



La cría de escarabajos estercoleros

Imelda Martínez Morales / Magdalena Cruz Rosales
Carmen Huerta Crespo / Enrique Montes de Oca Torres

La cría de escarabajos s estercoleros

Gobierno del Estado de Veracruz

Javier Duarte de Ochoa

Gobernador del Estado

Xóchitl Adela Osorio Martínez

Secretaria de Educación

Rosendo Roberto Pelayo Valdés

Subsecretario de Educación Básica

Denisse Uscanga Méndez

Subsecretaria de Educación Media
Superior y Superior

Nemesio Domínguez Domínguez

Subsecretario de Desarrollo Educativo

Vicente G. Benítez González

Oficial Mayor



Instituto de Ecología, A. C.

Martín R. Aluja Schuneman Hofer

Director

Guillermo Angeles Alvarez

Secretario Académico

Autores

Imelda Martínez Morales

Magdalena Cruz Rosales

Carmen Huerta Crespo

Enrique Montes de Oca Torres



Dedicatoria

Este libro está dedicado con respeto y admiración a un gran entomólogo, ecólogo, biogeógrafo y evolucionista, el Dr. Gonzalo Halffter Salas, nuestro maestro, por influir significativamente en el estudio de la biología de los escarabajos del estiércol y el medio ambiente.

Los autores

Agradecimientos

A María del Rosario Ortiz Sayas y Ricardo de Jesús Madrigal Chavero por el apoyo técnico prestado durante la elaboración de este libro, sobre todo en la preparación de los escarabajos necesarios para tomar las fotografías que se encuentran en las figuras. A Pablo Minor Montiel por brindarnos las fotos de la Figura 1; así como a la Secretaría de Educación de Veracruz por el trabajo editorial realizado.



**Coordinación para la Difusión
Departamento de Apoyo Editorial**

Gustavo Adolfo Iram Ávila Maldonado
Coordinador para la Difusión

Blanca Estela Hernández García
Jefa del Departamento de Apoyo Editorial

Elizabeth Polanco Galindo
Jefa de la Oficina de Colecciones

Alán Armando Cortés López
Alejandro Arnaud Méndez
Corrección de estilo

Fernando Moreno Díaz
Portada, formación y captura

D.R. © 2015 Secretaría de Educación de Veracruz
km 4.5 Carretera Federal Xalapa-Veracruz
C.P. 91190, Xalapa, Veracruz, México
ISBN: 978-607-725-195-8
Impreso en México

La cría de escarabajos estercoleros es un texto editado por la Secretaría de Educación de Veracruz del Gobierno del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave. Toda correspondencia dirigirla al Departamento de Apoyo Editorial de la Coordinación para la Difusión y Optimización de los Servicios Educativos de la SEV: Av. Araucarias núm. 5, Edificio Orense II, tercer piso, col. Esther Badillo, C.P. 91190. Tels. 01(228) 813 98 61 y 813 99 44 (fax). Correos electrónicos: apoyoeditorialsev@gmail.com y daesec05@yahoo.com.mx El contenido es responsabilidad de los autores. Se autoriza la reproducción parcial o total del contenido, siempre y cuando se cite la fuente.



Presentación

Desde la infancia nos han enseñado que la relación entre los individuos y su medio ambiente determina la existencia de un equilibrio ecológico indispensable para la vida de las especies. A causa de las acciones depredadoras del hombre se debe alimentar la convicción de que todos necesitamos y dependemos de todos; el exterminio de las especies nos afecta a todos los seres vivos: desde el impresionante Amazonas o los gigantescos osos, hasta los diminutos insectos.

La vida no sería posible en nuestro planeta si desaparecieran los insectos. Pese a la asociación casi instintiva de éstos a algo minúsculo, irrelevante, molesto o repulsivo, su presencia invaluable garantiza la continuidad de los procesos de generación de vida en nuestros ecosistemas; representan uno de los grupos animales más antiguos sobre la Tierra y los que mayor número de formas posee en la actualidad, lo que muestra su capacidad de adaptación y supervivencia al entorno, por encima del resto de las formas de vida animal.

Los insectos están involucrados en la inmensa mayoría de los procesos ecológicos que se dan en los ecosistemas terrestres y en gran parte de lagos y cursos de agua. De su participación depende el reciclaje de aproximadamente 20% de la biomasa vegetal del planeta, y son los principales desintegradores de los cadáveres animales y de los excrementos.

En este contexto, y con un compromiso ambiental, la Secretaría de Educación de Veracruz, en coordinación con el Instituto de Ecología A. C., editan el libro *La cría de escarabajos estercoleros* con la finalidad de que estudiantes, docentes, autoridades del ramo y, en especial, el sector ganadero de Veracruz y México conozcan de manera detallada los beneficios que brinda al sistema ganadopastizal la crianza de estos insectos.

Los autores de esta obra nos explican las funciones de los escarabajos estercoleros: comportamiento, características físicas y sexuales, ciclo de vida; la forma como deben criarse en los campos ganaderos y el procedimiento para su adecuada colecta y monitoreo biológico. Nuestro país, con grandes zonas ganaderas, requiere de estudios especializados como el que nos ocupa, por medio de los cuales se oriente en la preservación y protección de la biodiversidad y ayude en la restauración de los suelos y la fauna que de ellos depende.

Contenido

Introducción	09
Escarabajos del estiércol y su función	12
Comportamiento y diferencias sexuales	16
Ciclo de vida	18
Cría	22
Colecta y monitoreo biológico de escarabajos	26
Glosario	34
Figuras	37
Bibliografía	53

Introducción



La ganadería es una de las actividades humanas que generan más problemas ambientales debido a la necesidad de mantener en buen estado el ganado bovino: contar con grandes áreas abiertas, plantar pasto y usar **agroquímicos** y medicamentos para aumentar la productividad. Entre los daños al ambiente más graves destacan la fragmentación y destrucción del **hábitat** original (selvas y bosques), la pérdida de su **biodiversidad** (plantar otro tipo de vegetación); la degradación y modificación de procesos ecológicos: ventilación y **fertilización** natural del suelo, aprovechamiento de minerales y nitrógeno del estiércol para enriquecer el suelo; así como el incremento de **metano** liberado por el estiércol acumulado en los pastizales ganaderos, que se suma a los gases causantes del efecto invernadero y del cambio climático en el planeta.

Un ejemplo palpable de la pérdida de la biodiversidad está en las extensas regiones ganaderas del estado de Veracruz que cuentan con una alta producción de ganado bovino; donde con el fin de elevar la productividad en estas zonas, se aplican enormes cantidades de sustancias químicas, muy ecotóxicas, como **desparasitantes**, **herbicidas** e **insecticidas**, sustancias nocivas para la **fauna** que habita en el suelo, conformada por cientos de especies de invertebrados, entre los que se encuentran los escarabajos del estiércol.

Los escarabajos del estiércol son importantes en lo biológico, ecológico y económico. En el aspecto biológico, su comportamiento reproductor es tan diverso y atractivo que son ideales para el

estudio de diferentes procesos biológicos (conducta reproductora, biología reproductiva, entre otros). Además, por su típica actividad de enterramiento del estiércol, que utilizan para su alimentación y reproducción, contribuyen a mantener el equilibrio ecológico del **ecosistema** de pastizales ganaderos, a tal grado que su ausencia o presencia puede indicar el estado de salud de éstos, por lo que se les considera buenos indicadores biológicos. Desde el punto de vista económico, ayudan a reducir gastos por compra y aplicación de desparasitantes, insecticidas y herbicidas, pues al enterrar el estiércol eliminan huevos de gusanos internos y algunas moscas, que son **parásitos** del ganado, además de fertilizar y remover el suelo del pastizal. Todos estos beneficios se ven opacados debido a la contaminación química de los pastizales, de tal manera que las poblaciones de escarabajos disminuyen y los ganaderos han comenzado a tener problemas con el estiércol acumulado, la **fertilidad** del suelo, el crecimiento de los pastos y el control de la salud del ganado. Desafortunadamente, pese a todo lo anterior, los escarabajos del estiércol no forman parte del marco de protección de la fauna silvestre en México.

Asimismo, por no estar en la lista de especies protegidas, no existe impedimento legal para usarlos con fines de repoblamiento en pastizales con problemas de acumulación de estiércol. Esta actividad no estaría en contra del Artículo 3º de la Ley General de Vida Silvestre, que regula la extracción, colecta, manejo intensivo, reintroducción y repoblamiento de especies.

Al repoblar los pastizales ganaderos se contribuye a restaurar parcialmente su equilibrio ecológico y se puede tener un ambiente menos contaminado. Al mismo tiempo, es importante que en el sector ganadero se establezca un aprovechamiento sustentable

que permita la preservación y protección de la biodiversidad, así como la restauración del suelo y de su fauna.

Este texto tiene la finalidad de alertar y promover el reconocimiento de estos insectos como organismos necesarios para las actividades ganaderas por la función y los beneficios que brindan a la naturaleza, especialmente al sistema ganado-pastizal. Esto es particularmente relevante cuando se tiene el conocimiento del grave deterioro ambiental que han sufrido grandes áreas dedicadas a la ganadería en nuestro país.

Con la información aquí vertida, respaldada por años de experiencia e investigación en este grupo de insectos, se desea ayudar a cumplir con las leyes locales y federales relacionadas con el patrimonio natural y con la protección del ambiente (Ley General del Equilibrio Ecológico y de la Protección del Ambiente y Ley General de Vida Silvestre). De tal manera, sería gratificante poder vivir en un medio ambiente sano para el desarrollo, la salud y el bienestar.

Se busca que este texto genere conciencia ecológica entre productores, ganaderos, niños y jóvenes de educación básica, público en general y autoridades competentes para que se evite el daño ambiental, se cumpla con las leyes respectivas y se asuma la responsabilidad de llevar a cabo prácticas más saludables para el ambiente.

Asimismo, que los productores ganaderos conozcan a los escarabajos estercoleros, la importancia que representan para el buen estado de los pastizales, que tomen en cuenta las ventajas que tiene su conservación y cuidado y, sobre todo, que aprendan a reproducirlos.



Escarabajos del estiércol y su función

Los insectos representan 75% de la fauna conocida hasta ahora. De poco más de un millón de especies de insectos en el mundo, los coleópteros son el grupo más numeroso, con 350 000 especies aproximadamente —poco más de 40%—; le siguen las abejas, avispa y hormigas, con cerca de 250 000 especies; los mosquitos y moscas, con 150 000; las mariposas y polillas tienen 125 000; las chinches, con 95 000. Por último, se encuentran los insectos con menor número de especies: grillos, chapulines, tijerillas, insectos acuáticos, etcétera, de 20 000 a 4000, relativamente. Los coleópteros (nombre que viene de dos palabras griegas: *koleos*= estuche y *pteron*= alas) se caracterizan por tener un par de alas duras llamadas élitros, que funcionan a manera de estuche, cubriendo otro par de alas membranosas. En estos insectos se observa una diversidad de forma, tamaño y color. Existen los que van del completamente negro hasta los más coloridos, opacos, brillantes o metálicos; y de tallas, pueden ser desde menos de 2 hasta los que alcanzan los 180 mm. Entre los coleópteros encontramos a los gorgojos, catarinas, pinacates, cocuyos, luciérnagas y escarabajos  **1***.

Los escarabajos se agrupan en cinco grandes familias: *Lucanidae*, *Passalidae*, *Trogidae*, *Melolonthidae* y *Scarabaeidae*, que se caracterizan por tener antenas en forma de laminillas, por lo que también se les conoce como lamelicornios. En este grupo de insectos hay más de 1200 géneros y más de 300 000 especies en todo el mundo. En México, se estima que hay más de 1700 especies repartidas en 202 géneros.

*



Este símbolo hace referencia a una figura.

La familia *Scarabaeidae* está formada por 18 subfamilias y sólo en tres de ellas, *Scarabaeinae*, *Aphodiinae* y *Geotrupinae*, se agrupan los llamados escarabajos del estiércol —también denominados estercoleros, **coprófagos**, peloteros o rodadores—. La subfamilia *Scarabaeidae* cuenta con casi 5000 especies, en los *Aphodiinae* hay casi 2500 especies y en los *Geotrupinae* se tienen 900 especies. Los escarabajos de estas subfamilias también presentan diferencias notables en tamaño, forma y colores  .

Estos escarabajos se distribuyen por todo el mundo, excepto en las zonas muy frías. En las regiones tropicales y hasta una altitud moderada, los escarabajos estercoleros son diversos, mientras que en las tierras templadas o de mayor altitud lo son menos. Son principalmente coprófagos, pues tanto las larvas como los adultos se alimentan del excremento o **excretas** de diversos animales, incluyendo las del ser humano, aunque hay especies saprófagas, es decir, que consumen material en descomposición, como hojas, frutos y hongos, y otras especies son necrófagas, ya que consumen carroña.

Es importante destacar que el estiércol vacuno es un recurso de uso múltiple para los escarabajos estercoleros; al ser su fuente de alimentación, los adultos obtienen nutrientes de la fracción líquida y sus larvas o etapas juveniles se alimentan de las partículas contenidas en ésta; al mismo tiempo, el estiércol sirve como lugar de encuentro de los adultos para formar parejas, la cópula y la nidificación.

La actividad de los escarabajos del estiércol es mayor durante la temporada de lluvias, cuando es frecuente observarlos volando sobre las excretas (boñigas o mojones) frescas del ganado, bien

caminando cerca de éstas o cortando y rodando pequeñas bolitas hechas del mismo estiércol, por lo que comúnmente son llamados “rodacacas”. Esta preferencia alimenticia por el estiércol explica su presencia y abundancia en los potreros de las zonas ganaderas.

Estos escarabajos cumplen una función ecológica y sanitaria importante en las zonas ganaderas. Entierran el estiércol, con lo que destruyen los huevos y larvas de moscas y algunos parásitos del ganado que también dependen de este recurso para reproducirse; remueven gran cantidad de tierra para introducir el estiércol en sus galerías, con lo que incrementan la permeabilidad y aireación del suelo, lo que se conoce como **bioturbación**; mejoran la calidad física del suelo y el rendimiento del pasto, pues al incorporar materia orgánica contenida en el estiércol, en particular el **nitrógeno**, se reduce su pérdida por evaporación, además de que se aprovechan los minerales que llegan al suelo. Asimismo, contribuyen a reducir la emisión de gas metano y, por lo tanto, el efecto invernadero y el cambio climático en nuestro planeta, ya que cuando el estiércol no es enterrado el gas metano que contiene es liberado a la atmósfera.

Cuando no hay escarabajos, el estiércol del ganado permanece en el suelo por meses o incluso años, lo que puede ocasionar contaminación, primero por el estiércol, luego por las plagas (moscas y parásitos) que se desarrollan en él, y que después enferman al ganado, incluso a los humanos. Esto ocasiona grandes pérdidas económicas para los ganaderos, que deben invertir para eliminar el estiércol del pastizal, comprar insecticidas y desparasitantes, así como fertilizar y remover la tierra de sus potreros.

Por lo anterior, se habla de que estos escarabajos brindan beneficios ambientales a los ganaderos. Por ejemplo, en Estados Unidos de América estimaron que los aportes de los escarabajos estercoleros a la actividad ganadera les podría ahorrar a los productores aproximadamente 380 000 000 de dólares al año; 31.6% correspondería al gasto que harían por eliminar el estiércol del pastizal; 52.6% por el gasto para el **control biológico** de plagas y 15.8% por el nitrógeno que se evitaría perder por evaporación. En Veracruz, este servicio significaría un ahorro de más de 20 000 000 de pesos al año; 71.4% se relacionó con los gastos que efectuarían para el control biológico de parásitos internos y 16.4% por el servicio de limpieza del pastizal  **3**.

Cabe mencionar que uno de los beneficios ambientales más importantes que brindan los escarabajos estercoleros es la eliminación de plagas en el ganado, como las moscas y los nematodos o gusanos que se reproducen y alimentan del estiércol durante sus etapas juveniles. En Australia, a finales de los años 70 del siglo xx, gracias a la introducción de varias especies de escarabajos estercoleros de origen africano y europeo, lograron resolver el problema del exceso de estiércol vacuno y reducir grandes poblaciones de moscas que ahí se reproducían. Con base en esta experiencia, se implementó esta estrategia con las mismas especies de escarabajos en Estados Unidos de América, Brasil y Chile, a fin de reducir el estiércol y controlar las moscas del ganado.

En Veracruz se ha observado una reducción en la diversidad y abundancia de escarabajos estercoleros en varias zonas ganaderas. Es muy probable que estos cambios estén relacionados con el aumento y uso indiscriminado de los agroquímicos y medicamentos que se aplican desde hace años al ganado y a

los pastizales, los cuales son **ecotóxicos** y muy nocivos para los escarabajos del estiércol.

Comportamiento y diferencias sexuales

Los escarabajos estercoleros presentan un comportamiento con base en la forma en que manipulan el estiércol para su alimentación y reproducción. De esta manera, se clasifican en tres grupos: escarabajos cavadores o paracópridos, escarabajos rodadores o telocópridos y moradores o endocópridos.

Los escarabajos cavadores o paracópridos separan porciones de estiércol y las entierran por debajo de la **boñiga** a través de galerías hechas por ellos, hasta el fondo, donde elaboran sus nidos. Por su parte, los escarabajos rodadores o telocópridos cortan bolas de estiércol sobre o al lado de la boñiga, y después empujan con sus patas traseras hasta cierta distancia para enterrarlas. En tanto, los escarabajos moradores o endocópridos no relocalizan el alimento, sólo permanecen dentro o por debajo de la boñiga, donde ponen sus huevos en **cámaras de puesta** sin hacer nidos.

Las especies cavadoras son en su mayoría de la subfamilia *Scarabaeinae* y todas las de *Geotrupinae*. Las especies rodadoras forman un grupo pequeño perteneciente a los *Scarabaeinae* y todas las especies moradoras se integran a los *Aphodiinae*  .

En general, las especies cavadoras son las más eficientes para enterrar estiércol en el suelo. Algunas de las especies de mayor tamaño incorporan hasta 135 gramos por pareja durante la elaboración de un nido. Se tiene información de que un solo individuo de *Dichotomius colonicus*, especie de la zona tropical de

Veracruz, enterró un mojón de medio litro de volumen de estiércol semifresco en una noche. En el caso de *Dichotomius carolinus*, se sabe que 29 especímenes pueden enterrar 9.5 kilos de estiércol en 21 galerías y, al mismo tiempo, remover 57 kilos de suelo en poco menos de media hectárea en un periodo de seis meses.

Estas especies se caracterizan por ser generalmente robustas, con las patas delanteras cortas y anchas, provistas de fuertes músculos adaptados para cavar con facilidad. Durante la excavación de las galerías, con la finalidad de almacenar el estiércol, utilizan, además de las patas, el margen anterior de su cabeza a manera de pala, por su dureza.

La mayoría de las especies cavadoras presenta diferencias sexuales externas muy marcadas, lo que permite distinguir claramente a los machos de las hembras; esto se conoce como dimorfismo sexual  **5**. Una característica morfológica muy llamativa, de muchas especies, son los cuernos que presentan los machos. Algunas hembras también tienen protuberancias en la cabeza llamadas carinas, las cuales pueden ser tuberculadas (a manera de cuerno, pero pequeño), alargadas, redondeadas, etc. Existen otras características morfológicas que se pueden observar, como las diferencias en la forma de las patas traseras, que les permite a los machos sujetar mejor a las hembras durante la cópula.

Los escarabajos rodadores son menos robustos que los cavadores, pero sus patas traseras son más largas y mejor adaptadas para el rodaje. Las diferencias sexuales externas en este grupo son poco aparentes y, generalmente, se requiere de una lupa para identificarlas; por ejemplo, en algunas de las especies se pueden observar en las patas delanteras  **6**.

Todos los escarabajos moradores pertenecen a la familia *Aphodiinae*, son pequeños y la mayoría de ellos no exhibe dimorfismo sexual, por lo que hembras y machos son indistinguibles entre sí  **7**.

Ciclo de vida

El ciclo de vida se define como la secuencia de cambios morfológicos y fisiológicos que sufren los individuos de una especie durante su desarrollo. Se inicia con la fertilización y termina hasta la muerte del individuo, pero durante este proceso se presentan varias etapas, como la reproducción y la **emergencia** de una nueva generación  **8**.

El ciclo de vida de los escarabajos estercoleros comprende dos grandes y diferentes etapas de desarrollo: el preimaginal y el imaginal. El desarrollo preimaginal se divide, a su vez, en cinco periodos: el embrionario, el posembriionario, el larval, el pupal y el imago fase final, en la cual se termina de formar el adulto. El desarrollo imaginal presenta tres periodos con comportamientos diferentes: prenidificación, nidificación y posnidificación. En este desarrollo, el adulto madura sexualmente, se reproduce y muere tras dar vida a nuevas generaciones  **9**.

El periodo embrionario comienza con la formación del huevo después de la fertilización del **ovocito** por el **espermatozoide**. Durante el periodo posembriionario, el **embrión** se transforma en larva, pasando por varios estadios, después en pupa y, finalmente, en un imago o adulto.

El desarrollo preimaginal de los escarabajos estercoleros y moradores se lleva a cabo en la boñiga; en el caso de los cavadores se

realiza bajo la tierra dentro de las masas nido; y de los rodadores, dentro de bolas nido. Las hembras de moradores ponen un huevo o varios en una cámara de puesta rodeada del estiércol. En contraparte, las hembras de las especies cavadoras y rodadoras hacen las masas o bolas nido de manera más elaborada. En cada una de estas bolas nido la hembra pone un huevo en la cámara de puesta, que se encuentra sobre la cámara de alimentación llena de estiércol. En la cámara de puesta el embrión se desarrolla hasta convertirse en larva, y comienza a bajar a la cámara de alimentación para seguir su desarrollo hasta convertirse en un imago o adulto  .

El periodo embrionario es muy corto y dura aproximadamente cinco días, termina cuando el embrión se transforma en una pequeña larva. El periodo larval es el más largo, ya que tiene tres estadios con diferente duración. El primer estadio larval dura apenas unas horas, mientras que el segundo es más largo, entre 10 y 12 días. En el primero, la larva acaba de eclosionar del **corion**, no ha comenzado a comer, es pequeña y transparente. La larva del segundo estadio ya empieza a comer y crece considerablemente; por su transparencia se logra observar una gran cantidad de alimento en su intestino. Las larvas, en el primer y segundo estadios, se mueven constantemente dentro de la cámara de alimentación o en la boñiga, según sea el caso. Las larvas del tercer estadio dejan de comer, son más grandes, blancas y casi no se mueven.

El periodo pupal inicia en la larva de tercer estadio, donde tomará la forma de pupa; a este cambio se le llama metamorfosis. Durante este periodo se llevan a cabo grandes cambios morfológicos que hacen que la larva y la pupa sean muy diferentes en su forma física. Las pupas se mueven muy poco y ya no se alimentan. Al final de este estadio, que pueden durar de 6 a 8 días, dependiendo de la especie,

las pupas entran en metamorfosis y sufren nuevas modificaciones hasta convertirse en un imago o adulto juvenil, totalmente diferente a la pupa. Cuando el imago está bien formado y existen las condiciones ambientales de temperatura y humedad adecuadas, deja el nido y emerge a la superficie para buscar alimento  **11**.

El desarrollo imaginal se inicia con la emergencia del adulto juvenil a la superficie. Como ya se ha expuesto, durante su vida adulta los escarabajos presentan los periodos de prenidificación, nidificación y posnidificación.

El periodo de prenidificación principia cuando el adulto joven emerge a la superficie, busca alimento y come intensamente hasta convertirse en un adulto maduro sexualmente. Durante este periodo, tanto machos como hembras buscan las boñigas frescas y usan el estiércol de manera individual para enterrarlo y comer. Después de algún tiempo, que pueden ser días o semanas, las hembras y los machos, ya maduros, comienzan a buscar una pareja para reproducirse.

En tanto, el periodo de nidificación se inicia cuando en la boñiga de estiércol se hacen parejas maduras sexualmente y comienzan a enterrar estiércol para preparar sus nidos, copular y que la hembra ponga sus huevos. El comportamiento reproductor en estos escarabajos es extraordinario, diverso y complejo, según la especie de que se trate, lo cual ha motivado a que muchos investigadores los estudien. Este comportamiento reproductor ha evolucionado desde lo más básico, como es el caso de hembras que hacen nidos simples con una masa nido y un huevo, que dejan desarrollar solos, hasta aquellas hembras que hacen nidos con varias bolas nido y que cuidan a sus crías hasta la emergencia de los nuevos imagos.

En el caso de las especies rodadoras, primero cortan un trozo de estiércol, forman una bola que ruedan hasta cierta distancia y luego la entierran para que la hembra oviposite un huevo en cada una de las bolas, y así se transforme en una bola nido. Cada nido puede tener de una a ocho bolas nido, según la especie. En algunas especies rodadoras, la madre cuida el nido hasta la emergencia de la nueva generación. En las especies cavadoras, las hembras entierran una masa de estiércol en el fondo de una galería que hacen bajo la boñiga, después ovipositan un huevo y lo cubren con tierra, para repetir el enterramiento de otra masa hasta formar varias masas nido por galería. Otras especies pueden poner un solo huevo en cada galería o, de una masa grande de estiércol, recortar y hacer varias masas nido. En tanto, las especies moradoras se quedan dentro de la boñiga, o entre ésta y la superficie del suelo, y ahí las hembras elaboran cámaras de puesta, donde ponen uno o varios huevos, según la especie.

En todas las especies, dentro de cada masa nido, bola nido o cámara de puesta, el huevo se desarrolla hasta convertirse en un imago o adulto joven  11. El tiempo de desarrollo varía entre las especies, desde un mes hasta un año.

La época reproductiva se presenta, en la mayoría de las especies de escarabajos estercoleros, durante el verano, por ser cálido y húmedo. En el resto del año, los estadios en desarrollo preimaginal o los adultos jóvenes permanecen enterrados en **diapausa**, hasta la temporada de lluvias del siguiente año, cuando emergen con las primeras precipitaciones, se reproducen y mueren, dejando la descendencia para el siguiente ciclo.

En la mayoría de las especies de escarabajos del estiércol, las hembras y los machos pueden tener como descendencia una sola generación al año, por lo que se les conoce como especies univoltinas, aunque existen otras que tienen dos generaciones anuales, son las especies **bivoltinas**, y sólo algunas pueden tener más de dos generaciones por año, las llamadas multivoltinas.

El periodo de posnidificación comienza cuando el potencial reproductor de las hembras y los machos se ha agotado, por lo que ya no se reproducen y después viene su muerte.

Cría

Los escarabajos del estiércol son muy vulnerables durante su desarrollo preimaginal, sobre todo cuando están expuestos a sustancias ecotóxicas como los medicamentos y los agroquímicos que se aplican en el ganado y en los pastizales, respectivamente, de las zonas ganaderas. Es muy conocido que los desparasitantes (la **ivermectina** y la **abamectina**), los herbicidas (principalmente los que contienen **2, 4 D** y **glifosato** en sus fórmulas), y los insecticidas son muy tóxicos y letales para la fauna del suelo y para los escarabajos del estiércol, por lo que es probable que hayan desaparecido especies en algunas zonas. Estos químicos afectan al ecosistema de pastizales ganaderos, su biodiversidad y pueden causar graves problemas de salud al ser humano.

Con la finalidad de conservar el equilibrio ecológico en los pastizales ganaderos, y con ello a los escarabajos estercoleros, es necesario reducir la cantidad y la frecuencia de las aplicaciones de desparasitantes, herbicidas e insecticidas ecotóxicos; sólo deberían usarse cuando estos insectos no estén en etapa de



reproducción para no reducir su número en el campo, y con ello perder los beneficios que brindan a los pastizales ganaderos. En caso de que se reduzca el número de escarabajos en los pastizales, se podría recurrir a la **cría** de diferentes especies y liberarlas posteriormente en zonas donde escasean estos insectos.

Debido a la importancia biológica, ecológica y económica de los escarabajos del estiércol en los pastizales ganaderos, estos insectos se crían en insectarios con condiciones ambientales controladas de temperatura, humedad, iluminación y alimentación, con fines de investigación en diferentes temas de **ecología**, comportamiento, reproducción, control endócrino de la reproducción y ecología química, principalmente.

Con los mismos propósitos, la cría de diferentes especies se ha hecho en terrarios que varían de tamaño y forma según la especie y tema de estudio. En general, los terrarios son identificados como recipientes de plástico con capacidad desde 500 mililitros hasta cinco litros  **12**. En cada terrario se coloca tierra húmeda (preferentemente del mismo sitio donde se colectaron los escarabajos y dependiendo de las especies) y una o varias parejas de hembras y machos. Se agrega estiércol suficiente para que les sirva de alimento y puedan reproducirse, a fin de alcanzar una nueva generación. Los terrarios se colocan en insectarios en condiciones ambientales semejantes al ambiente en donde viven las especies que se van a estudiar.

La cría masiva de estos insectos se llevó a cabo por primera vez en Australia, en el siglo xx, durante los años sesenta y, más tarde, en los setenta, se replicó en Estados Unidos de América y en otros países de Sudamérica. La necesidad de emprender este

tipo de cría en Australia surgió a consecuencia del problema generado por la acumulación del estiércol de ganado bovino en los pastizales, donde el número y la variedad de escarabajos estercoleros era insuficiente para procesar tanto excremento  **13**. En Australia intentaron, en primera instancia, criar más de 40 especies de origen africano, francés y mexicano, pero al final se establecieron sólo 23 de esas especies, con lo que se redujo considerablemente el problema generado por el exceso de estiércol. Durante los 22 años que duró este proyecto se recibió apoyo financiero de los ganaderos australianos, quienes aportaban un dólar por cada cabeza de ganado que poseían.

Por otra parte, en Texas, Estados Unidos de América, se importaron –a inicios de los años setenta– varias especies criadas en Australia. Para la cría se construyeron terrarios que median 4 x 6 metros x 0.7 centímetros aproximadamente, los cuales estaban llenos de tierra y tenían muchas parejas en reproducción. Cuando emergían los adultos de una nueva generación se colectaban en cubetas para después liberarlos por cientos en los pastizales. Las especies que dieron mejores resultados fueron dos de origen africano, *Euoniticellus intermedius* y *Digitonthophagus gazella*  **14**.

El éxito de estas dos especies se puso de manifiesto en los años ochenta, cuando ya habían migrado hacia México. Actualmente son las especies de escarabajos coprófagos más abundantes en los pastizales tropicales de Veracruz, además de que ya se encuentran en toda América Latina.

A principios del siglo **xxi**, en Corea del Sur se inició la cría masiva de dos de sus especies nativas que se encontraban en peligro de extinción debido a diversas prácticas ganaderas, como el uso

excesivo de químicos y la estabulación del ganado para evitar la acumulación de estiércol en los pastizales. Los adultos fueron colectados en una isla del mismo país, donde aún persistían las prácticas ganaderas tradicionales. Fueron llevados a un laboratorio para ser criados en forma masiva, para lo cual se construyeron más de cien terrarios por especie en condiciones controladas de humedad, luz y temperatura. Este proyecto duró cuatro años y se logró liberarlos exitosamente a principios de 2005, pero no se ha comprobado que las especies se hayan establecido con éxito.

En México, hasta hace un par de años, investigadoras que estudian los escarabajos del estiércol en el Instituto de Ecología A. C. comenzaron a criar algunas especies en contenedores de plástico mucho más grandes, a fin de obtener mayor cantidad de escarabajos para fines experimentales, lo que demostró que es muy viable su cría masiva con el objetivo de repoblar pastizales ganaderos que presenten acumulación excesiva de estiércol sobre el pasto, como es el caso de algunos pastizales tropicales de Veracruz, principalmente.

Con la finalidad de emprender la cría de estos insectos, primero es necesario identificar las especies de escarabajos que se encuentran en los pastizales con problemas y, segundo, conocer su ciclo de vida, su comportamiento reproductor y sus tiempos de reproducción. Después, se debe seleccionar las especies más abundantes y más fáciles de criar, para lo cual es necesario tener un sitio adecuado.

Para iniciar una cría es fundamental **colectar** la mayor cantidad de insectos en otros pastizales de la misma zona, llevarlos a

los insectarios y ponerlos en condiciones controladas de luz, temperatura y humedad. El alimento debe estar libre de contaminantes a fin de lograr su reproducción. Parte de los adultos obtenidos bajo estas condiciones podrán ser liberados en los pastizales, mientras que otros se dejarán como pie de cría para alcanzar una nueva generación bajo las mismas circunstancias.

Antes de liberar a los escarabajos es necesario orientar a los ganaderos para que eviten el uso excesivo de químicos; consideren los ciclos de vida de los escarabajos estercoleros y, sobre todo, no apliquen los químicos al ganado o al pastizal durante su época de reproducción.

Con el fin de asegurar que la cría, la liberación de adultos y el repoblamiento de las especies tengan éxito, deben hacerse varios monitoreos al año y la valoración de las poblaciones en campo por lo menos durante 10 años, así como promover la participación comprometida de los ganaderos y los investigadores que estén involucrados en el repoblamiento de escarabajos.

Colecta y monitoreo biológico de escarabajos

El desarrollo armónico de los organismos vivos se da gracias al equilibrio de la naturaleza, aunque éste puede romperse muy fácil. Cuando notamos problemas como un menor número de animales o plantas, o que hay otras especies que antes no habitaban ahí, o que el agua está contaminada y no sirve para su consumo o riego, entonces nos damos cuenta de que las condiciones ambientales han cambiado y hay que tomar medidas



para remediar esa situación. Para ello, se deben analizar las causas que han provocado dichos cambios; por ejemplo, cuando los suelos se encuentran en malas condiciones por exceso de cultivos, sobrepastoreo o deforestación, se reduce el número de animales silvestres. Otra causa común que contribuye a romper el equilibrio del ecosistema es la contaminación por desechos domésticos e industriales, que ensucian el aire, el suelo y el agua de ríos, lagunas y mares. Una vez identificadas las causas, se deben emprender acciones apropiadas para restaurar el equilibrio natural; de este modo, para evitar la desaparición de algunas especies es necesario, entre otras medidas, cortar menos árboles y sembrar más en áreas deforestadas, así como proteger aquellos lugares que no han sido tan dañados por la actividad humana, todo ello con el fin de disminuir los daños ambientales y alcanzar un equilibrio en la naturaleza.

Por otra parte, el monitoreo biológico ayuda a la observación, la vigilancia, el estudio de los procesos naturales (como la reproducción) y sus cambios a través del tiempo, ejecutados de forma ordenada y periódica; además, puede realizarse por individuo, población y ecosistema. Cualquier monitoreo debe hacerse antes, durante y después de que las actividades, principalmente humanas, produzcan un efecto negativo en el ecosistema. De esa manera será posible comparar los resultados de dichos monitoreos, apreciar las diferencias y entender los efectos causados por las actividades.

Con el fin de hacer el monitoreo biológico se seleccionan plantas o animales que, para ser usados como indicadores biológicos, deberán cumplir con ciertos requerimientos: 1) tener muchas especies diferentes y conocer sus nombres científicos, dónde

viven, cómo se reproducen y cómo se relacionan con otros seres vivos; 2) saber cómo cambia el número de especies o si una especie desaparece y llega otra cuando el ambiente es afectado; y 3) contar con métodos sencillos, rápidos y baratos para la captura y el reconocimiento de las especies.

Los escarabajos estercoleros son buenos indicadores biológicos en los pastizales ganaderos, por lo que son útiles para efectuar monitoreos y favorecer su cría en caso necesario. Primero, se debe decidir dónde hacer el monitoreo: el o los lugares donde se quiere saber qué especies de escarabajos hay. El monitoreo se inicia con la recolección sistemática de escarabajos estercoleros y su posterior seguimiento en diferentes periodos de tiempo. A partir de ahí, es posible conocer qué especies están presentes, en qué cantidad y cómo varían. De este modo, pueden entenderse los cambios y las posibles afectaciones que tienen los potreros con ganado.

Hay dos formas de coleccionar a los escarabajos del estiércol; la primera, revisar directamente las boñigas; y la segunda, al colocar trampas de caída con **cebo** para los insectos de interés  .

Si se decide coleccionar directamente en las boñigas será necesario un recorrido en el pastizal para ubicar las excretas de vaca, de borrego, de caballo, etc. Después, se debe caracterizar cada una de ellas, pero en este caso sólo se considerarán las excretas de ganado vacuno; es indispensable observar si la excreta tiene costra dura o no, si es de color claro u oscuro, y si es dura, pastosa o semilíquida, con todo lo cual se tendrá una idea del tiempo que tiene después de haber sido deyectada por la vaca. Con esta información se pueden establecer tres categorías: fresca, semifresca y vieja; de preferencia hay que utilizar las dos primeras

categorías, pues en las boñigas viejas no se encuentran escarabajos  **16**. Una vez seleccionada la boñiga hay que revisarla, para lo cual se remueve con una palita toda la masa de estiércol, de manera que sea posible ver si en el suelo, inmediatamente por debajo del mojón, se encuentran signos de actividad de escarabajos, como agujeritos o tierra removida. En el suelo o en la boñiga se pueden **recolectar** los escarabajos con unas pinzas.

Todos los escarabajos recolectados de cada mojón se guardarán vivos en un recipiente con tierra húmeda para usarlos en la cría, previa clasificación de las especies seleccionadas. Una parte de los escarabajos colectados se separará para establecer una **colección** de referencia. Para tal fin, se colocarán en un frasco con tapa y alcohol diluido a 70% (preparación: tres partes de alcohol de 96° y dos partes de agua destilada), con el propósito de ayudar a su conservación. En cada frasco se colocará una etiqueta con la siguiente información escrita: municipio, nombre del lugar, fecha, mojón fresco/semifresco, ubicación y el nombre de quien los recolectó. Se puede revisar tantos mojones como sea necesario hasta obtener los escarabajos suficientes.

También es posible calcular la densidad de mojones en el lugar de interés (número de mojones/área de terreno recorrido), para saber cuánto estiércol es usado por los escarabajos. Este método establece qué especies de escarabajos han utilizado el estiércol en días recientes o, incluso, el mismo día en que se hace la revisión.

Las trampas de caída con cebo se utilizan generalmente para obtener un mejor estimado de la riqueza de especies y número de individuos por cada una de éstas, por lo cual no es necesario que los escarabajos estén vivos, pues las trampas funcionan por uno a

varios días. También se pueden usar estas trampas para coleccionar escarabajos vivos y, en ese caso, sólo hay que poner tierra en el recipiente colector y hacer las revisiones más frecuentes. En este caso, al recuperar vivos a los insectos se colocarán en un recipiente con tierra húmeda para llevarlos al sitio de cría. Deberá anotarse en una etiqueta pegada al recipiente el sitio de colecta, fecha, tipo de trampa y nombre del colector.

Por otra parte, para hacer las trampas de caída se necesita un recipiente de plástico o palangana de por lo menos 20 cm de diámetro por 10 cm de alto, el cual se entierra de modo que el borde de la abertura quede al nivel del suelo; una rejilla de 30 x 30 cm de malla de alambre para gallinero, con celdas de poco más de 2 cm de luz, que debe cubrir la totalidad de la abertura de la palangana; una solución de agua salada jabonosa (para un galón de agua, agregar y disolver cuatro cucharadas soperas de detergente y cuatro cucharadas de sal), que se vacía en la palangana, a fin de cubrir un tercio de su volumen. Después se coloca un cuadro de 15 x 15 cm de papel de estraza encima de la rejilla, y, sobre el papel, se coloca $\frac{1}{2}$ litro de estiércol vacuno fresco, previamente homogeneizado (revuelto), extendiéndolo un poco a manera de que quede como una boñiga. La trampa se puede cubrir con un plato de plástico, que hará la función de techo o sombrilla, sostenida con alambres, mismos que se entierran alrededor de la palangana. Esto se hace para proteger al estiércol de la lluvia y evitar que se lave a través de la rejilla  17. La trampa se deja durante 48 horas.

Una vez definida la zona de estudio, se debe ubicar el sendero donde se colocarán las trampas para coleccionar escarabajos o se pueden colocar trampas en líneas dentro o a la orilla de alguna parcela.

En el caso de los potreros, es recomendable colocarlas a lo largo de las cercas que los delimitan, ya que se logra mayor protección a las trampas, impidiendo que los animales las estropeen. Otra forma sería distribuir las trampas de manera ordenada y separadas a una distancia fija entre sí, dentro del potrero o parcela. Para esta segunda opción es indispensable que no haya vacas dentro del potrero mientras funcionan las trampas  **18**.

El número de trampas a utilizar dependerá, casi siempre, de la longitud de los senderos o del tamaño de los potreros. Lo importante aquí es la distancia entre las trampas, que debe contar con un mínimo de 15 metros. En una situación ideal es preferible tener al menos 20 trampas a lo largo del sendero o cerca, las cuales deberán estar separadas de 20 a 30 metros una de la otra. Es conveniente marcar con cintas plásticas o banderitas de colores los sitios donde se han colocado las trampas para identificarlas fácilmente y darles un número a cada una, lo que permitirá ubicarlas en un dibujo, croquis o mapa.

Una vez transcurrido el tiempo establecido para que den resultado las trampas (variable según el objetivo de la colecta), se revisa cada una. Primero se desmantela el techo, luego, con una pala de jardinería, se retira el estiércol de la trampa, se coloca sobre un trozo de plástico para su revisión y, en caso de encontrar escarabajos, se retiran con unas pinzas; se levanta la rejilla de alambre y se analiza el contenido de la palangana; con ayuda de unas pinzas se separan los escarabajos estercoleros muertos y se retira el líquido. Si se desea, se pueden guardar por separado los otros animales que hayan caído en la trampa (arañas, saltamontes y otros escarabajos).

Los escarabajos estercoleros muertos colectados en cada trampa se pueden guardar en frascos con tapa y en alcohol diluido a 70% (tres partes de alcohol de 96° y dos partes de agua destilada). Se deberá colocar dentro una etiqueta con el municipio, el nombre del lugar, la fecha, el número de trampa, la ubicación y el nombre de quien los recolectó.

Una vez obtenidos los escarabajos se debe buscar un lugar para trabajar, con buena iluminación y agua para lavar, separar, limpiar y contar los especímenes que serán colocados en capas de algodón para secarlos. Sobre una mesa, y con los materiales adecuados, cada escarabajo será revisado de manera que la información de la trampa donde cayó se conserve hasta el montaje con alfiler de cada ejemplar. Todos los especímenes serán identificados y guardados en cajas entomológicas o, en su defecto, almacenados en seco en camas de algodón  . Finalmente, se contarán los escarabajos recolectados en cada trampa, por cada día de muestreo y para cada lugar, con lo cual se obtendrá la cantidad de escarabajos estercoleros por cada sitio y especie. Importante, cada especie diferente de escarabajo tiene un nombre científico.

Cabe recordar que algunas de las características más útiles para diferenciar a las especies de escarabajos estercoleros son el tamaño, el color, la forma de las patas y las antenas; si tienen cuernos en la cabeza o en otra parte del cuerpo y si hay diferencias entre machos y hembras.

Estas observaciones se asientan en una libreta de notas de campo o en una hoja digital de registro de datos para su posterior procesamiento por parte de un técnico o una persona capacitada

en esta actividad, quien tendrá la responsabilidad de salvaguardar el material, valioso en sí mismo, y que podrá ser consultado por otros especialistas.

Los resultados obtenidos sobre la riqueza de especies y el número de individuos de cada especie, tanto de las colectas antes y después de la situación que llevó a emprender el monitoreo, permitirán hacer comparaciones y dar cuenta de los cambios o daños producidos en el ambiente, y si esa actividad es la responsable. Estos datos también facilitarán la búsqueda de posibles soluciones y propuestas alternativas para evitar o disminuir los efectos causados por la actividad evaluada.

Por ejemplo, utilizar el monitoreo biológico con escarabajos del estiércol posibilita dar respuesta a varias preguntas simples: ¿la abundancia de especies de escarabajos estercoleros en un potrero se reduce después de aplicar vermicidas y herbicidas?, ¿por qué en el potrero de mis vecinos hay muchos escarabajos estercoleros de diferentes especies y en el mío sólo algunos?, ¿por qué ellos no tienen problemas para la desaparición natural del estiércol en sus potreros y yo tengo que limpiar mi potrero?, y ¿cómo afectan otras prácticas de manejo del ganado (aplicación de desparasitantes, deforestación, pérdida de cercas vivas y de áreas de sombra para el ganado, baja calidad de pasto) en la cantidad y variedad de escarabajos del estiércol?

Con estas y muchas otras preguntas se comprende cómo es que la actividad ganadera produce cambios en el medio ambiente y, en consecuencia, los pastizales ganaderos presentan dificultades que no permiten aprovechar mejor los recursos naturales tan importantes para la vida.



Glosario

Agroquímicos. Sustancias químicas que se utilizan en la agricultura y ganadería.

Apareamiento. Conjunto de todos los comportamientos de cortejo que realizan dos individuos de distinto sexo para procrear, y que culmina con la cópula.

Biodiversidad. Variedad y variación de seres vivos.

Bioturbación. Acción de remover la tierra por parte de los seres vivos.

Bivoltina. Especie que tiene dos generaciones de crías por año.

Boñiga. Masa de estiércol depositado por el ganado vacuno.

Cámaras de puesta. Excavación hecha en la tierra por los escarabajos para colocar las masas nido.

Cebo. Sustancia animal o vegetal que sirve para atraer organismos.

Colección. Conjunto de elementos de una misma clase.

Colectar. Recaudación de elementos.

Control biológico. Utilización de depredadores naturales en lugar de sustancias químicas para el control de plagas.

Coprófagos. Animales que se alimentan de excremento.

Corion. Membrana externa protectora del huevo.

Cría. Acción y efecto de criar a los animales.

Desparasitantes. Sustancias químicas que se aplican en los animales para matar sus parásitos internos.

Diapausa. Suspensión del desarrollo y del metabolismo en algunas etapas del ciclo de vida de los insectos.

2, 4-D. Acido 2,4-dicloro fenoxi-acético, sustancia sintética muy tóxica utilizada para el control de las malezas desde la guerra de Vietman.

Espolón. Apéndice localizado en el ápice de las **tibias** o en los **fémures** de las patas de los insectos.

Ecología. Ciencia que estudia las relaciones de los organismos entre sí y con el medio ambiente.

Ecosistema. Unidad formada por todos los componentes vivientes e inorgánicos en una región que interactúan entre sí e intercambian materiales unos con otros.

Ecotóxico. Producto tóxico para el ecosistema.

Embrión. Organismo pluricelular formado después de la fertilización.

Emergencia. Salida de los insectos al exterior al terminar su desarrollo.

Espermatozoide. Célula germinal masculina.

Excretas. Excrementos de los animales que se liberan al exterior de sus cuerpos.

Fauna. Conjunto de animales que habitan un determinado medio, ecosistema o país.

Fecundidad. Número de huevos puestos por la hembra.

Fémur. Tercer segmento (generalmente el más robusto) de las patas de un insecto.

Fertilidad. Capacidad para reproducirse.

Fertilización. Unión del espermatozoide con el ovocito u óvulo.

Fertilizantes. Sustancias químicas que se ocupan en agricultura para enriquecer el suelo y tener mayor producción.

Glifosato. N-fosfometilglicina, sustancia sintética muy tóxica que se usa para matar las malas hierbas y arbustos en los cultivos, principalmente de especies transgénicas.

Hábitat. Lugar de vida de un organismo o comunidad caracterizado por sus propiedades físicas y bióticas.

Herbicidas. Sustancias químicas sintéticas utilizadas para matar plantas.

Herbívoros. Animales que se alimentan de plantas no maderables.

Humedad relativa. Razón entre la presión parcial del vapor de agua en el aire húmedo y la presión de vapor de agua, a la misma temperatura. Indica el grado de saturación del aire.

Insecticida. Sustancia química sintética empleada para matar insectos.

Ivermectina. Sustancia producida de la fermentación de una bacteria llamada *Streptomyces avermitilis*, que es usada como antiparasitario en medicina veterinaria.

Metano. Principal componente del gas natural.

Abamectina. Sustancia sintética que contienen varios desparasitantes.

Necrófago. Animal que se alimenta de carne en descomposición.

Nitrógeno. Elemento esencial que se encuentra en todos los aminoácidos y, por lo tanto, en todas las proteínas.

Ovipositar. El acto de poner un huevo.

Ovocito. Célula germinal de la hembra u óvulo.

Parásito. Organismo que se beneficia a expensas de otro.

Recolectar. Recoger o cosechar cosas.

Saprófago. Animal que se alimenta de materiales orgánicos en descomposición.

Tibia. Cuarto segmento de las patas de un insecto.

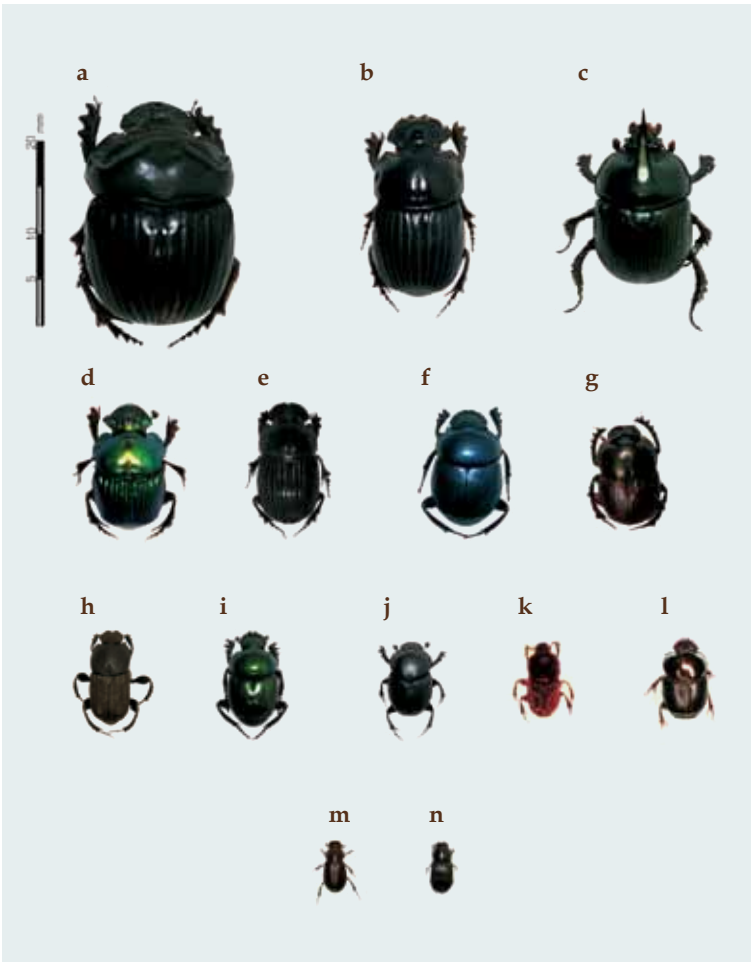
Tórax. Porción media del cuerpo de un insecto; se encuentra entre la cabeza y el abdomen.

Figuras



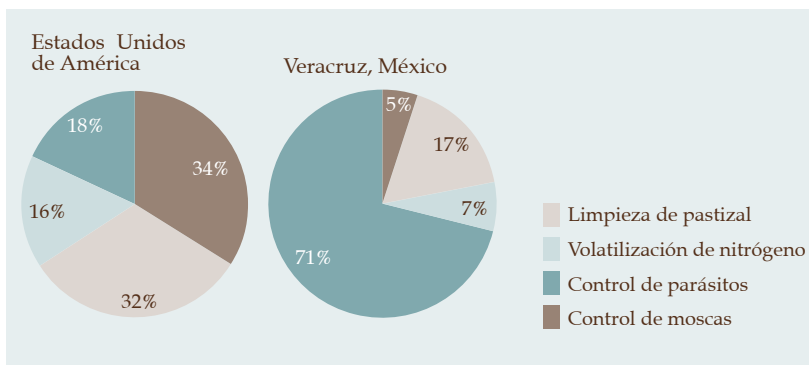
1

Sitios donde se encuentran algunas especies de los grupos de coleópteros: a) *Dynastinae*, b) *Elateridae*, c) *Chrysomelidae*, d) *Cantharidae* y e) *Melolontidae*.



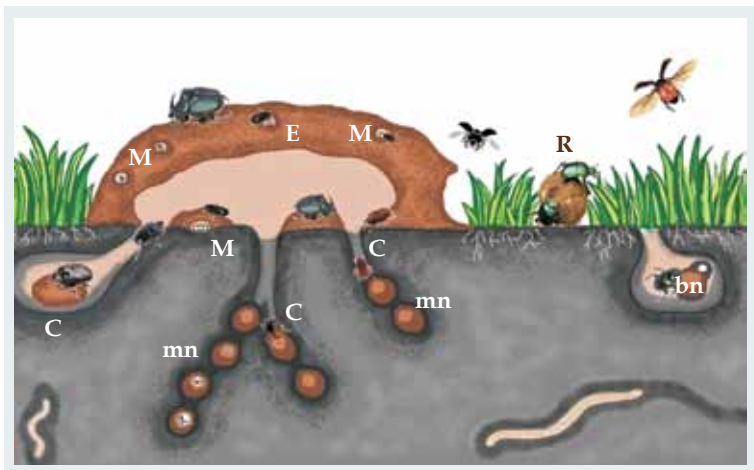
2

Variación en tamaño, forma y color de algunas especies de escarabajos estercoleros: a) *Dichotomius colonicus*, b) *Copris lugubris*, c) *Ceratotrupes bolivari*, d) *Phanaeus tridens*, e) *Ontherus mexicanus*, f) *Canthon humectus*, g) *Digitonthophagus gazella*, h) *Eurysternus mexicanus*, i) *Canthon indigaceus chevrolati*, j) *Onthophagus incensus*, k) *Euoniticellus intermedius*, l) *Onthophagus batesi*, m) *Cephalocyclus mexicanus* y n) *Aphodius opatrinus*.



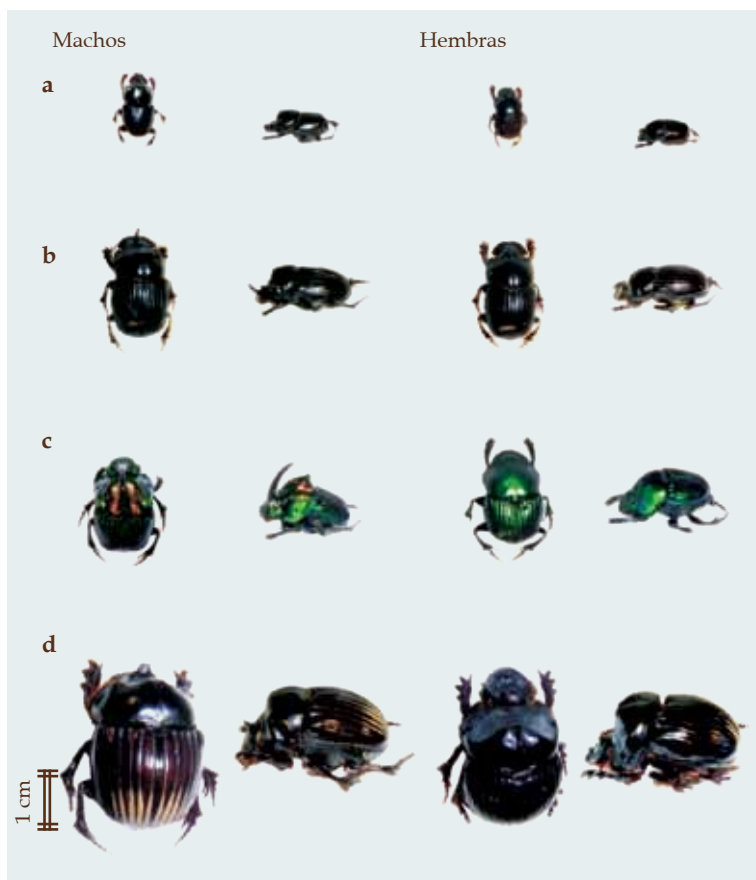
3

Posible contribución de escarabajos del estiércol en la reducción de gastos de los ganaderos por eliminar el estiércol de los pastizales, por evitar la volatilización del nitrógeno y por el control de parásitos y moscas en Estados Unidos de América y en Veracruz, México.



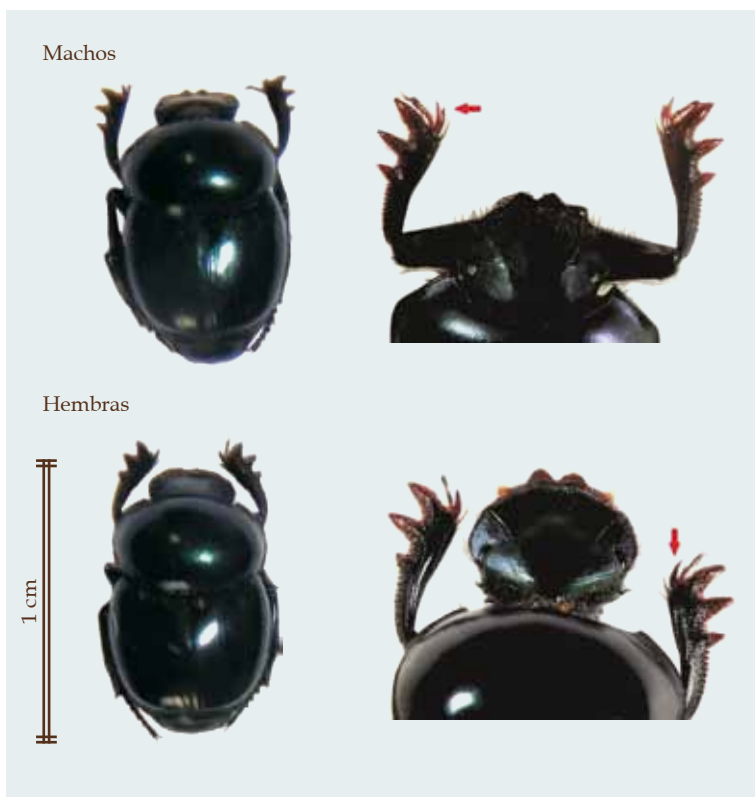
4

Forma en que los escarabajos estercoleros colocan el estiércol para su alimentación y reproducción: cavadores (C), moradores (M), rodadores (R), bola nido (bn), masa nido (mn) y estiércol (E).



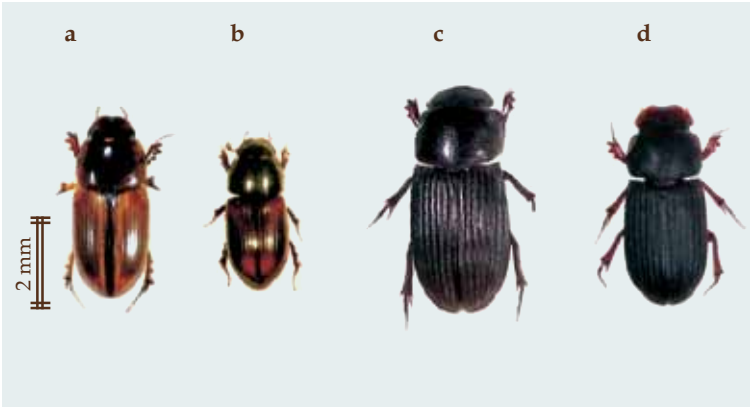
5

Especies de escarabajos estercoleros que presentan dimorfismo sexual: a) *Onthophagus incensus* Say (escarabajo común en potreros localizados en el centro de Veracruz a más de 1000 metros sobre el nivel del mar), b) *Copris incertus* Say, c) *Phanaeus tridens* Laporte-Castelnau (escarabajo común en potreros de las zonas tropicales de Veracruz) y d) *Dichotomius colonicus* Say (escarabajo común en pastizales tropicales y templados de Veracruz).



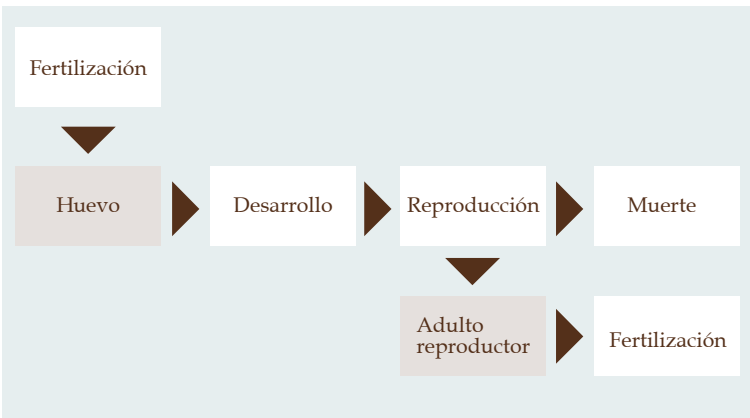
6

Dimorfismo sexual de *Canthon indigaceus chevrolati* Harold, especie rodadora común en pastizales ganaderos de las zonas tropicales de Veracruz. Vistas dorsales de los adultos y acercamiento para mostrar el dimorfismo sexual. El macho tiene un espolón con la punta bifurcada (flecha); mientras que la hembra tiene el espolón en forma de espina puntiaguda (flecha).



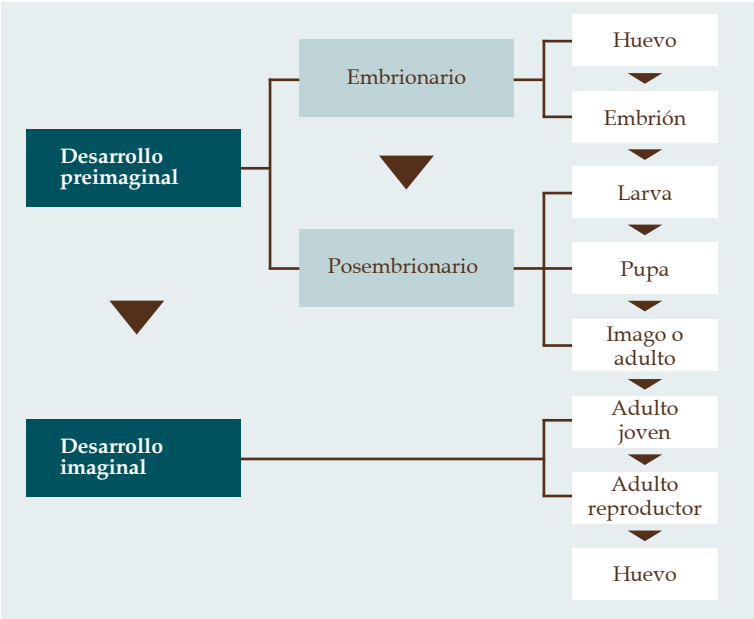
7

Especies de escarabajos moradores comunes en pastizales tropicales. Afodinos: a) *Labarrus pseudolividus* Balthasar y b) *Planolinelus vittatus* Say. Euparinos: c) *Ataenius scultor* Harold y d) *Ataenius rickardasi* Hinton. Estos escarabajos no presentan dimorfismo sexual.

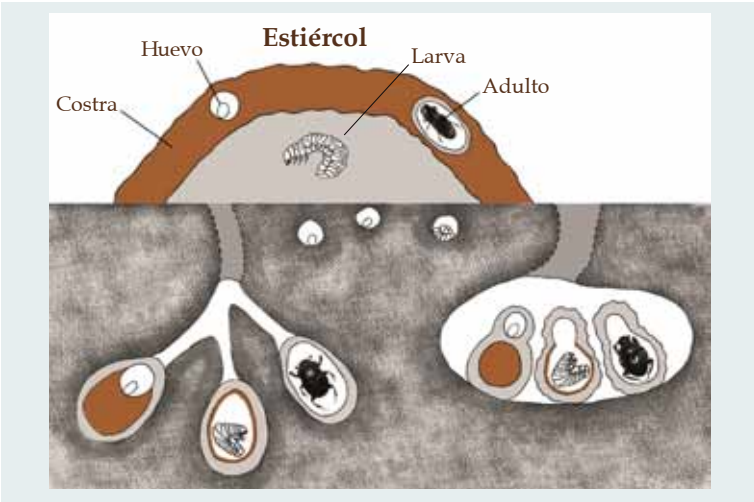


8

Principales etapas del ciclo de vida en un individuo.



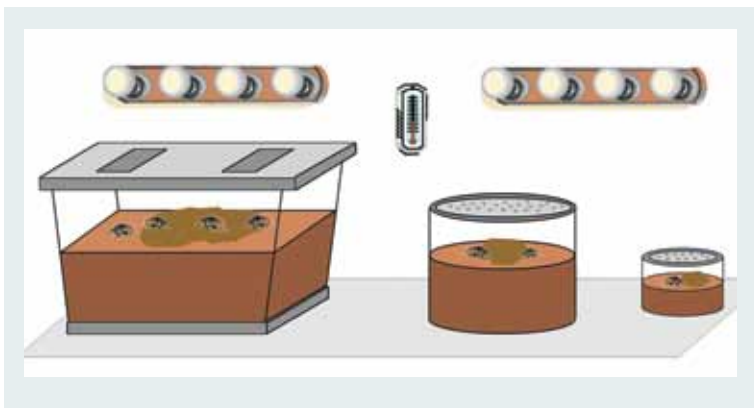
 9 Etapas del ciclo de vida de un escarabajo.



 10 Etapas del desarrollo preimaginal en escarabajos estercoleros.



 **11** Desarrollo preimaginal de *Digitonthophagus gazella* dentro de la masa nido: a) huevo, b y c) larvas de diferente tamaño, d) pupa señalada con una flecha y adulto inmaduro, e) imago o adulto inmaduro, aún sin emerger y f) adulto emergido.



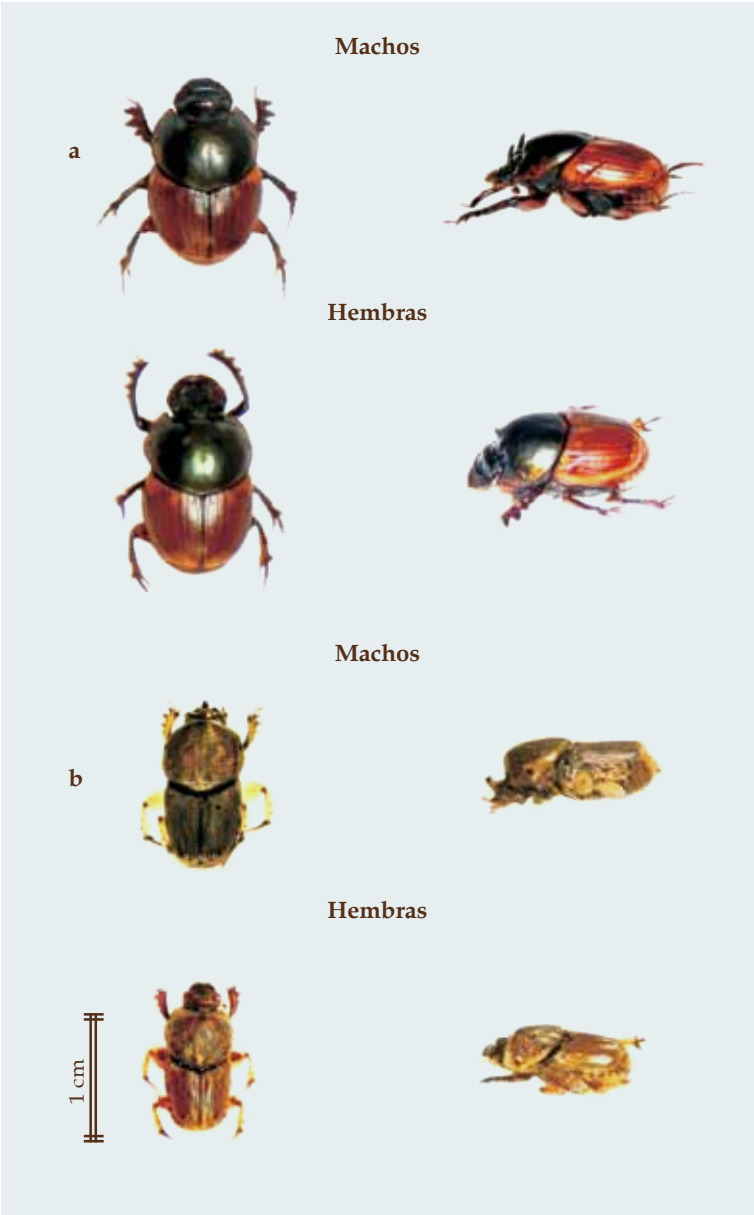
12

Tipos de terrarios utilizados para reproducir a los escarabajos estercoleros bajo condiciones controladas de temperatura, humedad y luminosidad.



13

Pastizal tropical en Veracruz con acumulación de estiércol en la superficie.



14

Macho y hembra de *Digitonthophagus gazella* (a) y *Euoniticellus intermedius* (b).





-  **15** Métodos de colecta de escarabajos estercoleros. Método directo: a) ubicar la boñiga y b) buscar los escarabajos. Método empleando trampas cebadas: c) colocar la trampa de caída, d) dejarla actuar, e) coleccionar los escarabajos y f) identificar las especies.

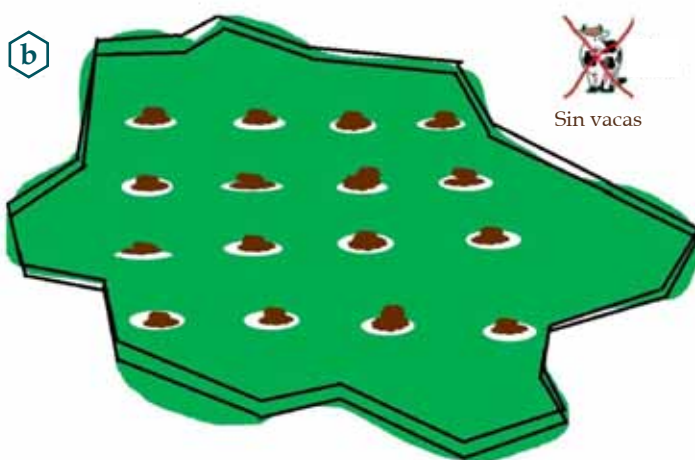




-  **16** Tipos de boñigas de ganado vacuno según su apariencia:
a) fresca, b) semifresca (con actividad de escarabajos estercoleros) y c) seca (sin actividad de escarabajos).

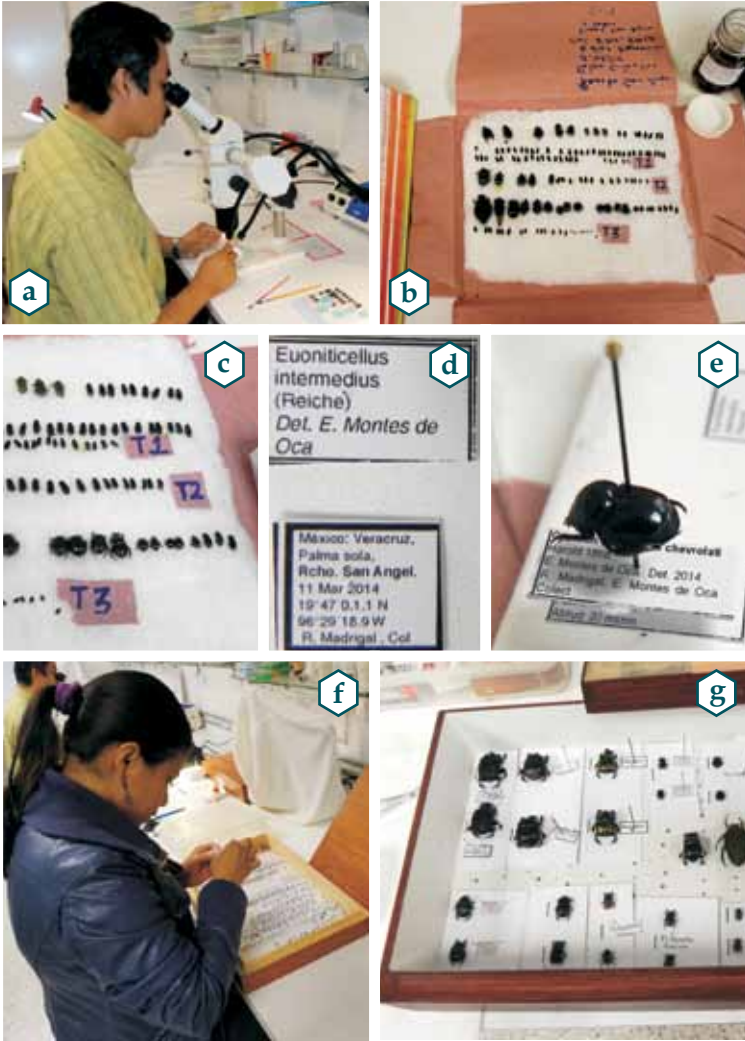


-  **17** Trampa de caída con cebo (empleada para coleccionar escarabajos del estiércol).



18

Formas de colocar trampas de caída para escarabajos del estiércol: a) en potreros o pastizales con ganado y b) sin ganado.



 **19** Pasos importantes para identificar especies colectadas de escarabajo: a) observar al estereomicroscopio los escarabajos colectados, b y c) especímenes colocados en capas de algodón, d-f) elaborar etiquetas de datos para cada espécimen y g) guardarlos en cajas de colección.

Bibliografía



- Anduaga, S., y Huerta, C. (2007, junio). Importance of Dung Incorporation Activity by Three Species of Coprophagous Beetle (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). Macrofauna in Pastureland on “La Michilía” Biosphere Reserve in Durango, Mexico. En *Environmental Entomology*, 36 (3), 555-559.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2012). Ley General de la Vida Silvestre. México: Autor. Recuperado de <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/legvs.htm>
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Secretaría General y Secretaría de Servicios Parlamentarios. (2014a). *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Secretaría General y Secretaría de Servicios Parlamentarios. (2014b). Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. México: Diario Oficial de la Federación.
- Cruz, M., y Huerta, C. (Comp.). (2013). *Hacia una ganadería sustentable. Estudio de caso: Jilotepec, Veracruz*. México: Instituto de Ecología, A. C.
- Edwards, P. (2007). *Introduced Dung Beetles in Australia 1967 -2007: current status and future directions*. Australia: The Orica Community Foundation.
- Floate, K. D., Wardhaugh, K. G., Boxall, A. B. A., y Sherratt, T. N. (2005). Fecal residues of veterinary parasiticides: Nontarget effects in the pasture environment. En *Annual Revue of Entomology*, 50, 153-179.
- Halfpfter, G., y Edmonds, W. D. (1982). *The Nesting Behavior of Dung Beetles (Scarabaeinae). An Ecological and Evolutive Approach*. México: Instituto de Ecología, A. C.

- Huerta, C., Martínez, I., Montes de Oca, E., Cruz, M., y Favila, M. E (2013). The role of dung beetles in the sustainability of pasture and grasslands. En *Ecological dimension for sustainable socio economic development*. (pp. 441-463). UK: WIT Press.
- Losey, J. E., y Vaughan, M. (2006). The economic value of ecological services provided by insects. En *BioScience*, 56 (4), 311-323.
- Lumaret, J-P., y Martínez, I. (2005). El impacto de productos veterinarios sobre insectos coprófagos: consecuencias sobre la degradación del estiércol en pastizales. En *Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie)*, 21 (3), 137-148.
- Martínez, I. (2005). Abundancias poblacionales y ciclos reproductivos de tres especies de escarabajos estercoleros (Coleoptera, Aphodiinae: Aphodiini) del Volcán Cofre de Perote, Veracruz, México. En *Folia Entomológica Mexicana*, 44 (1), 27-36.
- Martínez, I., y Cruz, M. (2002). Fenología y ciclos reproductivos en *Ataenius apicalis* Hinton y *Ataenius sculptor* Harold (Coleoptera Aphodiidae). En *Bulletin de la Société entomologique de France*, 107 (2), 177-186.
- Martínez, I., y Cruz, M. (2009). El uso de químicos veterinarios y agrícolas en la zona ganadera de Xico, centro de Veracruz, México, y el posible impacto ambiental. En *Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie)*, 25 (3), 673-681.
- Martínez, I., Montes de Oca, E., y Cruz, M. (1998). Contribución al conocimiento de la biología del escarabajo coprófago *Onthophagus incensus* Say (Coleoptera Scarabaeidae: Scarabaeinae): datos ecológicos y reproductivos en relación a su fenología. En *Folia Entomológica Mexicana*, 103, 1-13.
- Martínez, I., y J-P. Lumaret. (2006). Las prácticas agropecuarias y sus consecuencias en la entomofauna y el entorno ambiental. En *Folia Entomológica Mexicana*, 45 (1), 57-68.

- Martínez, I., Cruz, M., y Lumaret, J-P. (2000). Efecto del diferente manejo de los pastizales y del ganado sobre los escarabajos coprófagos *Ataenius apicalis* Hinton y *Ataenius sculptor* Harold (Scarabaeidae: Aphodiinae: Eupariini). En *Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie)*, 80, 185-186.
- Martínez, I., Cruz, M., Montes de Oca, E., y Suárez, T. (2011). *La función de los escarabajos del estiércol en los pastizales ganaderos*. México: Secretaría de Educación de Veracruz - Instituto de Ecología, A.C.
- Montes de Oca, E., y Halfpeter, G. (1998). Invasion of Mexico by two dung beetles previously introduced into the United States. En *Studies in Neotropical Fauna & Environment*, 33, 37-45.
- Morón, M. A., (2004). *Escarabajos, 200 millones de años de evolución*. México-España: Instituto de Ecología, A. C., y Sociedad Entomológica Aragonesa.
- Morón, M. A. (1996). Scarabaeidae (Coleoptera). En Llorente-Bousquets, García, A., y González, E. (Ed.). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento*, Vol. I (pp. 309-328). México: CONABIO-UNAM.
- Morón, M. A., y Terrón, R. A. (1988). *Entomología práctica*. México. Instituto de Ecología, A. C.
- Nichols, E., Spector, S., Louzada, J., Laesen, T., Amezcuita, S., y Favila, M. E. (2008). Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. En *Biological Conservation*, 141, 1461-1474.

La cría de escarabajos estercoleros se publicó siendo Gobernador del Estado el doctor Javier Duarte de Ochoa y Secretaria de Educación, la maestra Xóchitl A. Osorio Martínez. Se terminó de imprimir en noviembre de 2015 en la imprenta Proagraf, S. A. de C. V. El tiraje fue de 1000 ejemplares.



VERACRUZ
GOBIERNO DEL ESTADO

SEV
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN
DEL ESTADO DE VERACRUZ



La cría de los escarabajos del estiércol y su liberación en pastizales ganaderos contribuyen a la restauración del equilibrio ecológico del ecosistema pastizal ganadero. Es importante establecer una ganadería sustentable que permita la conservación de la biodiversidad del suelo para su mejor aprovechamiento y, así, favorecer a la producción ganadera.

