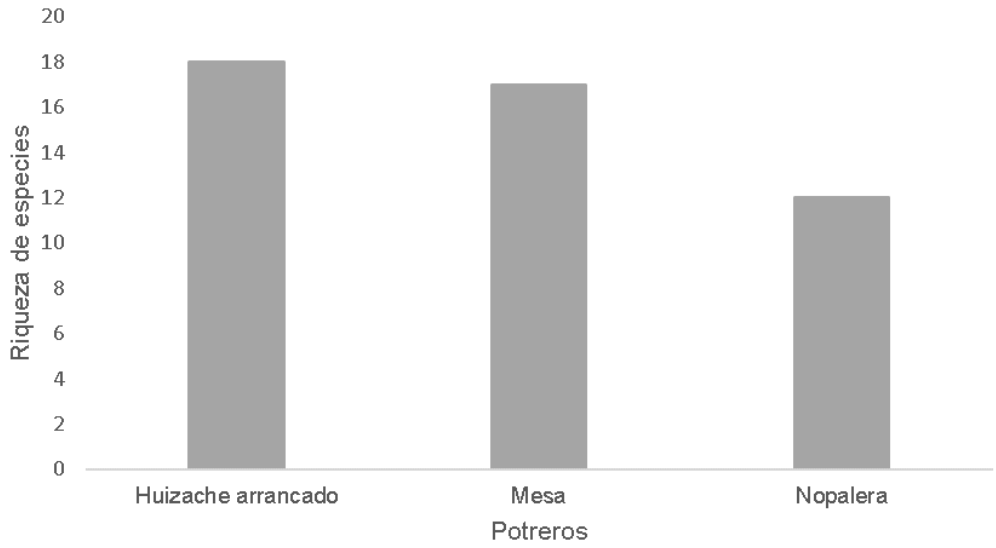



Figura 11. Promedio de riqueza de especies de escarabajos estercoleros en los diferentes tipos de potreros en Matzacintla, Landa de Matamoros

Estos resultados indican que los potreros de Huizache arrancado y Mesa mantienen condiciones más favorables para la diversidad de escarabajos estercoleros en comparación con Nopalera. La diferencia observada podría estar relacionada con factores ambientales derivados del manejo rotacional, como una mayor heterogeneidad de la vegetación, disponibilidad de estiércol, cobertura del suelo y niveles de humedad, los cuales influyen directamente en la presencia y permanencia de distintas especies.

La similitud en la riqueza entre Huizache arrancado y Mesa sugiere que ambos potreros conservan condiciones ecológicas relativamente estables y adecuadas para sostener comunidades diversas de escarabajos estercoleros. En contraste, la menor riqueza registrada en Nopalera podría indicar un ambiente más limitado en recursos o con condiciones menos favorables para algunas especies.

Desde el punto de vista ecológico, una mayor riqueza de especies representa un indicador importante de conservación y funcionalidad del ecosistema, ya que los escarabajos estercoleros participan en procesos como el reciclaje de nutrientes, aireación del suelo, remoción del estiércol y dispersión secundaria de semillas. Por ello, los resultados sugieren que el manejo rotacional del ganado puede contribuir

positivamente a la conservación de la biodiversidad, aunque la respuesta de las comunidades de escarabajos varía entre potreros dependiendo de sus características ambientales y del grado de perturbación presente.

El tipo de hábitat influye en presencia o ausencia de ciertas especies, los estercoleros tienen preferencia por comunidades en particular, tipo de vegetación y composición, por lo que, la riqueza y abundancia están influenciadas por la disponibilidad de alimento y las condiciones de cada zona, algunos tienen preferencias por la altura del dosel, vegetaciones más bajas o zonas de bosque o abiertas. También, las condiciones del suelo influyen, la cantidad de materia orgánica, para que los estercoleros puedan construir sus galerías y así el número de crías pueda ser más exitoso (Armijos, *et al.,* 2022).

### 6.7 Correlación con factores climáticos

Para medir la relación entre la media de abundancia de escarabajos estercoleros y variables climáticas: temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa, se utilizó el coeficiente no paramétrico de Spearman (rho). Este análisis es adecuado debido a que los datos no presentan una distribución normal.

La abundancia de escarabajos estercoleros presentó una correlación positiva débil con la temperatura (Spearman’s rho = 0.182; p = 0.572), indicando que a mayores temperaturas podría existir una ligera tendencia al incremento en la abundancia; sin embargo, esta relación no fue estadísticamente significativa ($p > 0.05$).

Respecto a la precipitación pluvial, se observó una correlación positiva moderada con la abundancia (Spearman’s rho = 0.338; p = 0.282), sugiriendo que durante periodos con mayor precipitación la abundancia de escarabajos podría incrementarse. No obstante, esta relación tampoco fue significativa estadísticamente.

En cuanto a la humedad relativa, prácticamente no se encontró relación con la abundancia de escarabajos estercoleros (Spearman’s rho = 0.033; p = 0.920). El valor cercano a cero indica ausencia de asociación entre ambas variables.

Cuadro 2.- Correlación de Spermans entre la media de abundancia de escarabajos estercoleros y tres variables climáticas.

Tabla de correlación

| Variable | | Media de abundancia | Temperatura | Precipitación pluvial | Humedad relativa |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. Media de abundancia | Spearman´s rho | - | | | |
| | p-value | - | | | |
| | Kendall´s Tau B | - | | | |
| | p-value | - | | | |
| 2. Temperatura | Spearman´s rho | 0.182 | - | | |
| | p-value | 0.572 | - | | |
| | Kendall´s Tau B | 0.083 | - | | |
| | p-value | 0.720 | - | | |
| 3. Precipitación pluvial | Spearman´s rho | 0.338 | 0.200 | - | |
| | p-value | 0.282 | 0.534 | - | |
| | Kendall´s Tau B | 0.301 | 0.168 | - | |
| | p-value | 0.196 | 0.450 | - | |
| 4. Humedad relativa | Spearman´s rho | 0.033 | -0.266 | 0.739 | - |
| | p-value | 0.920 | 0.404 | 0.006 | - |
| | Kendall´s Tau B | 0.050 | -0.182 | 0.565 | - |
| | p-value | 0.830 | 0.459 | 0.011 | - |

Los resultados sugieren que, en este sistema de ganadería rotacional estudiado, las variables climáticas evaluadas no ejercieron una influencia significativa sobre la abundancia de escarabajos estercoleros durante el periodo de muestreo. Aunque la precipitación mostró una tendencia positiva moderada, esta no fue suficiente para establecer una relación estadísticamente significativa.

La fuerte asociación entre precipitación y humedad relativa refleja la dinámica climática normal del sistema, donde el incremento de lluvias favorece condiciones de mayor humedad ambiental. Sin embargo, estas condiciones no se tradujeron directamente en cambios importantes en la abundancia de escarabajos, posiblemente debido a que otros factores, como la disponibilidad de estiércol, cobertura vegetal, manejo del pastoreo o características del suelo, podrían tener mayor influencia sobre la comunidad de escarabajos estercoleros.

## 7. CONCLUSIONES

La comunidad de escarabajos estercoleros registrada en el sistema de ganadería rotacional de Matzacintla, Landa de Matamoros, estuvo conformada por una alta

diversidad de especies, representada por 1,038 individuos distribuidos en 18 especies y/o morfoespecies, destacando la dominancia de la subfamilia Scarabaeinae y particularmente de los géneros *Onthophagus* y *Canthon*. Estos resultados evidencian que el sistema de manejo regenerativo y el pastoreo rotacional favorecen la permanencia de comunidades funcionales de escarabajos estercoleros, organismos considerados importantes indicadores biológicos de la salud del ecosistema.

La hipótesis planteada se acepta parcialmente, ya que se observó una mayor riqueza y abundancia de escarabajos en condiciones asociadas a un manejo ganadero sustentable, especialmente durante la temporada de lluvias y en potreros con mejores condiciones de vegetación, humedad y disponibilidad de estiércol. La estacionalidad tuvo un papel determinante en la estructura de la comunidad, registrándose los valores más altos de abundancia y riqueza durante los meses lluviosos, particularmente en julio y agosto, lo que confirma la importancia de la precipitación y las condiciones microclimáticas sobre la actividad y dinámica poblacional de estos insectos.

Asimismo, los resultados sugieren que el manejo rotacional del ganado contribuye positivamente a la conservación de la biodiversidad y funcionalidad ecológica del sistema, al favorecer procesos como el reciclaje de nutrientes, la aireación del suelo y la remoción del estiércol. Sin embargo, aunque las variables climáticas mostraron tendencias positivas, no se encontraron correlaciones estadísticamente significativas con la abundancia de escarabajos, lo que indica que otros factores asociados al manejo del potrero, cobertura vegetal, características del suelo y disponibilidad de recurso alimenticio podrían tener una mayor influencia sobre la estructura de la comunidad.

En conjunto, este estudio demuestra que los escarabajos estercoleros constituyen un grupo clave para evaluar la condición ecológica de sistemas ganaderos y resalta la importancia de implementar prácticas de manejo sustentable que permitan conservar la diversidad biológica y los servicios ecosistémicos asociados a estos organismos.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS


Araujo, M. (2024). Diversidad de escarabajos copronecrófagos coleoptera*: Scarabaeidae: Scarabaeinae* en un gradiente altitudinal en la Reserva de la Biosfera El Triunfo, Chiapas, México (Master's thesis, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas).

Armijos, C., Paucar, A., & Mendoza, C. (2022). Riqueza y abundancia de escarabajos peloteros en un área de conservación periurbana de Loja, Ecuador. CEDAMAZ, 12(1), 1-8.

Albán, A. (2021). Descripción comunitaria *de* Escarabajos Peloteros del Bosque Protector Cerro Blanco, y su relevancia en ciencias aplicadas (Bachelor's thesis, Facultad de Ciencias Naturales. Universidad de Guayaquil).

Alfaro, R. (2008). Sustentabilidad del manejo ganadero holístico y convencional en el trópico seco, de Chiapas México (Doctoral dissertation, El Colegio de la Frontera Sur).

Barba, A., Jaén, M. & Vigil, O. (2023). Diversidad de escarabajos coprófagos (coleoptera: Scarabaeidae) en una finca lechera. *Ciencia Agropecuaria*, (36), 7-23.

Basto, G., Rodríguez, R., Delfín, H. & Reyes, E. (2012). Escarabajos estercoleros (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de ranchos ganaderos de Yucatán, México. Revista mexicana de biodiversidad, *83*(2), 380-386.

Bohorquez, J. (2002). Contribución al conocimiento de la comunidad de los coleópteros coprófagos (coleoptera–scarabaeidae) en la reserva forestal. Universidad del Atlántico.

Camero, É. (2019). Diversidad de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) de la zona norte de la Serranía de la Lindosa, Guaviare-Colombia. *Acta biológica colombiana*, *24*(2), 311-321.

Cárdenas, E. & Páez, A. (2017). Comportamiento reproductivo de coleópteros coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) en condiciones de laboratorio. *Revista de Ciencias Agrícolas*, *34*(1), 74-83.

Carreón, M., Ramírez-Hernández, A., Badano, E., Gelviz-Gelvez, S., Martínez-Falcón, A., & Barragán, F. (2025). Modeling the spatial distribution of dung beetles under climate change scenarios: insights based on nesting strategy, body size and period of activity. *Environmental Research Communications, 7*. https://doi.org/10.1088/2515-7620/adbdaf.

Carrillo, B. (2014). Diversidad de escarabajos copronecrófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) en los municipios de Tamalín y Tantima Veracruz, México.

Carrillo, H., Guerra, I., Sánchez, M., Morón, M. & Rivas, S. (2017). Fauna de Scarabaeoidea (Insecta: Coleoptera) de Calmeca, Tepexco, Puebla, México. *Acta zoológica mexicana*, *33*(2), 251-265.
Cerritos, D. & Ochoa, L. (2017). Caracterización de la comunidad de escarabajos (Coleoptera: Scarabaeidae) asociados al estiércol en Zamorano, Honduras (Doctoral dissertation, Zamorano, Escuela Agricola Panamericano, 2017.).

Cervantes, L. & Halffter, G. (1999). Monografía de las especies mexicanas de Canthon del subgénero Glaphyrocanthon (Coleoptera: Scarabaeidae; Scarabaeinae). *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, (77), 23-150.

Chamorro, W., Marín, D., Granda, V., & Vaz-de-Mello, F. (2018). Listado de especies y clave de géneros y subgéneros de escarabajos estercoleros (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) presentes y presuntos para Ecuador. *Revista Colombiana de Entomología*, *44*(1), 72-100.

De La Vega, C., Elizalde, H., & González, M. (2014). Escarabajos estercoleros para la ganadería de la región de Aysén.

Deloya, C., Parra, V. & Delfín, H. (2007). Fauna de coleópteros Scarabaeidae Laparosticti y Trogidae (Coleoptera: Scarabaeoidea) asociados al bosque mesófilo de montaña, cafetales bajo sombra y comunidades derivadas en el centro de Veracruz, México. *Neotropical entomology*, *36*(1), 5-21.

Deloya, C., Ponce, J., Reyes, P. & Aguirre, G. (2016). Escarabajos de estado de Michoacán (Coleoptera: Scarabaeoidea) (pp. 211). México.

Díaz, J. (2021). Implementación y seguimiento de un modelo regenerativo bajo el sistema de pastoreo de ultra alta densidad puad en ganadería bovina doble propósito.

Edmonds, W. & Zídek, J. (2012). Taxonomy of Phanaeus revisited: Revised keys to and comments on species of the New World dung beetle genus Phanaeus MacLeay, 1819 (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae: Phanaeini). Insecta Mundi

Flores, F. & Alayón, J. (2015) Pastoreo intensivo Voisin con manejo regenerativo holístico para la producción bovina: evolución de una unidad de producción comercial de bovinos de carne en Yucatán Voisin intensive grazing with regenerative holistic management for cattle production: evolution of a beef cattle commercial farm in yucatan. *XLII Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, AC (AMPA)*, 209.

Flórez, Z. (2023). Ganadería regenerativa como una alternativa productiva sostenible a través del pastoreo ultra alta densidad.

Flota, C., López, J., Vargas, M., Fajersson, P., González, H. & Martínez, I. (2012). Efecto de la ivermectina en la dinámica espacio-temporal de escarabajos estercoleros en Veracruz, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, *15*(2), 227-239.

García, A., Vences, J., de Lizt, A., Arriaga, C., Albarrán, B., & Rebollar, S. (2015). Situación actual de la ganadería para producción de carne en el sur del estado de México. Oportunidades para su desarrollo. Estudios socioeconómicos y ambientales de la ganadería, 91.

García, A., Albarrán, B. & Avilés, F. (2015). Dinámicas y tendencias de la ganadería doble propósito en el sur del Estado de México. *Agrociencia*, *49*(2), 125-139.

García, E. (2009). Ensambles de escarabajos copronecrófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) en cuatro áreas protegidas del caribe Guatemalteco. *B205. pdf (usac. edu. gt)*.

Giraldo, C., Montoya, S. & Escobar, F. (2018) Escarabajos del estiércol en paisajes ganaderos de Colombia. Fundación CIPAV. Cali, Colombia. 140p.

Gómez, A., Gimenez, V., Munevar, A. & Zurita, G. (2015). Estructura y composición de las comunidades de escarabajos estercoleros (Scarabaeidae: Scarabaeinae) en diferentes sistemas ganaderos del bosque atlántico de Argentina. *Entomología Mexicana,* 2, 588-594.

Grisales, J. & Montes, N. (2018). Biodiversidad de escarabajos coprofagos (Scarabaeidae) asociados a arreglos silvopastoriles, y pradera convencional.
Guerra, C. (2020). Influencia de la estacionalidad en la respuesta al disturbio antrópico: diversidad taxonómica y funcional de escarabajos estercoleros en bosques subtropicales (Doctoral dissertation, Instituto de Biología).

Guzmán, A. (2018). Efecto del manejo ganadero en la diversidad de escarabajos estercoleros (Scarabaeidae) de la Huasteca Potosina (Master's thesis)

Kohlmann, B. 2022. Escarabajos estercoleros (Aphodiidae, Geotrupidae y Scarabaeidae). En: La biodiversidad en Oaxaca. Estudio de Estado. Vol. iii. CONABIO, México, pp. 61-72.

Kohlmann, B. & Solís, A. (2001). El género Onthophagus (Coleoptera: Scarabaeidae). *Giornale italiano di Entomologia*, *9*, 159-261.

Lora, J. (2021). Fauna de coleópteros scarabaeidae (insecta: coleoptera) en tres sitios de un gradiente altitudinal en el municipio de La Misión, Hidalgo, México.

Larios, A. (2021). Producción de amaranto (Amaranthus hypochondriacus) con manejo regenerativo 3M (minerales, materia orgánica y microorganismos) en un suelo de Oaxaca, México.

León, E. (2015). Diversidad de escarabajos coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) de un paisaje fragmentado de uso ganadero en el Magdalena Medio Antioqueño (Doctoral dissertation).

López, M., García, S. & Amat, G. (2015). Escarabajos fitófagos (Coleoptera: Scarabaeidae" Pleurosticti") de los Andes Orientales de Colombia (departamentos de Santander, Boyacá y Cundinamarca). *Boletín Científico Centro De Museos De Historia Natural*, *19*(2), 322-359.

Mariategui, G., Speycis, C., Tarelli, G., Franciga, G., Benavidez, C., & Martínez, R. (2020). Beneficios asociados a la presencia de escarabajos estercoleros en sistemas pastoriles de producción bovina en Argentina.

Martínez, I. y Lumaret, JP. (Eds.). 2022. Escarabajos estercoleros. Biología reproductiva y su regulación. *Acta zoológica mexicana*, *39*.

Medina, C. & Lopera, A. (2000). CLAVE ILUSTRADA PARA LA IDENTIFICACIÓN. *Caldasia*, *22*(2), 299-315.

Medina, G., Jiménez, E. & Zaragoza, S. (2019). Diversidad estacional y vertical de coleópteros (Insecta: Coleoptera) en la Sierra de Guadalupe, Estado de México, México. *Entomología mexicana*, *6*, 373-378.

Mendivil, J., Giraldo, C., Quevedo, C., Chará, J. & Alejandra, C. (2020). Escarabajos estercoleros asociados a sistemas de ganadería sostenible en diferentes regiones de Colombia. *Biota colombiana*, *21*(2), 134-141.

Milera, M., Machado, R., Alonso, O., Hernández, M. & Sánchez, S. (2019). Pastoreo racional intensivo como alternativa para una ganadería baja en emisiones. *Pastos y Forrajes*, *42*(1), 3-12.

Miranda K. (2014). Remoción de excremento vacuno por los escarabajos del estiércol (Coleoptera: Scarabaeinae) en dos zonas ganaderas del Norte de Veracruz.

Navarro, I. L., Roman, A. K., Gómez, F. H., & Pérez, A. (2011). Variación estacional en escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de la serranía de Coraza, Sucre (Colombia). *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, *3*(1), 102-110.

Noriega, J., Barranco, W., Hernández, J., Hernández, E., Castillo, S., Monroy, D., & García, H. (2016). Estructura estacional del ensamblaje de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) en una parcela permanente. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, *40*(154), 75-83.

Pardo, L., & Schoolmeesters, P. (2019). Small dung beetles of Colombia (Coleoptera Scarabaeoidea Aphodiinae) I: Preliminary catalog and key for registered

species. *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, *23*(1), 279-302.

Price, D. & MAY, M. (2009). Behavioral ecology of Phanaeus dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae): review and new observations. *Acta zoológica mexicana*, *25*(1), 211-238.

Rangel, J. & Martínez, N. (2017). Comparación de los ensamblajes de escarabajos copronecrófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) entre fragmentos de bosque seco tropical y la matriz adyacente en el departamento del Atlántico-Colombia. *Revista mexicana de biodiversidad*, *88*(2), 389-401.

Rios, L. (2018). Comunidades de escarabajos coprófagos (Scarabaeidae) en sitios de bosque templado y pastizales con ganadería ovina.

Rodríguez, M., Sánchez, G., & Gómez, B. (2019). Escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) en la reserva El Zapotal, Chiapas, México. *Revista peruana de biología*, *26*(3), 339-350.

Ruíz, I., León, J., Arellano, L. & Navarrete, D. (2019). Manejo forestal comunitario en el sur de México: ¿es una práctica sustentable para el mantenimiento de los ensambles de escarabajos? *Revista Mexicana de Biodiversidad*, *90*(2), 7.

Sánchez, G., Gómez, B., Delgado, L., Rodríguez, M. & Chamé, 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.

Scholtz, C. H., Davis, A. L. V., & Kryger, U. (2009). *Evolutionary biology and conservation of dung beetles*. Pensoft Publishers.

Sector Minero (2020). Banco de Materiales Pétreos “El Pollo” para extracción de piedra y choy, Municipio de Landa de Matamoros, Querétaro. Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular.

Soto, N. (2019). Relación de la calidad de la dieta de bovinos con la remoción de excretas por escarabajos coprófagos, en distintos ambientes de pastoreo (Master's thesis).

Trujillo, A., Carrillo, H., Rivas, S. & Andrés, A. (2016). Estructura y composición de la comunidad de escarabajos (Coleoptera: Scarabaeoidea) en el cerro Chacateca, Zapotitlán, Puebla, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, *87*(1), 109-122.

Trujillo, A. (2014). Diversidad de los escarabajos (Coleoptera: Scarabaeoidea) del cerro Chacateca, Zapotitlán Salinas, Puebla México.

Vaz de Mello, F., Edmonds, W., Ocampo, F. & Schoolmeesters, P. (2011). A multilingual key to the genera and subgenera of the subfamily Scarabaeinae of the New World (Coleoptera: Scarabaeidae). Zootaxa

Villamarín, S. (2010). Escarabajos Estercoleros (Coleoptera: Scarabaeinae) de El Goaltal, provincia de Carchi, Ecuador: lista anotada de especies y ecología. *ACI Avances en Ciencias e Ingenierías*, *2*(3).

Villamarín, S. (2014). Influencia de asentamientos humanos en la diversidad funcional de escarabajos estercoleros (Scarabaeidae: Scarabaeinae) de la reserva de biosfera Sumaco (Master's thesis).

Zamora M., Ponce, J. & Deloya, A. (2014). Scarabaeoidea (Insecta: Coleoptera) capturados con trampas en el cerro “El Aguila”, Municipio de Morelia, Michoacán. *Entomología Mexicana*, *1*, 519-524.

## 9.- ANEXOS



*Aphotaenius sp.,* recolectado en rancho Las Caleras, Landa de Matamoros.
Fotografía tomada por María Guadalupe Jiménez Carranza.



*Sisyphus submonticolus* (Howden,1965) recolectado en rancho Las Caleras, Landa de Matamoros.

Fotografía tomada por María Guadalupe Jiménez Carranza.



*Canthon femoralis* (Chevrolat,1834) recolectado en rancho Las Caleras, Landa de Matamoros.

Fotografía tomada por María Guadalupe Jiménez Carranza.



*Deltochilum gibbosum* (Bates, 1887) recolectado en rancho Las Caleras, Landa de Matamoros.

Fotografía tomada por Dr. Javier Alejandro obregón Zúñiga.



*Odontolytes capitosus* (Harold, 1867) recolectado en rancho Las Caleras, Landa de Matamoros.

Fotografía tomada por María Guadalupe Jiménez Carranza.



*Onthophagus batesi* (Howden y Cartwright, 1963) recolectado en rancho Las Caleras, Landa de Matamoros.

Fotografía tomada por María Guadalupe Jiménez Carranza.



*Canthon sp.,* recolectado en rancho Las Caleras, Landa de Matamoros.
Fotografía tomada por María Guadalupe Jiménez Carranza.



*Eurysternus foedus* (Guérin-Méneville, 1830) recolectado en rancho Las Caleras, Landa de Matamoros.

Fotografía tomada por Dr. Javier Alejandro obregón Zúñiga.



*Dichotomius sp,* recolectado en rancho Las Caleras, Landa de Matamoros.
Fotografía tomada por María Guadalupe Jiménez Carranza.



*Canthon leechi* (Rivera-Cervantes & Halffter, 1999*)* recolectado en rancho Las Caleras, Landa de Matamoros.

Fotografía tomada por Dr. Javier Alejandro obregón Zúñiga.



*Phanaeus triangulares* (Say, 1823) recolectado en rancho Las Caleras, Landa de Matamoros.

Fotografía tomada por María Guadalupe Jiménez Carranza.



*Phanaeus adonis* (Harold, 1863) recolectado en rancho Las Caleras, Landa de Matamoros.

Fotografía tomada por María Guadalupe Jiménez Carranza.



*Coprophaneus sp.,* recolectado en rancho Las Caleras, Landa de Matamoros.
Fotografía tomada por María Guadalupe Jiménez Carranza.



*Ontherus sp.,* recolectado en rancho Las Caleras, Landa de Matamoros.

Fotografía tomada por María Guadalupe Jiménez Carranza.



*Onthophagus sp1* recolectado en rancho Las Caleras, Landa de Matamoros.
Fotografía tomada por María Guadalupe Jiménez Carranza.



*Onthophagus landolti* (Harold, 1880) recolectado en rancho Las Caleras, Landa de Matamoros.

Fotografía tomada por María Guadalupe Jiménez Carranza