

La función de los escarabajos del estiércol en los pastizales ganaderos

Imelda Martínez M.
Magdalena Cruz R.
Enrique Montes de Oca T.
Teresa Suárez L.

Gobierno del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave

Javier Duarte de Ochoa

Gobernador del Estado de Veracruz

Adolfo Mota Hernández

Secretario de Educación

Xóchitl A. Osorio Martínez

Subsecretaria de Educación Básica

Denisse Uscanga Méndez

Subsecretaria de Educación Media Superior y Superior

Nemesio Domínguez Domínguez

Subsecretario de Desarrollo Educativo

Edgar Spinoso Carrera

Oficial Mayor

Instituto de Ecología, AC

Martín R. Aluja Schuneman Hofer

Director General

Miguel Rubio Godoy

Secretario Académico

La función de los escarabajos del estiércol en los pastizales ganaderos

Imelda Martínez M.
Magdalena Cruz R.
Enrique Montes de Oca T.
Teresa Suárez L.

Coordinación para la Difusión Departamento de Apoyo Editorial

Andrés Valdivia Zúñiga
Coordinador para la Difusión

Blanca Estela Hernández García
Jefa del Departamento

Elizabeth Polanco Galindo
Jefa de la Oficina de Colecciones

Fernando Moreno Díaz / Enrique A. Spinoso Echeagaray
Ma. Luisa Rosaura Landa Landero / Milena Gómez Castro
Apoyos Técnicos

Anaicté Barrios Chimal / Tania Hernández Basurto
G. Karina Morgan Hernández / Alán A. Cortés López
Corrección de Estilo

Jennefer Malpica Guzmán
Diseño de Portada y Formación

Sara del Carmen Solís Arroyo / Erick Quirós Reynoso / Laura Quetzalli
García Zamora / Juan Carlos Tejeda Smith / Reyna Velasco López
Captura

La función de los escarabajos del estiércol en los pastizales ganaderos
Primera edición: 2011
Serie: Para la docencia
ISBN 978-607-7536-16-1

D.R. © 2011 Secretaría de Educación de Veracruz
km 4.5 Carretera federal Xalapa-Veracruz
C. P. 91190, Xalapa, Veracruz, México.

Impreso en México

La función de los escarabajos del estiércol en los pastizales ganaderos es un texto editado por la Secretaría de Educación de Veracruz del Gobierno del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave. Toda la correspondencia dirigirla al Departamento de Apoyo Editorial de la Coordinación para la Difusión, 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). Correo electrónico 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.

Agradecimientos

Al Dr. Gonzalo Halffter, distinguido académico en los ámbitos nacional e internacional y fundador de las Reservas de la Biosfera en México. Gracias por enseñarnos a amar a los escarabajos.

A la Secretaría de Educación de Veracruz, al Instituto de Ecología, AC y al Instituto Literario de Veracruz por su apoyo.

Los autores



p. Contenido



9	Introducción
13	Rasgos de los escarabajos
18	El comportamiento
23	Los escarabajos y los químicos veterinarios y agrícolas
27	Los servicios ambientales que prestan los escarabajos
29	Conservación
32	Actividades
37	Soluciones
39	Glosario
43	Bibliografía de consulta
49	Anexo fotográfico





Introducción

Los insectos forman parte de un grupo de animales llamados **artrópodos** que representan poco más de la mitad de todos los organismos vivos que se conocen en el planeta, incluyendo a otros **invertebrados y vertebrados**, además de plantas, hongos, algas, bacterias, etcétera.

Dentro del reino animal puede considerarse que 3 de cada 4 especies son insectos, dicho de otra forma, representan 75% del total de la fauna hasta ahora conocida (Fig. 1). Se ha calculado que pueda haber hasta diez o más millones de especies de insectos, actualmente se tiene noticia de poco más de un millón, el resto aún es desconocido para la ciencia.

Los insectos presentan una gran **diversidad** en su morfología, alimentación y reproducción, por ello pueden vivir en una variedad de ambientes y hábitats, desde el nivel del mar hasta los glaciares, en todos los tipos de vegetación y bajo distintas condiciones climáticas. Por varias razones relacionadas con la evolución en su tamaño, anatomía, forma de reproducción y desarrollo, gran variabilidad e innumerables adaptaciones son un grupo muy exitoso, esto se nota en las diferentes formas que conocemos.

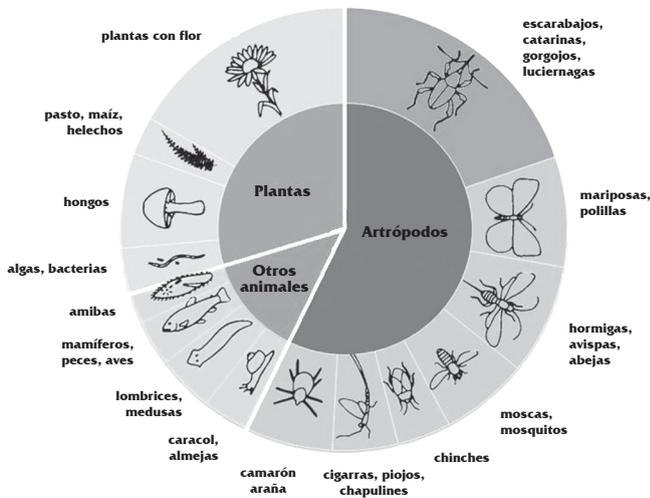


Fig. 1. Muestra las proporciones del número de los seres vivos en la Tierra. Tomado y modificado de Daly, H. V., J. T. Doyen & A. H. Purcell. (1998). *Introduction to Insect Biology and Diversity*. Oxford University Press, Inc. 2a. Ed. 680 pp.

La variedad de insectos más comunes, como libélulas, chinchas, moscas, mosquitos, abejas, avispas, hormigas, mariposas y escarabajos (Daly et ál., 1998) se ve reflejada en el papel ecológico que tienen en la naturaleza, porque son elementos del equilibrio de las comunidades y los **ecosistemas** al formar parte de las cadenas tróficas y los ciclos de la materia, ya sea como depredadores o presas, e incluso como **recicladores** de nutrientes. También participan a través de la interacción con muchas plantas y animales, como agentes **polinizadores** y **vectores** transmisores de enfermedades.

Por lo anterior hay especies que tienen importancia para el ser humano debido a las funciones que desempeñan en los campos de cultivo (agrícola), en los bosques (forestal), para el ganado (pecuaria), o bien para las personas (médica). Dichas funciones tienen un efecto

positivo o benéfico, como sería el caso de los especímenes utilizados para el control biológico, los polinizadores y los **descomponedores** de la materia orgánica. Pero también pueden tener un efecto negativo o perjudicial, como por ejemplo el que ocasionan las especies **plaga** o aquellas que participan en la transmisión de enfermedades.

En los insectos, el grupo que tiene el mayor número de especies son los Coléopteros, entre ellos están agrupados las catarinas, los gorgojos, las luciérnagas, los maquech, los cocuyos y muchos otros, pero los escarabajos se encuentran en más cantidad (Morón, 2004).

De acuerdo con la clasificación científica, en sentido más estricto, los escarabajos son los llamados lucánidos, pasálidos, escarabeidos y melolóntidos, y son conocidos popularmente en México como temayates, mayates, rodacacas, ronrones, toritos, elefantitos, gallinas ciegas, cornudos y otros más, según la región donde vivan (Morón, 2004).

Los escarabajos se agrupan en la familia Scarabaeidae que tiene tres **subfamilias**: Scarabaeinae, Aphodiinae y Geotrupinae. Casi todas las especies de Scarabaeinae, que es la subfamilia más numerosa, se encuentran en regiones tropicales y subtropicales, mientras que la mayoría de las otras dos subfamilias habitan en regiones templadas y frías (Morón, 2003).

Los escarabajos son recicladores de basura de nuestro entorno, con lo que contribuyen a mantener limpio el planeta. Comen excremento, **carroña**, plantas muertas e incluso hongos.

Los más primitivos aparecieron hace aproximadamente doscientos millones de años, se han encontrados fósiles que demuestran que se alimentaban de excremento de dinosaurio (Fig. 2, anexo). Estos insectos debido a su tamaño, abundancia y belleza siempre han atraído la atención del hombre, por lo que ambos seres han interactuado desde hace siglos. Los escarabajos forman parte de la religión, el folclore y la medicina natural o étnica y usados como alimento, adornos y emblemas. Los antiguos egipcios, hace más de tres mil años, veneraban al escarabajo sagrado empujando su bola de excremento, esto era el símbolo terrestre del dios Khépri (representado por el insecto) escoltando al Sol (simbolizado por la boñiga o excremento de ganado vacuno) en su jornada diaria a través del cielo. Hoy en día se conservan amuletos, magníficas joyas en oro y piedras preciosas de esa época (Fig. 3, anexo). En Laos, los **coprófagos** fueron usados como medicina para la diarrea, en China se utilizan para el tratamiento del cáncer y en varios países de América del Sur se emplean como alimento o adornos (Cambefort, 1994).

En México existen poco más de cuatrocientas especies de escarabeidos y en Veracruz hay cerca de ciento sesenta; de estas últimas alrededor de unas setenta se alimentan de excrementos, por lo que son llamadas coprófagas. Sobre éstas trata el presente libro, en especial aquellas que se encuentran comúnmente en los **potreros** y **pastizales** ganaderos alimentándose del estiércol de las vacas.

Rasgos de los escarabajos

Se caracterizan por tener el primer par de alas muy endurecido que forma un estuche protector para las alas membranosas y las partes blandas del dorso del abdomen. Su forma varía de acuerdo con su sexo y el grupo al cual pertenecen. En general el cuerpo tiene tres regiones: la cabeza, el tórax y el abdomen (Ratcliffe et ál., 2002) (Fig. 4). La cabeza es pequeña y tiene un par de mandíbulas y un par de maxilas como apéndices masticadores que le sirven para comer. Un par de antenas lameladas, designadas así porque terminan en pequeñas láminas o plaquitas denominadas lamelas, que son órganos sensoriales que perciben tanto las condiciones del ambiente como los olores del alimento. Y poseen un par de ojos compuestos, cada ojo corresponde a una agregación de varios cientos de unidades visuales designadas omatidias, cada una de las cuales se encuentra en una foseta, es decir, una de las divisiones de la córnea. Su tórax está dividido en tres partes cada una con un par de patas. La primera, protórax, es grande y en ocasiones tiene cuernos, tubérculos y fosetas. La segunda, mesotórax, es pequeña y se compone por un par de alas endurecidas o élitros, y la tercera es un segundo par de alas membranosas. Su abdomen está formado por ocho segmentos más o menos móviles que terminan en una placa pigdial que cubre el orificio anal y las aberturas genitales.

Vista dorsal

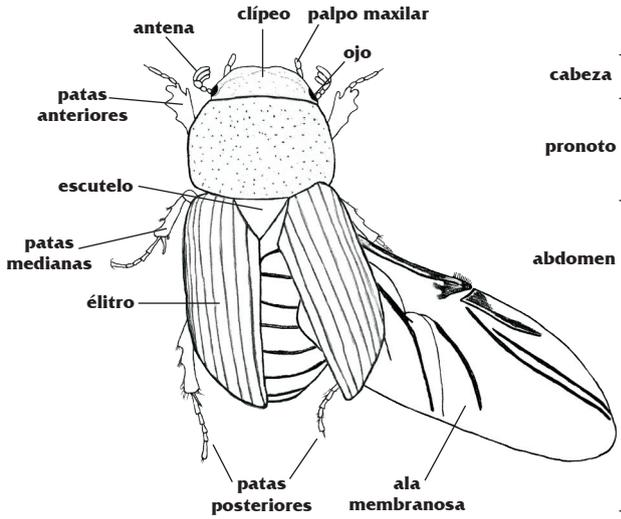
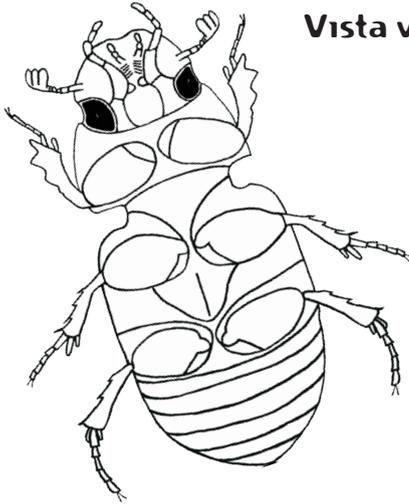


Fig. 4. Esquema de un escarabajo morador, *Planolinellus vitattus*, mostrando las principales regiones y estructuras externas.

Vista ventral



En muchos tipos de escarabajos existe lo que se conoce como dimorfismo sexual —es decir, se pueden diferenciar morfológicamente y a simple vista las hembras y los machos—, generalmente los machos presentan vistosos cuernos y en ocasiones son muy largos. En cambio hay especies en las cuales no se puede distinguir el macho de la hembra (Fig. 5, anexo).

Los escarabajos del estiércol presentan diversos colores: negro, café, verde con tonalidades metálicas e iridiscencias doradas o rojizas y con aspecto mate o brillante. Miden desde poco más de 1 milímetro hasta 6 ó 7 centímetros. Son de forma generalmente redondeada y cóncava, aunque también hay alargados y más o menos planos (Halffter y Edmonds, 1982; Ratcliffe et ál., 2002; Morón, 2004). Se distribuyen según la altitud y no todas las especies se encuentran en todos los sitios. Si se toma como referencia la zona centro del estado de Veracruz, las que hay en las zonas frías y altas (hacia las partes altas de las laderas del Cofre de Perote) no son las mismas que se ubican en los pastizales ganaderos de Xico o de Acajete (en la zona templada), o en la zona tropical de Palma Sola (Figs. 6, 7 y 8, anexo).

Estos coleópteros viven la mayor parte de su vida enterrados en el suelo de potreros y bosques. Generalmente, cuando caen las primeras lluvias del año, salen del suelo y vuelan buscando alimento hasta que encuentran las boñigas mediante los receptores olfativos que poseen en sus antenas. Pueden volar varias decenas de metros y aterrizar en la masa de excremento para comer o para encontrar pareja y así reproducirse (Halffter

y Edmonds, 1982; Morón, 2004). Según su horario de actividad existen especies que están activas durante el día, las diurnas, y otras que lo están por la noche, las nocturnas (Montes de Oca y Halffter, 1995).

Los escarabajos del estiércol, conocidos también como rodacacas, caqueros o peloteros, son llamados así porque tanto los adultos como los individuos en desarrollo se alimentan de excrementos de grandes herbívoros, como las vacas. Los que viven en los pastizales ganaderos encuentran su alimento más fácilmente, ahí la mayoría de ellos ayuda a limpiar el pasto al enterrar el estiércol y usarlo para alimentarse y reproducirse.

Cuando lo hacen, estos insectos favorecen la descomposición y desintegración de la boñiga, ya sea directamente a través de su consumo o bien, indirectamente, influyen en sus propiedades físicas y químicas. El rompimiento y aireación de la materia fecal acelera el metabolismo microbiano con lo que ésta se descompone. De este modo también se liberan más fácil y rápidamente compuestos que pasan a formar parte del suelo como fósforo, potasio, amoníaco, nitrógeno y carbono. Estos químicos, además de enriquecer las propiedades del suelo, mantienen su composición y estructura, así como su capacidad de retención de aire y agua, lo que lo hace más fértil (Nichols et ál., 2008).

Por otra parte, al utilizar y ayudar a desintegrar el estiércol (Fig. 9, anexo), los escarabajos destruyen los huevecillos de otros organismos que pueden ser nocivos, como son los **helmintos** (gusanos parásitos) y **nematodos** (gusanos redondos), que perjudiquen la salud del ganado

y el desarrollo de flora u otro tipo de fauna. También impiden que algunas especies de moscas pongan sus huevecillos en el excremento y con ello disminuyen sus poblaciones y evitan que afecten seriamente a las vacas y otros animales, y por consecuencia a los humanos (Halffter y Mathews, 1966).

Los escarabajos son potenciales dispersores secundarios, ya que pueden enterrar de 6 a 95% de las semillas que se encuentran en el estiércol, lo que es particularmente importante en áreas tropicales donde antes existían extensiones de selva y que ahora se han convertido en pastizales inducidos o en potreros. Así, la actividad de algunas especies contribuye a la movilización, germinación y regeneración de ciertas especies vegetales propias de las selvas.

De tal manera que brindan servicios ambientales por estar involucrados en el soporte y mantenimiento del suelo de los pastizales, en la regulación y la supresión de plagas y vectores de enfermedades, así como en la **dispersión** de semillas y en el mantenimiento del equilibrio ecológico de los pastizales ganaderos (Nichols et ál., 2008).

El enterramiento del excremento llevado a cabo por los escarabajos ayuda de una u otra forma a proveer un ambiente más saludable para los herbívoros que se alimentan del pasto, lo que se refleja en una mejor calidad de carne y leche para el consumo humano. Dicha actividad los convierte en elementos muy importantes para la economía en las áreas ganaderas, como en el estado de Veracruz que tiene más de 50% de su superficie

dedicada a esta actividad y es considerado como el primer productor de carne, además de ocupar el quinto lugar de producción de leche en el ámbito nacional.

Los efectos de la actividad de los lucánidos del estiércol en los pastizales ganaderos deberían ser apreciados y valorados en términos económicos. Si esto se lograra, los ganaderos podrían disminuir y regular el uso de sustancias químicas nocivas que dañan a estos animales, a los pastizales y al hombre mismo, así como medir la calidad del entorno ambiental y de los productos del ganado (Martínez y Lumaret, 2006). Para ello es necesario que conozcamos un poco acerca de la forma en que viven y cómo se reproducen.

El comportamiento

Los escarabajos del estiércol adultos se alimentan de la suspensión líquida del excremento que contiene microorganismos como bacterias y hongos, mientras que las larvas comen los restos sólidos de las plantas que no fueron digeridas por las vacas.

Tanto para la alimentación como para la reproducción, los escarabeidos manipulan el estiércol de tal manera que de acuerdo con este comportamiento se pueden formar tres grupos: los rodadores, los cavadores y los moradores (Fig. 10, anexo).

Los rodadores forman una bolita de estiércol en la masa de boñiga, la cual ruedan con las patas traseras, apoyándose en el suelo con las delanteras, así

recorren desde algunos centímetros hasta varios metros para alejarse de la materia fecal y evitan que otros escarabajos le quiten su bola. Esta actividad la hacen individualmente durante la alimentación para madurar sexualmente o en parejas de macho y hembra maduros para la reproducción.

Los cavadores elaboran túneles en el suelo por debajo de la masa de excremento y en el fondo de cada túnel lo almacenan para poder utilizarlo sin tener que alejarse mucho de la boñiga. Los túneles pueden ser cortos, de algunos centímetros, o largos, de más de un metro, y suelen presentar una o varias ramificaciones. La elaboración de los túneles y el enterramiento lo realizan por individuo o en parejas.

Por último, los moradores no hacen bolitas ni se entierran, se quedan en ciertas partes de la boñiga o entre ésta y la superficie del suelo, dentro de una cámara.

El **ciclo de vida** de los escarabajos incluye la formación de una pareja de macho y hembra (Fig. 11, anexo) para hacer bolas o masas nido de estiércol o galerías con éste, ambos la cuidan para que la hembra ponga un **huevo** y durante el desarrollo se transforma en **larva**, la cual comerá el excremento que fue enterrado, después se vuelve una **pupa** similar a un capullo de mariposa para al final convertirse en adulto, mediante el proceso de metamorfosis. A partir de los adultos comienza otro ciclo de vida (Halffter y Edmonds, 1982), (Fig. 12).

La fecundidad, o el número de huevos que ponen las hembras, de estos escarabajos es la más baja que se

conoce en insectos. Por ejemplo, el *Digithonthophagus gazella* es la especie de más alta fecundidad, puede poner de 80 a 90 huevos en su vida, en cambio el *Cephalodesmius armiger* pone un sólo huevo en su vida.

Debido al comportamiento reproductor tan elaborado y cuidado que presentan estos escarabajos, todos los huevos llegan al final del desarrollo, es decir, hasta adulto.

En general, la vida de las hembras y los machos está limitada a un periodo anual de reproducción. Esta época se presenta en la mayoría de las especies durante el verano cálido y húmedo, el resto del año los estados en desarrollo o los adultos jóvenes permanecen enterrados en **diapausa**, hasta la siguiente temporada de lluvias. Emergen del suelo con las primeras lluvias, maduran, se reproducen y mueren dejando la descendencia para el siguiente año.

El comportamiento reproductor es muy variado y complejo en este grupo de insectos. Las parejas de las especies rodadoras elaboran bolas de estiércol que ruedan hasta el nido (Fig. 12), donde la hembra pone un huevo en cada una para hacer una **bola nido**, masa nido o cámara de puesta. Los nidos pueden tener de 1 a 8 bolas nido según la especie. Los cavadores entierran excremento en los túneles y la hembra manipula una parte de él donde deposita un huevo para convertirla en masa nido. Según la especie, pueden poner de uno a varios huevos en cada galería.

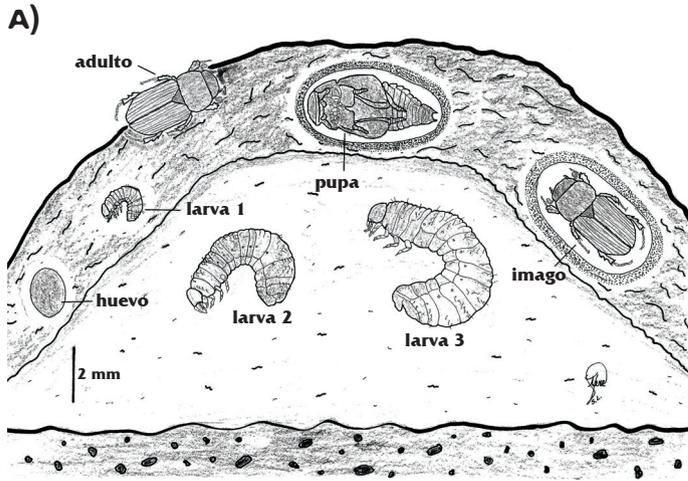
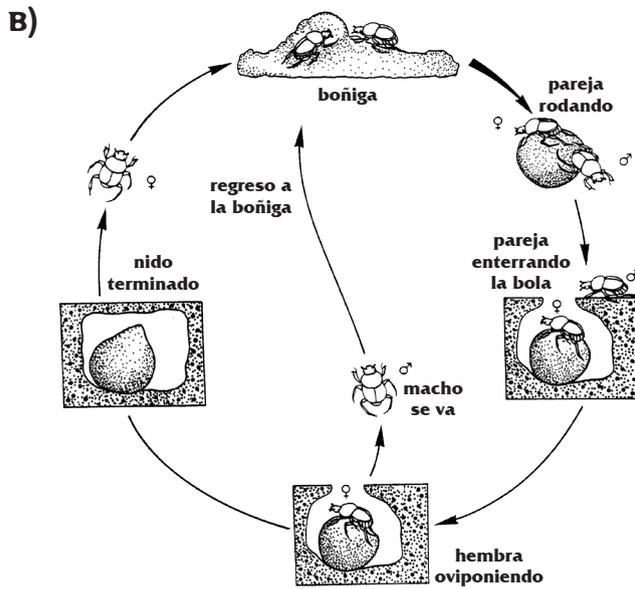


Fig. 12. Ciclo de vida de A) una especie moradora, *Planolinellus vitattus*, y B) una especie rodadora, *Canthon indigaceus*.



En algunas especies rodadoras y cavadoras, la madre o los dos padres cuidan el nido hasta la emergencia de la nueva generación. Las hembras moradoras (Fig. 12) elaboran una cámara de puesta entre el estiércol o entre éste y el suelo, y ahí depositan uno o varios huevos, según sea el tipo.

En cada masa nido el huevo se desarrollará pasando hasta **imago** o adulto joven (Fig. 13). El tiempo de desarrollo varía entre las especies, pero va de un mes hasta un año. Cuando el imago emerge se alimenta para madurar y después se reproduce (Martínez, 1992, 2005; Martínez et ál., 1998; Martínez y Cruz, 2002; Cruz et ál., 2002; Martínez y Suárez, 2006; Trotta et ál., 2007).

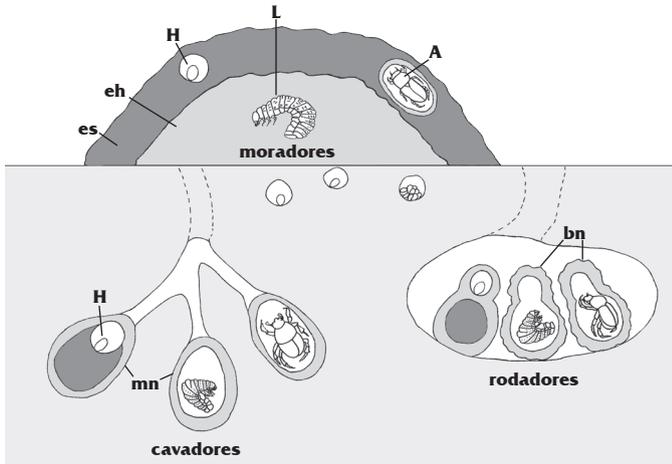


Fig. 13. Desarrollo preimaginal en especies de escarabajos del estiércol moradoras, cavadoras y rodadoras (A, adulto joven antes de emerger; bn, bola nido; eh, estiércol húmedo; es, estiércol seco; H, huevo; L, larva; mn, masa nido).

Los escarabajos y los químicos veterinarios y agrícolas

Los escarabajos estercoleros y los químicos empleados en las áreas ganaderas para obtener mejores resultados económicos están muy relacionados. En los ranchos ganaderos veracruzanos se usan varios productos químicos de control, como los **desparasitantes** para los parásitos internos del ganado, **insecticidas** para los parásitos externos y **herbicidas** para regular las malas hierbas en el pastizal, sin mencionar los antibióticos (Martínez y Lumaret, 2000; Martínez y Cruz, 2009), (Fig. 14, anexo).

En las zonas ganaderas de Veracruz, y posiblemente en todo México, los desparasitantes, insecticidas y herbicidas más usados son los más **tóxicos**. Los efectos ecotóxicos de los residuos de esos químicos producen modificaciones en el equilibrio de los sistemas de pastizales, disminuyendo ciertos procesos biológicos y seguramente eliminando o haciendo menor el número de la fauna de este ecosistema, principalmente escarabajos del estiércol, otros insectos y quizá las lombrices de tierra, todo ello le ocasiona pérdidas económicas a los ganaderos (Lumaret y Martínez, 2005; Martínez y Lumaret, 2006).

Este desequilibrio en el entorno ambiental incluso podría estar afectando a la población humana, ya que se conoce que los residuos de algunos insecticidas y herbicidas de los más usados en la entidad producen **mutagénesis**, cáncer, **esterilidad** y, en ocasiones, la muerte en cangrejos, moscas, ratas, ratones y el propio hombre.

La mayoría de los ganaderos del país desconoce el importante papel que desempeñan los escarabajos coprófagos en sus pastizales al enterrar el estiércol. Si no se encuentran estos animales, aumenta el gasto de los ganaderos en productos químicos para mantener la **productividad** del ganado y del pastizal, así como el que se tiene que hacer por pago de la mano de obra de los peones para eliminar la materia fecal que queda sobre el suelo.

Cuando no hay escarabajos coprófagos, el excremento queda sobre el pastizal (Fig. 15, anexo), lo quema y no es aprovechado por el ganado, lo cual sucede ya en varias zonas ganaderas de Veracruz. En ciertos lugares, el estiércol que queda en la superficie es dispersado por los trabajadores sobre el pastizal para facilitar su desintegración, en otros lo retiran o lo dejan sobre la superficie.

Para reducir la acumulación de boñiga en los pastizales, en varios países se han introducido algunas especies de escarabajos estercoleros, en su mayoría africanas. En Australia a finales de la década de 1960 y principios de la de 1970, el estiércol acumulado en los pastizales de uso ganadero impidió el crecimiento

del pasto y disminuyó su productividad, de tal manera que grandes extensiones quedaron económicamente no rentables y aumentó significativamente la abundancia de parásitos y plagas del ganado. Como los escarabajos coprófagos nativos no pudieron hacer desaparecer la totalidad del excremento, se introdujeron varias especies africanas coprófagas. En este país les costó tanto restablecer el equilibrio ecológico de los pastizales que en la actualidad se cuida mucho a los escarabajos, incluso existen anuncios para solicitar su protección (Fig. 16, anexo). Esto mismo ocurrió en el sur de Estados Unidos de América, donde se introdujeron en la década de 1970 las especies africanas que habían dado mejor resultado en Australia.

No obstante, a pesar de que estas introducciones parecen una solución práctica y útil económicamente a mediano o largo plazos, el costo económico fue excesivo y el costo biológico de la introducción de fauna exótica pudo ser extremadamente alto. Algunas de las especies introducidas en Texas, Arizona, Nuevo México y California se han dispersado y expandido en nuestra República y en la actualidad se encuentran en casi todos los países de Latinoamérica, incluyendo islas del mar Caribe (Montes de Oca y Halffter, 1998).

En los pastizales de México coexisten las especies que fueron introducidas con las especies nativas, y no se sabe con certeza aún si han podido desplazar o provocar la desaparición de éstas últimas (Montes de Oca, 2001; Lobo y Montes de Oca, 1994; Montes de Oca y Halffter, 1995).

Por otro lado, cuando el estiércol del ganado no es incorporado al suelo y se encuentra en exceso sobre la superficie, se altera el ciclo del carbono y se libera **dióxido de carbono** y **metano**, lo cual tiene relación directa con el **efecto invernadero** y el cambio global (Flannery, 2007).

Actualmente es un hecho científico que el clima del planeta se está alterando de manera importante, esto se conoce como **cambio climático global**, su resultado será un aumento en la concentración de gases invernadero como dióxido de carbono, metano, óxidos nitrosos y **clorofluorocarbonos**. Estos gases atrapan una gran y creciente parte de radiación infrarroja terrestre, lo que aumenta la temperatura de la Tierra. El efecto invernadero y el calentamiento global están modificando la precipitación global y las corrientes marinas.

Después del dióxido de carbono, el metano es el gas invernadero más importante. Lo crean microorganismos que se crían en entornos carentes de oxígeno, como charcas y depósitos de agua estancada, por lo que abundan en los pantanos. Dado que es un producto de los sistemas en descomposición, también se libera del estiércol vacuno que no es enterrado y pasa a la **atmósfera**. Aunque en ésta sólo se encuentran 1.5 partes de metano por millón, su concentración se ha duplicado a lo largo de los últimos siglos. Este gas es sesenta veces más poderoso que el dióxido de carbono para retener calor, aunque por suerte dura menos años en la atmósfera. A pesar de eso, se estima que provocará de 15 a 17% de todo el calentamiento global —en este siglo— (Flannery, 2007).

Del total mundial, la producción de metano derivada del excremento del ganado representa alrededor de 1% (Jacobs, 1993) y aunque parece poca la actividad de los escarabajos al enterrar las grandes cantidades del estiércol del ganado, disminuye su liberación. Esto constituye la aportación de estos insectos para reducir sus efectos negativos en la atmósfera de nuestro planeta.

Los servicios ambientales que prestan los escarabajos

Una res adulta puede producir 12 boñigas al día de casi 4 kg cada una, lo cual significa que cada res, diariamente, deposita sobre el pasto casi 50 kg de estiércol. Si una boñiga de aproximadamente 30 cm de diámetro cubre una superficie de pasto de 0.09 m², 12 al día de cada vaca cubrirían 1.08 m² del pastizal. En un rancho con 100 vacas, el estiércol evacuado por día abarcaría una superficie de 108 m². En una semana serían 756 m² de pasto cubierto por excremento y en poco más de 10 semanas las boñigas de ese número de vacas cubrirían casi una **hectárea**.

La superficie cubierta con el estiércol se pierde, además el pasto localizado a su alrededor tampoco es aprovechado porque deja de ser apetecible para el ganado. Esta superficie de rechazo puede variar entre 6 y 12 veces más que el área cubierta por materia fecal, lo que representa aproximadamente 10 hectáreas de pastizal que hipotéticamente no utilizaría el ganado en 10 semanas

(McKinney y Morley, 1975). El pasto no consumido se traduce en pérdidas económicas para los ganaderos debido a la baja en la producción de carne y leche para la alimentación humana (Anderson et ál., 1984).

La actividad de limpieza del pastizal por los escarabajos al enterrar el estiércol se da dependiendo del tamaño y la abundancia de las especies, que varía según la época del año y la hora del día. Generalmente los especímenes grandes se presentan en menor número que los pequeños pero son más eficientes. Las especies cavadoras grandes pueden enterrar de 10 a 500 gr por individuo (Anduaga y Huerta, 2007). Si consideramos que una boñiga pesa 4 kg en promedio, se necesitarían aproximadamente 10 individuos para enterrarla toda. Pero si los lucánidos son pequeños para hacerlo, se requerirían muchos más insectos. Así, el tiempo de enterramiento variará de unas horas a 2 ó 3 días dependiendo la especie, su tamaño y el número de escarabajos que lleguen a utilizarla.

En 2006, en Estados Unidos de América se estimó que los escarabajos coprófagos ahorran a los ganaderos aproximadamente 380 millones de dólares al año, repartidos en 120 millones para limpieza del pastizal, 60 millones para evitar la volatilización del nitrógeno, 70 millones para control de parásitos y 130 millones para control de las moscas (Losey y Vaughan, 2006). No hay datos disponibles de este tipo sobre México, sin embargo, tomando en cuenta la actividad ganadera existente en el país, sus diferentes modalidades y las variadas regiones

en que se lleva a cabo, se puede suponer que estos costos deben ser proporcionalmente altos.

Conservación

Es necesario cuidar el entorno ambiental y conservar a los escarabajos estercoleros porque son buenos indicadores del estado de salud de un pastizal, por su importancia económica en los terrenos ganaderos y por el papel que juegan para disminuir la cantidad de emisiones de metano del estiércol no enterrado y, en consecuencia, de los efectos de estos gases en la atmósfera de nuestro planeta.

Para conservar estas especies benéficas es necesario conocer su abundancia, diversidad y **fenología**, para después poder establecer programas calendarizados de aplicación de vermícidias, insecticidas, herbicidas y antibióticos, así como usar los químicos que sean menos nocivos y aplicar las dosis mínimas necesarias.

Por otra parte, sería conveniente indagar el estado de salud de los trabajadores de los ranchos que estén en contacto con los herbicidas e insecticidas, principalmente, para determinar posibles daños a la salud. Por ello debe ser imperante seguir las normas de aplicación, legislar la venta y el uso de dichos productos químicos, y tomar las precauciones necesarias para el empleo de estas sustancias tóxicas.

En Francia, por ejemplo, son necesarias las autorizaciones oficiales para poner en el mercado los productos veterinarios, a los cuales les hacen un estudio previo de su impacto sobre la fauna de insectos no blanco del ecosistema, usando principalmente a los escarabajos, y a partir de esto se definen las normas oficiales para el uso y la aplicación adecuados de los productos veterinarios autorizados en los pastizales ganaderos y en los parques nacionales.

Los efectos tóxicos o no tóxicos de algunas sustancias desparasitantes comercializadas actualmente son conocidos, pero para los insecticidas y los herbicidas los datos son fragmentarios o inexistentes. En México no se ha estudiado nada sobre los efectos ecotóxicos de los desparasitantes, insecticidas y herbicidas, menos de los antibióticos. La Ecotoxicología, que estudia los efectos ocasionados por los agentes contaminantes sobre la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas, es una nueva área de investigación en la que hay mucho por hacer.

Por su importancia biológica, ecológica, económica y cultural, los escarabeidos estercoleros han sido objeto de estudio de muchos investigadores en diferentes países como Francia, España, Finlandia, Estados Unidos de América, Sudáfrica y Australia. Cabe resaltar que en México, en el Instituto de Ecología, AC, de Xalapa, Veracruz, se encuentra el grupo más importante y numeroso de investigadores que estudia estos insectos.

La toma de conciencia sobre el cuidado del entorno ambiental y de los escarabajos es un asunto que

debe involucrar y sensibilizar a la población humana en general, sobre todo a los investigadores, los legisladores y a las empresas que comercializan los productos químicos usados en la ganadería.

Actividades

Sopa de letras

Encuentra en la sopa las palabras que están listadas abajo.

P M E P A S R E P R D U C C I O N
N A D R E C I S C A R B A D C E O
O T S T S P L P E E Z D O R O R T
I E A T T I K E S U E L O L I L A
C R T I I O S C W Q F O C W B Ñ R
A I N G E Z X I A S H I Y T O S B
T A A R R A A E S O C C A V Ñ A O
N E S E C N Z L J B V S Z A I D L
E S P S O A M A P C J L Ñ C G I T
M A C I L R B R L A R V A A A C S
I W R U R A N C D V A Z O T E I S
L P F E R T I L I D A D R O T T R
A U I A B U N D A N C I A M E C F
D A C T M A R T I S I D R R R E Y
M S S A R M A T E R N I I U B S S
E R E P R O D C O S A S N V M N F
O G B B E S N I T I G C O R A I E
R S A N V P A S T O R E O K O L K
E A C O P R O F A G O L A R V E W

Abundancia
Alimentación
Boñiga
Bosque
Ciclo
Coprófago
Escarabajo

Especie
Estiércol
Fertilidad
Insecticidas
Larva
Materia
Orgánica

Pastizal
Pastoreo
Reproducción
Suelo
Vaca

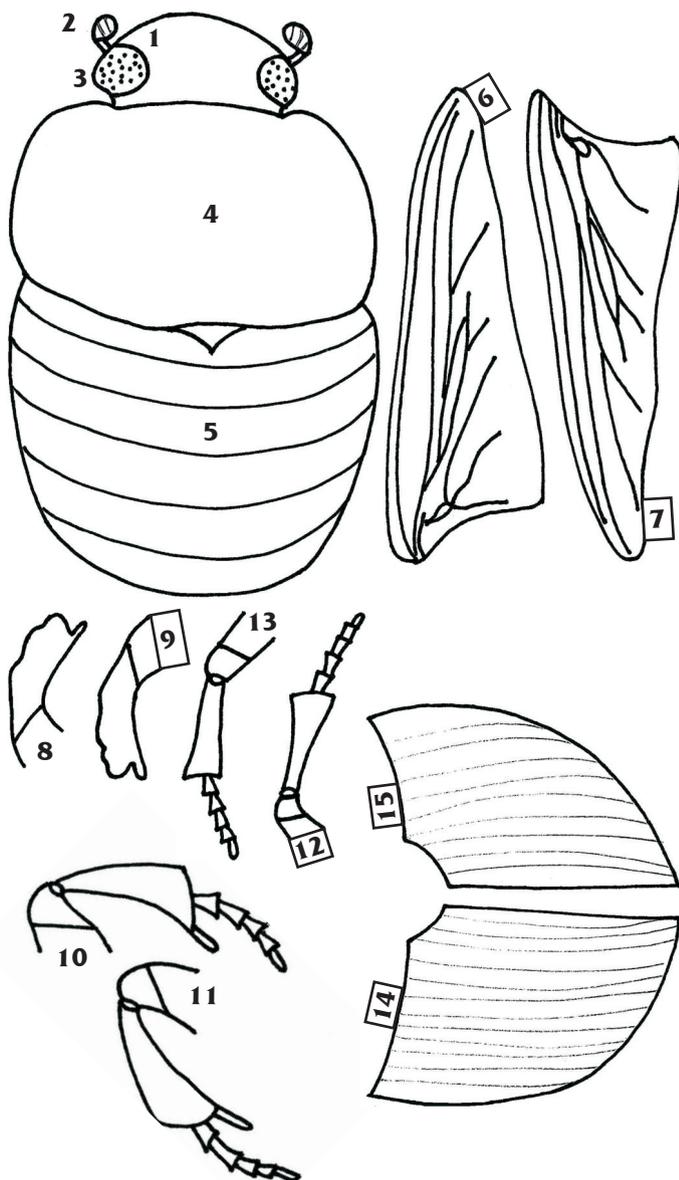
Armar figuras

Partes del escarabajo: 1, cabeza; 2, antenas; 3, ojos; 4, tórax; 5, abdomen; 6 y 7, alas membranosas; 8 y 9, patas delanteras; 10 y 11, patas medias; 12 y 13, patas traseras; 14 y 15, élitros; y 16, cuerno (macho).

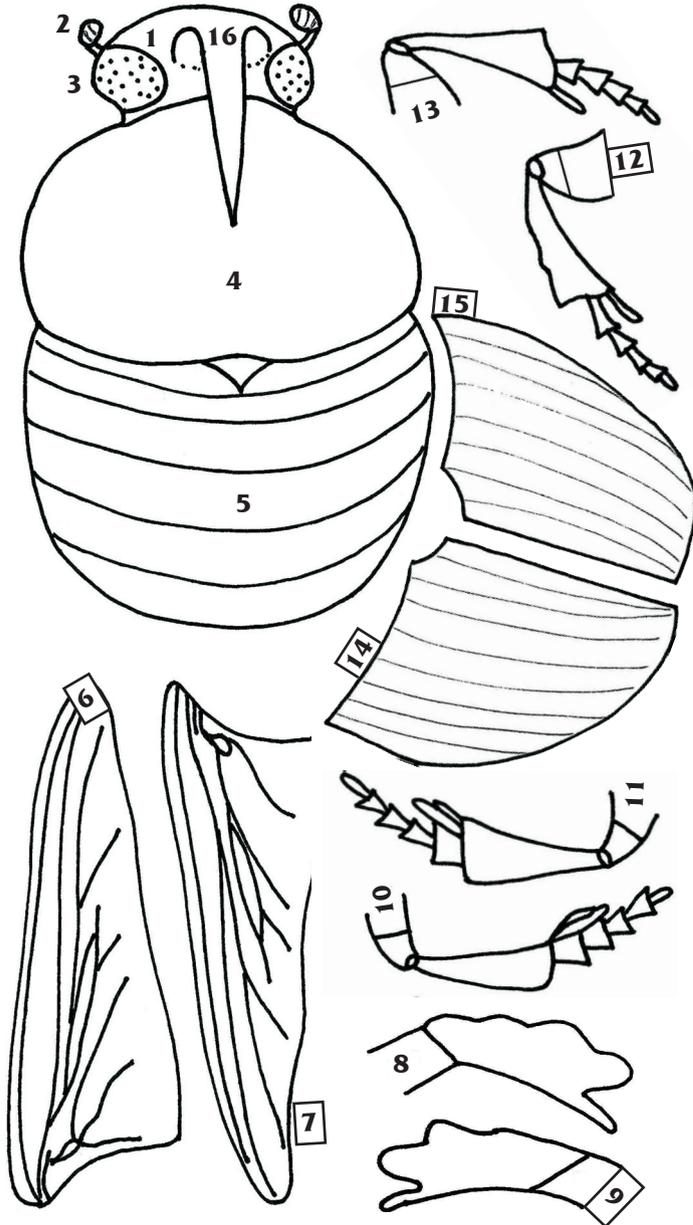
Instrucciones:

- A) Saca fotocopia de los escarabajos hembra y macho.
- B) Colorea cada escarabajo de la siguiente manera:
 - La cabeza (1), el tórax (4), el abdomen (5) y los élitros (14 y 15) de color verde oscuro. Las antenas (2), los ojos (3) y las patas (8, 9, 10, 11, 12 y 13) de color café. Las alas (6 y 7) de color amarillo. Sólo en el caso del macho el cuerno (16) de color negro.
- C) Recorta todas las piezas del escarabajo.
- D) Pégalas siguiendo el orden de los números que se encuentran en cada una de las pestañas: las patas delanteras pégalas en el pronoto; las patas medias y traseras en el abdomen. Las alas membranosas sobre la parte media del abdomen, una a cada lado y dóblalas en tres. Pega los élitros encima de las alas.

Escarabajo hembra

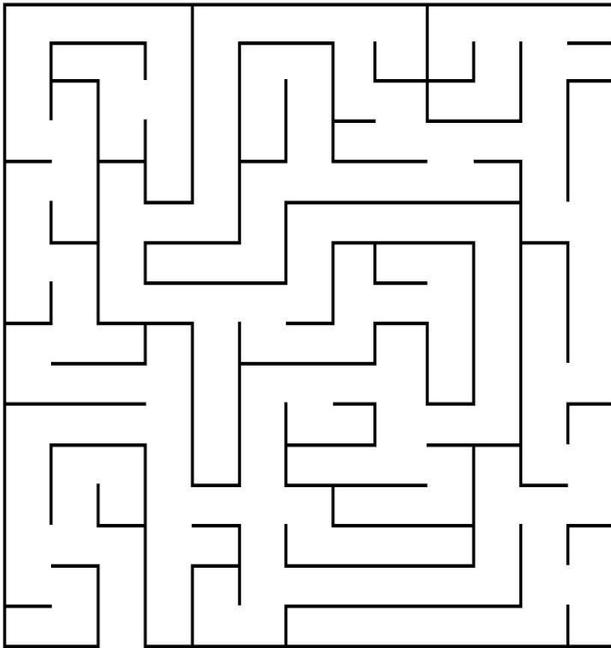


Escarabajo macho



Laberinto

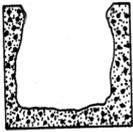
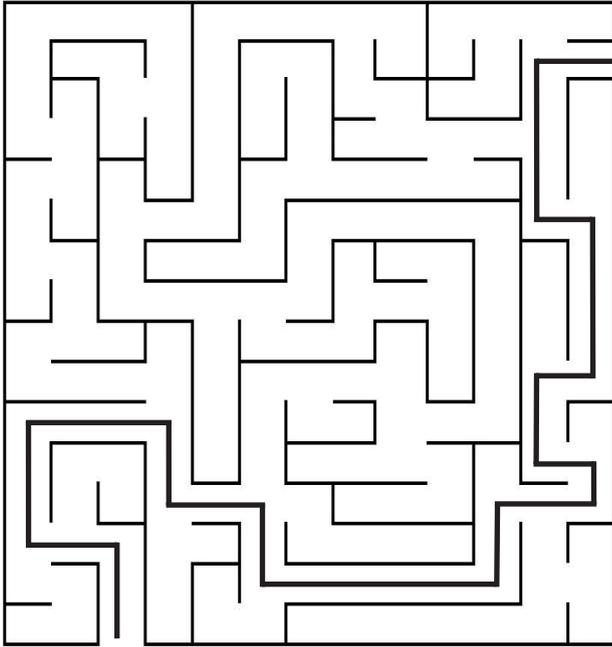
Ayuda al escarabajo pelotero a encontrar el nido para colocar su bola de estiércol.



nido

Soluciones

P	M	E	P	A	S	R	E	P	R	D	U	C	C	I	O	N
N	A	D	R	E	C	I	S	C	A	R	B	A	D	C	E	O
O	T	S	T	S	P	L	P	E	E	Z	D	O	R	O	R	T
I	E	A	T	T	I	K	E	S	U	E	L	O	L	I	L	A
C	R	T	I	I	O	S	C	W	Q	F	O	C	W	B	Ñ	R
A	I	N	G	E	Z	X	I	A	S	H	I	Y	T	O	S	B
T	A	A	R	R	A	A	E	S	O	C	C	A	V	Ñ	A	O
N	E	S	E	C	N	Z	L	J	B	V	S	Z	A	I	D	L
E	S	P	S	O	A	M	A	P	C	J	L	Ñ	C	G	I	T
M	A	C	I	L	R	B	R	L	A	R	V	A	A	A	C	S
I	W	R	U	R	A	N	C	D	V	A	Z	O	T	E	I	S
L	P	F	E	R	T	I	L	I	D	A	D	R	O	T	T	R
A	U	I	A	B	U	N	D	A	N	C	I	A	M	E	C	F
D	A	C	T	M	A	R	T	I	S	I	D	R	R	R	E	Y
M	S	S	A	R	M	A	T	E	R	N	I	I	U	B	S	S
E	R	E	P	R	O	D	C	O	S	A	S	N	V	M	N	F
O	G	B	B	E	S	N	I	T	I	G	C	O	R	A	I	E
R	S	A	N	V	P	A	S	T	O	R	E	O	K	O	L	K
E	A	C	O	P	R	O	F	A	G	O	L	A	R	V	E	W



nido

Glosario

Artrópodos. Grupo de animales invertebrados que tienen una cubierta dura llamada cutícula que sirve como exoesqueleto, además de tener muchos pares de patas y otros apéndices articulados. Ejemplo: cangrejos, camarones, arañas, alacranes, ácaros, ciempiés, milpiés e insectos.

Atmósfera. Capa de aire que rodea la Tierra.

Bola nido. Bola de estiércol que hacen los escarabajos coprófagos para poner un huevo.

Cambio climático global. Cambio en los patrones del clima por alteraciones en las variables meteorológicas.

Carroña. Carne de animales muertos, podrida.

Ciclo de vida. Etapas de desarrollo de un organismo desde el huevo hasta que muere.

Clorofluorocarbonos. Compuestos que contienen cloro, flúor y carbono, utilizados como gases propulsores en los aerosoles; su volatilidad y su estabilidad química provocan su acumulación en la alta atmósfera, donde su presencia, según los científicos, es causante de la destrucción de la capa protectora de ozono.

Coprófago. Que ingiere o come excrementos.

Descomponedor. Es el que separa las diversas partes que forman un compuesto.

Desparasitante. Agente o sustancia que quita los parásitos de una persona, un animal, un lugar, etcétera.

Diapausa. Estado de latencia fisiológica de una etapa del desarrollo de un organismo.

Dípteros. Insectos que tienen sólo un par de alas membranosas o que no las presentan por su tipo de vida; sus piezas bucales están dispuestas para la succión o para picar, ejemplo, la mosca.

Dispersión. Acción y efecto de separar, romper, desbaratar y diseminar lo que estaba antes reunido.

Diversidad. Variedad y abundancia de varias cosas distintas.

Diversidad biológica o biodiversidad. Variedad y abundancia de varios organismos vivos.

Ecosistema. Comunidad de los seres vivos cuyos procesos vitales se relacionan entre sí y se desarrollan en función de los factores físico-químicos de un mismo ambiente.

Efecto invernadero. Cuando los gases componentes de la atmósfera retienen parte de energía del suelo, calentado por radiación solar, incrementando la temperatura ambiental. Este efecto se ha acentuado por la emisión de gases como el dióxido de carbono y el metano debido a la actividad humana.

Esterilidad. Incapacidad del macho para fecundar o de la hembra para concebir.

Fenología. Sucesión de etapas del ciclo de vida de animales y plantas en relación con las variaciones climáticas que ocurren a lo largo del tiempo.

Hectárea. Medida de superficie que abarcan 10 000 metros cuadrados.

Helmineto. Gusanos redondos o planos que pueden ser parásito del hombre y de los animales. Ejemplos: lombrices intestinales, solitaria.

Herbicida. Producto químico que destruye de manera selectiva plantas herbáceas o impide su desarrollo.

Huevo. Célula germinal de la hembra fertilizada por el espermatozoide para dar origen a otro organismo.

Imago. Insecto adulto recién salido de su estado de desarrollo anterior.

Insecticida. Producto químico que sirve para matar insectos.

Invertebrado. Se dice de los animales que no tienen esqueleto interno ni columna vertebral.

Larva. Estado de desarrollo de un insecto después de huevo, que puede nutrirse por sí mismo y que no ha llegado a ser adulto.

Metano. Gas incoloro, producido por la descomposición de ciertos materiales orgánicos.

Mutagénesis. Producción de cambios o alteraciones irreversibles en la información genética.

Nematodo. Gusanos aschelminetos en forma de anguila, de hilo o redondos de vida libre o parásitos de plantas o animales. Ejemplo: gusanos de las vacas.

Pastizal. Terreno de abundante pasto.

Plaga. Presencia masiva y repentina de seres vivos de la misma especie que causan graves daños a poblaciones de plantas o animales.

Polinizadores. Agentes cuya actividad permite la obtención de polen de una flor para transferirlo a otra.

Potrero. Terreno con pastos que está cercado para alimentar y guardar el ganado.

Productividad. Cantidad por año de productos que se pueden obtener de un medio.

Pupa. Estado de desarrollo de un insecto previo al adulto joven o imago.

Recicladores. Que ayudan, intervienen y forman parte de los ciclos de materia al reintroducir desechos.

Subfamilia. Rango taxonómico de clasificación situado por debajo de la familia.

Tóxico. Relativo a un veneno o una toxina.

Vector. Agente que transporta algo de un lugar a otro. Como los seres vivos que pueden transmitir o propagar una enfermedad. Ejemplo: el mosquito que transmite el dengue.

Vertebrado. Se dice de los animales con esqueleto interno y que tienen columna vertebral llamada también espina dorsal.

Bibliografía de consulta

- Anderson, J. R., R. W. Merritt y E. C. Loomis** (1984). The insect-free cattle dropping and its relationship to increased dung fouling of rangeland pastures. *Journal of Economic Entomology* 77: 133-141.
- Anduaga, S. y C. Huerta** (2007). Importance of dung incorporation activity by three species of coprophagous beetle (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) macro-fauna in pastureland on “La Michilía” Biosphere Reserve in Durango, Mexico. *Environmental Entomology* 36 (3): 555-559.
- Cambeftort, Y.** (1994). *Le scarabée et les dieux*. Société Nouvelle des éditions Boubée, París. 224 pp.
- Cruz, R. M., I. Martínez M. y O. M. Alvarado** (2002). Population and reproductive features of *Aphodius (Trichaphodius) opisthius* Bates and *Cephalocyclus hogeii* Bates (Coleoptera, Aphodiidae: Aphodiinae). *The Coleopterists Bulletin* 56 (2): 221-235.
- Daly, H., J. T. V. Doyen y A. H. Purcell** (1998). *Introduction to Insect Biology and Diversity*. Oxford University Press, Inc., 2ª edición. 680 pp.

- Flannery, T.** (2007). *La amenaza del cambio climático. Historia y futuro*. Taurus, México, 393 pp.
- Halfpter, G. y W. D. Edmonds** (1982). *The nesting behavior of dung beetles (Scarabaeinae). An Ecological and Evolutive Approach*. Instituto de Ecología, ac, México, 176 pp.
- Halfpter, G. y G. Matthews** (1966). *The Natural History of dung beetles of the Subfamily Scarabaeinae*. Folia Entomológica Mexicana. Vols. 12 a 14, 312 pp.
- Jacobs, F.** (1993). *Cattle and Us, Frankly Speaking*. Detselig Enterprises Ltd., Calgary, Alberta, Canadá, 267 pp.
- Lobo, J. M. y E. Montes de Oca** (1994). Distribución local y coexistencia de *Digitonthophagus gazella* (Fabricius 1787) y *Onthophagus batesi* Howden & Cartwright 1963 (Coleoptera: Scarabaeidae). *Elytron* 8: 117-127.
- Losey, J. E. y M. Vaughan** (2006). The economic value of ecological services provided by insects. *BioScience* 56 (4): 311-323.
- Lumaret, J. P. e I. Martínez M.** (2005). El impacto de los productos veterinarios sobre los insectos coprófagos: consecuencias sobre la degradación del estiércol en los pastizales. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)* 21 (3): 137-148.
- Martínez M. I.** (1992). Données comparatives sur l'activité reproductrice chez *Canthon indigaceus chevrolati* Harold et *Canthon cyanellus cyanellus* LeConte (Coleoptera, Scarabaeidae). *Anns. Soc. ent. Fr. (n.s.)* 28 (4): 397-408.

- Martínez M., I.** (2005). Abundancias poblacionales y ciclos reproductivos de tres especies de escarabajos estercoleros (Coleoptera, Aphodiinae: Aphodiini) del volcán Cofre de Perote, Veracruz, México. *Folia Entomológica Mexicana* 44 (1): 27-36.
- Martínez M. I. y M. Cruz R.** (2002). Fenología y ciclos reproductivos en *Ataenius apicalis* Hinton y *Ataenius sculptor* Harold (Coleoptera Aphodiidae). *Bull. Soc. ent. Fr.* 107 (2): 177-186.
- Martínez M. I. y M. Cruz R.** (2009). El uso de químicos veterinarios y agrícolas en la zona ganadera de Xico, Centro de Veracruz, México y el posible impacto ambiental. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)* 25 (3): 673-681.
- Martínez M. I., M. Cruz R. y J. P. Lumaret** (2000). Efecto del diferente manejo de los pastizales y del ganado sobre los escarabajos coprófagos *Ataenius apicalis* Hinton y *Ataenius sculptor* Harold (Scrabaeidae: Aphodiinae: Eupariini). *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)* 80: 185-196.
- Martínez M. I. y J. P. Lumaret** (2006). Las prácticas agropecuarias y sus consecuencias en la entomofauna y el entorno ambiental. *Folia Entomológica Mexicana* 45 (1): 57-68.
- Martínez M. I., E. Montes de Oca y M. Cruz R.** (1998). Contribución al conocimiento de la biología del escarabajo coprófago *Onthophagus incensus* Say (Coleoptera Scarabaeidae: Scarabaeinae): datos ecológicos y reproductivos en relación con su fenología. *Folia Entomológica Mexicana* 103: 1-13.

- Martínez M., I. y M. T. Suárez** (2006). Phenology, Trophic Preferences, and Reproductive Activity in Dung Beetle Species (Coleoptera: Scarabaeoidea) in El Llano de las Flores, Oaxaca, México. *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 108 (4): 774-784.
- McKinney, G. T. y F. H. Morley** (1975). The agronomic role of introduced dung beetles in grazing systems. *Journal of Applied Ecology* 12: 831-837.
- Montes de Oca, E.** (2001). Escarabajos coprófagos de un escenario ganadero típico de la región de Los Tuxtlas, Veracruz: importancia del paisaje en la composición de un gremio funcional. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)* 82: 111-132.
- Montes de Oca, E. y G. Halffter** (1995). Daily and seasonal activities of a guild of the coprophagous, burrowing beetle (Coleoptera Scarabaeidae Scarabaeinae) in tropical grassland. *Tropical Zoology* 8: 159-180.
- Montes de Oca, E. y G. Halffter** (1998). Invasion of Mexico by two dung beetles previously introduced into the United States. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 33: 37-45.
- Morón, M. A.** (Ed.) (2003). *Atlas de los escarabajos de México. Coleoptera: Lamellicornia* Vol. II Familias Scarabaeidae, Trogidae, Passalidae y Lucanidae. Argania editio, S. C. P., Barcelona, 227 pp.
- Morón, M. A.** (Ed.) (2004). *Escarabajos 200 millones de años de evolución*. Instituto de Ecología AC, Xalapa. Sociedad Entomológica Aragonesa, Zaragoza, 204 pp.

- Nichols, E., S. Spector, J. Louzada, T. Laesen, S. Amezquita y M. E. Favila** (2008). Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. *Biological Conservation* 141: 1461-1474.
- Ratcliffe, B. C., M. L. Jameson y A. B. T. Smith** (2002). 34. Scarabaeidae Latreille 1802. En: Arnett Jr., R. H., M. C. Thomas, P. E. Skelley y J. Howard Frank (Eds.). *American Beetles. Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea*. Vol 2. CRC Press LLC, EUA. pp. 39-81.
- Trotta Moreu N., E. Montes de Oca e I. Martínez M.** (2007). Ecological and reproductive characteristics of *Geotrupes (Halffterius) rufoclavatus* Jeckel 1865 (Coleoptera: Scarabaeoidea: Geotrupinae) on the Cofre de Perote volcano (Veracruz, México). *The Coleopterist Bulletin* 61 (3): 435-446.





anexo fotográfico



Nota: las imágenes de los escarabajos
no corresponden a su tamaño real.







Fig. 2. Bolas nido fósiles de escarabajos rodadores provenientes de Uruguay. La mayor es una bola de alimento sin huevo puesto por la hembra. La menor es una bola de la que ya salió el adulto después de su desarrollo.

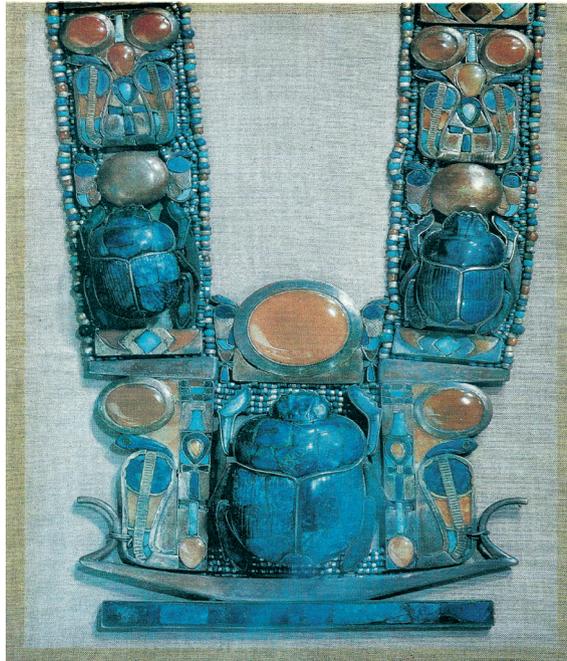


Fig. 3. El dios Khépri en pendientes. Uno de los collares de Tutankamon en oro y piedras preciosas con el dios Khépri y el Sol al centro.



Fig. 3. El dios Khépri en amuletos en piedra tallada o metales.





Fig. 3. El dios Khépri en amuletos en piedra tallada.



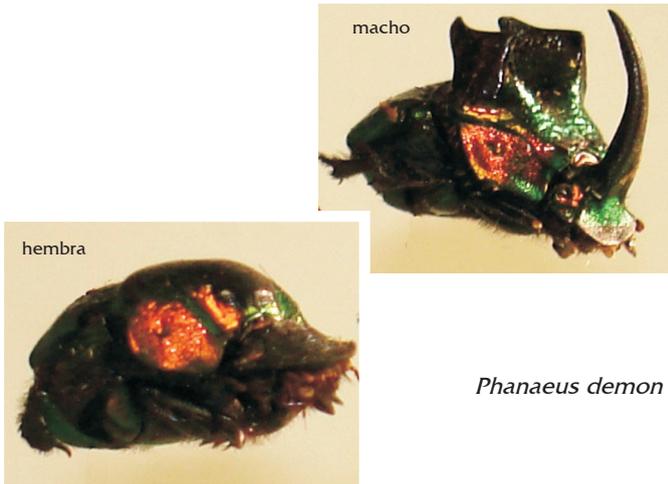
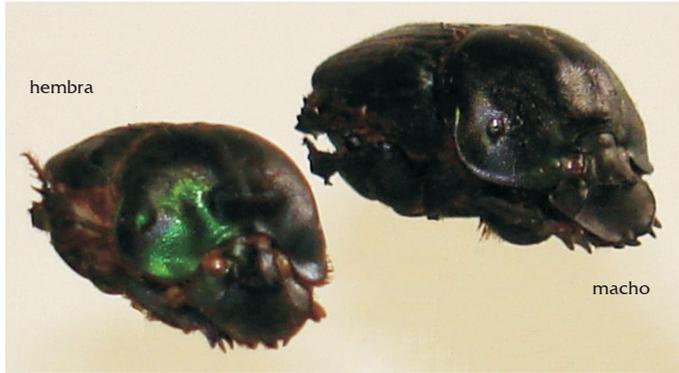


Fig. 5. Fotos de hembras y machos con dimorfismo sexual y sin dimorfismo sexual.





Coprophanaeus pluto

Fig. 5. Fotos de hembras y machos con dimorfismo sexual y sin dimorfismo sexual.



Phanaeus tridens





Fig. 6. Ejemplo de pastizales ganaderos de la zona fría de Veracruz. 1, Tonalaco, a 2940 metros sobre el nivel del mar, sobre la ladera oriente del Volcán Cofre de Perote. 2, Cuiyachapa, a 2700 metros sobre el nivel del mar sobre la ladera oriente del Volcán Pico de Orizaba.





*Ceratotrupes
bolivari*

Fotos de las especies más comunes
que se pueden encontrar en los
pastizales ganaderos de la zona fría
de Veracruz.



*Onthotrupes
sobrinus*



*Halffterius
rufoclavatus*



*Cephalocyclus
mexicanus*



*Nialaphodius
nigrita*

Fotos de las especies más comunes que se pueden encontrar en los pastizales ganaderos de la zona fría de Veracruz.



*Ataenius
opatrinus*



*Gonaphodiellus
opisthius*



Fig. 7. Ejemplos de pastizales ganaderos de la zona templada de Veracruz. 1, Acajete, a 2000 metros sobre el nivel del mar. 2, Pextlan, municipio de Xico, a 1464 metros sobre el nivel del mar. Ambos sitios sobre la ladera oriente del Volcán Cofre de Perote.



Onthophagus incensus



Canthon humectus



Onthophagus cyanellus



Fotos de las especies más comunes que se pueden encontrar en los pastizales ganaderos de la zona templada de Veracruz.

Agrilinus sallei

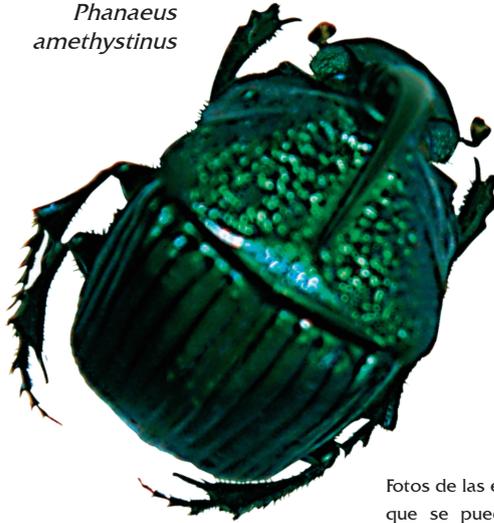




*Copris
incertus*



*Phanaeus
amethystinus*



Fotos de las especies más comunes
que se pueden encontrar en los
pastizales ganaderos de la zona
templada de Veracruz.





Fig. 8. Ejemplos de pastizales ganaderos de la zona tropical de Veracruz. 1, Palma Sola, a 40 metros sobre el nivel del mar. 2, Los Tuxtlas, aproximadamente a 100 metros sobre el nivel del mar.





*Canthon
indigaceus
chevrolati*

*Canthon
cyanellus
cyanellus*



*Onthophagus
batesi*



Fotos de las especies más comunes
que se pueden encontrar en los
pastizales ganaderos de la zona
tropical de Veracruz.

*Euniticellus
intermedius*





*Digithonthophagus
gazella*



*Copris
lugubris*



*Dichotomius
amplicolis*



Fotos de las especies más comunes que se pueden encontrar en los pastizales ganaderos de la zona tropical de Veracruz.

Phanaeus tridens



Dichotomius colonicus

Fotos de las especies más comunes que se pueden encontrar en los pastizales ganaderos de la zona tropical de Veracruz.



Phanaeus tridens



Fig. 9. Proceso de cambio de una boñiga de estiércol vacuno sin la intervención de escarabajos (A).





Fig. 9. Proceso de cambio de una boñiga de estiércol vacuno con la intervención de ellos (B).



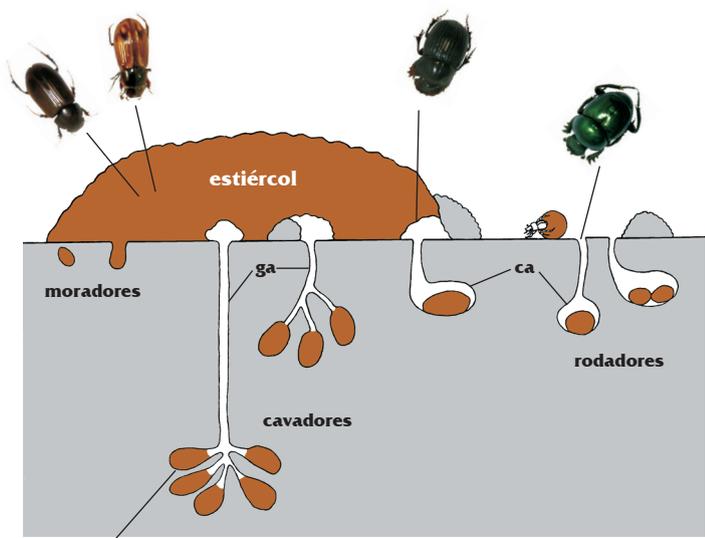


Fig. 10. Comportamiento de reubicación del estiércol por los escarabajos del estiércol. Los escarabajos moradores se quedan en el estiércol o entierran muy poco bajo la boñiga. Los cavadores hacen galerías o cámaras bajo la boñiga y entierran estiércol al fondo. Los rodadores ruedan las bolitas de estiércol lejos de la boñiga. (ca, cámaras; ga, galerías).



Fig. 11. Pareja de macho y hembra *Canthon indigaceus* rodando una bola de estiércol hacia donde harán el nido para la puesta.

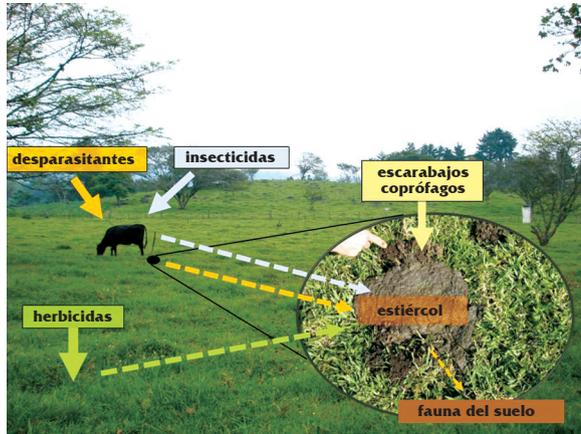


Fig. 14. Principales sustancias químicas utilizadas en las prácticas ganaderas que afectan a los escarabajos del estiércol, a otra fauna del suelo y al hombre.



A)

Fig. 15. Fotos de boñigas, A) una sin tocar por los escarabajos. B) otra donde se muestra la actividad de enterramiento del estiércol por los escarabajos, observe la tierra sacada a la superficie al enterrar el excremento vacuno.



B)



Fig. 16. Anuncios colocados en los caminos de África del Sur y de Australia para tener cuidado con los escarabajos.



Este libro se terminó de imprimir en octubre de 2011, siendo gobernador del estado de Veracruz el doctor Javier Duarte de Ochoa y secretario de Educación el licenciado Adolfo Mota Hernández. Impreso en Prograf, S.A. de C.V., la edición consta de 3000 ejemplares.