UNIVERSIDAD VERACRUZANA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

Campus Túxpan

Maestría en Ciencias del Ambiente

"EVALUACIÓN DE LACTONAS MACROCÍCLICAS SOBRE LA POBLACIÓN DE ESCARABAJOS COPRÓFAGOS"

TESIS

Que para obtener el título de:

MAESTRA EN CIENCIAS DEL AMBIENTE

PRESENTA:

MVZ. ANALI ELSA BELLO VELAZQUEZ

DIRECTOR:

DRA. IVETTE ALICIA CHAMORRO FLORESCANO

CO-DIRECTOR:

DR. MARIO ENRIQUE FÁVILA CASTILLO

Túxpan, Veracruz **2017**

El presente trabajo de intervención: "**Evaluación de lactonas macrocíclicas sobre la población de escarabajos coprofágos**", realizado por la C. Anali Elsa Bello Velazquez, bajo la dirección de la Dra. Ivette Alicia Chamorro Florescano y el Dr. Mario Enrique Fávila Castillo, ha sido revisado y aprobado como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS DEL AMBIENTE

DRA. IVETTE ALICIA CHAMORRO FLORESCANO

DIRECTORA

DR. MARIO ENRIQUE FÁVILA CASTILLO

DIRECTOR

TUXPAN DE RODRÍGUEZ CANO, ENERO 2017.

UNIVERSIDAD VERACRUZANA

Universidad Veracruzana

Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias

Maestría en Ciencias del Ambiente

Revisión del trabajo de intervención del alumno: Anali Elsa Bello Velazquez

Nombre	Fecha	Dictamen	Firma
Osvaldo Javier Enciso Díaz	05/Ene/2017	Aprobada.	
Marisela López Ortega	05/enero/2017	Aprobada	
Rodrigo Cuervo González	05/Enero/2017	Aprobada	

En la presente revisión se acordó que el trabajo de intervención denominado "**Evaluación de lactonas macrocíclicas sobre la población de escarabajos coprofágos**" que presenta el sustentante para obtener el título de Maestra en Ciencias del Ambiente, está terminado por lo que puede proceder a su inmediata impresión.

AGRADECIMIENTOS

Al Padre Celestial por permitirme terminar esta etapa de formación profesional.

Al apoyo financiero del CONACYT, otorgado mediante la beca de posgrado.

A la Dra. Ivette Alicia Chamorro Florescano, primero por aceptar ser mi directora de tesis y segundo por todo el apoyo brindado para realizar este trabajo, por su tiempo para revisarlo, y todas sus sugerencias. Gracias por toda su paciencia.

Al Dr. Mario Enrique Fávila Castillo, de la Red de Ecoetología del Instituto de Ecología A. C., primero por aceptar ser mi director de tesis y segundo por todo el apoyo brindado para realizar este trabajo, por su tiempo y sus sugerencias para la realización de este trabajo.

Al Dr. José Luis Alanís Méndez coordinador del posgrado.

Al Biol. Fernando Escobar del Hernández de la Red de Ecoetología del Instituto de Ecología A. C., por su apoyo en la toma de fotografías e identificación de los Scarabaeinae.

Al Biol. Abel Villagrán por permitirme trabajar en su rancho “La loma” y todas las facilidades otorgadas, gracias por la confianza.

Al C. Ricardo Lara Hernández por permitirme trabajar con su ganado.

Al MVZ. Lorenzo Gómez Valdez por su apoyo para la desparasitación y toma de muestras.

Al Biol. Juan Pablo Santiago Molina le agradezco el apoyo brindado dentro del trabajo de campo y laboratorio. Gracias por compartir tus conocimientos.

Al personal del rancho “El Tenango” por su apoyo para el manejo del ganado.

A la Dra. Maribel Ortiz Domínguez por las facilidades otorgadas dentro del laboratorio.

A la Comisión lectora, por sus comentarios y observaciones para mejorar el presente trabajo.

Al Dr. Ascención Capistrán Barradas por su apoyo y literatura otorgada.

A la Mtra. Karla C. Garcés García por su orientación y apoyo.

A Emilio Daniel Álvarez González, por su apoyo, comprensión y compañía en algunas salidas a campo.

A mi madre, por tu apoyo y sus palabras de aliento.

A mis amigos y compañeros de salidas al campo: Biol. Fidel García Falcón, Biol. Valeria Guadalupe Cano Velázquez, Lic. Agro. Int. Luis García Tolentino, Mauricio Gutiérrez Melgarejo, Patricia Domínguez de Luna, Emanuel Vázquez Pérez, Erica Isabel Labastida Victoriano, Carlos Antonio Baltazar Ojeda, Rusbel Durán Zetina, Claudia Lizcano Rubio, GRACIAS, ustedes fueron parte muy importante en esto.

A la MVZ. Bárbara Yssel Gómez Valdez por las facilidades otorgadas para dentro del Centro de Salud Animal de Túxpam, Ver.

A MVZ. Saúl Cruz Licona, Ing. Luis García, MVZ. Marco Antonio Alarcón Zapata, MVZ. Benjamín Alarcón Solís, MVZ. Carlos Juventino López Alonso por permitirme el acceso a sus ranchos para la colocación de trampas, aunque eso ya no forme parte de este trabajo, es importante darles las gracias por su apoyo.

A los productores y médicos que amablemente contestaron las entrevistas.

A la directiva de la Unión Ganadera de zona Norte del estado de Veracruz, por permitirme realizar las entrevistas dentro de la Unión Ganadera de la zona norte del estado de Veracruz.

A la directiva de la Asociación Ganadera local de Tuxpan, Ver por permitirme realizar las entrevistas a los socios ganaderas.

Al presidente de la Asociación Ganadera local de Álamo, Veracruz, por permitirme realizar las entrevistas a los socios ganaderos.

A la oficial mayor de la Asociación Ganadera local de Tuxpan, Ver. Susy Dolores Díaz y Christian Hernández Castañeda, por su apoyo para realizar las entrevistas a los socios ganaderas.

A la Lic. Laura Mayela Barradas Ponce, por su apoyo para realizar las entrevistas en la Asociación Ganadera local de Álamo, Veracruz.

A todos aquellos que me ayudaron en el proceso de este trabajo

GRACIAS A TODOS

DEDICATORIAS

A *mi hijo*

Quién me motiva a ser mejor.

A *mi madre*

Por ser parte importante en mi vida.

A *mi esposo*

Por tu apoyo y comprensión.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN XI

1. INTRODUCCIÓN 1

2. ANTECEDENTES 3

2.1. Los Escarabajos del Estiércol 3

2.2. La ganadería, el uso de las lactonas macrocíclicas y los escarabajos estercoleros 5

2.2.1 Estructura química de las lactonas macrocíclicas 5

2.2.2 Mecanismo de acción de las lactonas macrocíclicas 8

2.2.3 Impacto de las lactonas macrocíclicas en el ambiente 11

2.2.4 Detección de residuos de lactonas en las excretas del ganado 13

3. OBJETIVOS 16

3.1 Objetivo general 16

3.2 Objetivos particulares 16

4. ÁREA DE ESTUDIO 17

5. MATERIAL Y MÉTODOS 20

5.1 Determinación de lactonas de mayor uso 20

5.2 Determinación de atracción hacia coleópteros 20

5.4 Análisis de datos 25

5.4.1 Determinación de lactonas de mayor uso 25

5.4.2. Evaluación de atracción hacia coleópteros 25

6. RESULTADOS 27

6.1 Determinación de lactonas de mayor uso 27

6.1.2 Frecuencia en el uso de desparasitantes 31

6.2 Determinación de atracción hacia coleópteros 35

6.3 Tríptico sobre la importancia de los escarabajos dentro de la ganadería 38

7. DISCUSIÓN 40

7.1 Lactona de mayor uso y frecuencia 40

7.2 Atracción hacia excretas con residuos de lactonas macrocíclicas 42

8. CONCLUSIONES 47

8.1 APLICACIÓN PRACTICA 48

9. BIBLIOGRAFÍA 50

ANEXOS 64

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Listado de especies de *Scarabaeinae* colectadas en el rancho “La Loma”, Tuxpan, Veracruz, México. 36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Origen y clasificación de los fármacos endectocidas: avermectinas y milbemicinas (Tomado de Lifschitz *et al*., 2002). 6

Figura 2. Estructura química de doramectina (Tomado de PubChem, 2015). 7

Figura 3. Relación entre el mecanismo propuesto y la acción antiparasitaria de los fármacos endectocidas sobre nemátodos y artrópodos (Tomado de Lifschitz *et al*., 2002). 9

Figura 4. Localización del rancho “Tenango”, en Tepetzintla y “La Loma”, en Tuxpan, Veracruz, México. 18

Figura 5. Rancho “Tenango”, Tepetzintla, Veracruz, México. 19

Figura 6. Rancho “La Loma”, Tuxpan, Veracruz, México. 19

Figura 7. Toma de muestra por palpación y realización de muestra homogénea por grupo 21

Figura 8. Colocación de muestras en frascos de tapa de rosca y congelación. 22

Figura 9. Distribución de las trampas con los tratamientos, se colocaron en cuatro transectos con separación de 100 metros entre cada uno. 23

Figura 10. Trampas tipo “pitfall” o caída libre, se colocó un plato encima para evitar la pérdida de material durante las lluvias. 24

Figura 11. Colecta de especímenes capturados por trampa y colocación en camas de algodón. 25

Figura 12. Desparasitantes de mayor uso en el municipio de Tamiahua, Veracruz. 28

Figura 13. Desparasitantes de mayor uso en el municipio de Túxpan, Veracruz. 29

Figura 14. Desparasitantes de mayor uso en el municipio de Álamo, Veracruz. .. 30

Figura 15. Desparasitantes de mayor uso en el municipio de Tepetzintla, Veracruz. 31

Figura 16. Número de desparasitaciones realizadas al año en el municipio de Tamiahua, Veracruz. 32

Figura 17. Número de desparasitaciones realizadas en el municipio de Tuxpan, Veracruz. 33

Figura 18. Número de desparasitaciones por año en el municipio de Álamo, Veracruz. 34

Figura 19. Número de desparasitaciones al año en el municipio de Tepetzintla, Veracruz. 35

Figura 20. Riqueza de especies colectadas en los meses de muestreo. 37

Figura 21. Abundancia de especies colectadas en diferentes meses de muestreo 38

Figura 22. Tríptico elaborado para difusión de la información. 39

RESUMEN

“Evaluación de lactonas macrocíclicas sobre la población de escarabajos coprófagos”

Anali Elsa Bello Velazquez

En el presente estudio se aplicó una encuesta a productores de los municipios de Tuxpan, Tamiahua, Tepetzintla y Álamo, todos pertenecientes al estado de Veracruz, para conocer su percepción sobre el uso de desparasitantes, la frecuencia en su uso y su conocimiento sobre el efecto en los escarabajos del estiércol. Por otro lado, se evalúo la atracción del excremento de vacas desparasitadas con tres tipos de lactonas macrocíclicas en los escarabajos del estiércol. En el rancho “Tenango” se establecieron cuatro tratamientos de cinco individuos (vacuno), los cuales fueron desparasitados con moxidectina, doramectina, ivermectina respectivamente y se tuvo un grupo control. Posteriormente, se recolectaron las excretas de los días 3 y 28 post tratamiento. En el rancho “La Loma” se colocaron un total de 80 trampas de tipo “Pitfall” con 50 gr de excremento de los días 3 y 28 posteriores al tratamiento de cada grupo de bovinos. Las trampas se distribuyeron en cuatro transectos separados por 100 metros (dos transectos por periodo transcurrido: 3 días y 28 días post tratamiento). Los resultados de las entrevistas mostraron: 1) tendencia por el uso de ivermectina y doramectina, 2) Falta de dosificación y 3) uso frecuente de estos desparasitantes. Se colectaron 231 individuos pertenecientes a ocho especies *Canthon cyanellus cyanellus, Canthidium*

pseudopuncticolle, *Copris lugubris*, *Copris incertus*, *Onthophagus corrosus*, *Onthophagus landolti*, *Dichotomius colonicus*, *Digitonthophagus gazella*. Para la riqueza de especies y abundancia se observó una influencia significativa entre los muestreos (meses) y no entre los tratamientos aplicados, lo que indica que los desparasitantes no influyeron sobre la atracción hacia los escarabajos del estiércol. Se concluye que en el presente estudio no se observó efecto de atracción hacia excretas con residuos de lactonas macrocíclicas, sin embargo, es necesario mejorar las prácticas pecuarias de la zona para reducir el daño hacia escarabajos del estiércol.

Palabras clave: moxidectina, doramectina, ivermectina, lactonas, escarabajos.

1. INTRODUCCIÓN

Debido a las crecientes pérdidas económicas dentro de la producción pecuaria por causa de enfermedades parasitarias en México en los últimos años, ha aumentado la demanda de productos con mayor efectividad para contrarrestarlas (García *et al*., 2011). Esto ha provocado el uso desmedido de lactonas (endectocidas) macrocíclicas como desparasitantes del ganado tales como abamectina, moxidectina, doramectina e ivermectina (Márquez, 2007), siendo estas dos últimas las de mayor uso en la zona Norte de Veracruz.

El empleo continuo del grupo de endectocidas es por que poseen un amplio espectro de actividad contra nemátodos y artrópodos parásitos (Blagburn y Lindsay, 2001), sin embargo, el efecto nocivo de estas sustancias usadas como desparasitantes tiene gran repercusión en el ambiente, así como en la micro y macro fauna presente en el suelo (Boxall *et al.*, 2004). El daño al ambiente se origina cuando las lactonas macrocíclicas se eliminan del animal tratado, a través de las diferentes vías de excreción, heces principalmente, de forma secundaria en la orina, y en leche en mínima proporción (Sumano y Ocampo, 2006). Esto ocurre después de la administración sobre el ganado que puede ser por diversas vías (subcutánea, oral o tópica).

La eliminación de las lactonas en las heces afecta a los macro y micro organismos presentes en el suelo, esto ocurre debido a que las heces representan un recurso alimenticio muy codiciado por diferentes grupos de invertebrados como son las lombrices, los dípteros coprófagos, y los escarabajos del estiércol (Aparicio *et al*., 2011). En zonas tropicales, los escarabajos del estiércol poseen gran interés a nivel económico, pues contribuyen al reciclaje de nutrientes en zonas ganaderas con lo cual aumenta el nitrógeno en el suelo, lo que se refleja en un mejoramiento en la fertilidad de tales suelos, dando mayor eficiencia y utilización al área (Behling, 2006). En ausencia de esta actividad, la pérdida de nitrógeno por volatilización es de 80% del contenido (Gillard, 1967).

El propósito de este estudio es evaluar el efecto de lactonas macrocíclicas eliminadas en las heces del ganado vacuno sobre la atractividad a poblaciones de los escarabajos del estiércol presentes en los pastizales ganaderos de la zona de Túxpan en el estado de Veracruz. Por otra parte, se tiene la finalidad de hacer conciencia sobre la importancia de su función ecológica y de los efectos nocivos del uso de este grupo de desparasitantes sobre los escarabajos del estiércol, esto a través de la divulgación de la información obtenida a los ganaderos de la región.

2. ANTECEDENTES

2.1. Los Escarabajos del Estiércol

Los escarabajos son organismos muy antiguos, pues han sobrevivido millones de años y se cree que coexistieron junto con los dinosaurios en el periodo Triásico de la era Mesozoica (Morón, 2004).

Los escarabajos son artrópodos que forman parte de la fauna edáfica presente en el suelo (Martínez *et al*., 2011; Zuluaga *et al*., 2011), y por su comportamiento, morfología y biología, los escarabajos del estiércol han tenido importancia dentro de diversas teologías; en Egipto, por ejemplo, fueron representados en templos, pirámides, papiros y tumbas, y se creía que acompañaba a los egipcios durante la vida y la muerte. La conexión entre la teología y la biología de estos insectos, se deriva en cuatro aspectos importantes como son el rotar la bola del estiércol, la búsqueda de deyecciones (Hanskin, 1988), su metamorfosis bajo la tierra, y la eclosión e inicio de vida (Martín, 1997).

Los escarabajos del estiércol pertenecen a la familia Scarabaeidae, subfamilia Scarabaeinae y comparten características morfológicas, ecológicas y de comportamiento (Halffter, 1991). Mundialmente se conocen alrededor de 6,000 especies y 200 géneros de escarabajos coprófagos (Halffter, 1991). En México en

2003, se reportaba la existencia de 228 especies de Scarabaeinae distribuidas en 25 géneros (Morón, 2003). Para el año 2012 se detalla a nivel nacional 49 nuevos registros para 38 especies de *Geotrupidae*, *Hybosoridae*, *Melolonthidae* y *Scarabaeidae* en diferentes estados y para Veracruz se realizó un nuevo registro de una especie de Scarabaeoidea, teniendo un total de 432 especies, con lo que se coloca como el segundo estado con mayor cantidad de especies de Scarabaeoidea, después de Chiapas que se encuentra en primer lugar con 466 registros (Morón, 2012). Asimismo, en estudios recientes para los municipios de Tamalín y Tantima pertenecientes al área natural protegida de la sierra de Otontepec, Veracruz, se han colectado 439 individuos pertenecientes a 13 especies de la subfamilia Scarabaeinae (Carrillo, 2014).

Los escarabajos aportan un servicio ambiental al degradar las excretas presentes en el suelo, lo que beneficia a la productividad ganadera (Cruz, 2011). Este beneficio se logra cuando los escarabajos se alimentan del estiércol presente en los pastizales y los reincorporan al suelo. Sin esta actividad las deyecciones permanecerían en el suelo por meses e incluso años (Lumaret y Kadiri, 1995). Con el aumento de los escarabajos estercoleros en los sistemas de reconversión ganadera, es posible recuperar las funciones ecológicas relacionadas con el reciclaje de nutrientes, la degradación de estiércol y el control biológico de moscas y parásitos gastrointestinales (Zuluaga *et al*., 2011).

2.2. La ganadería, el uso de las lactonas macrocíclicas y los escarabajos del estiércol

En todo el mundo, los endectocidas de mayor uso para el control de nemátodos y artrópodos que afectan al ganado, son las lactonas macrocíclicas como la abamectina, doramectina, eprinomectina, ivermectina y moxidectina (Floate, 2007).

En la zona ganadera de Xico, Veracruz y en la región subtropical de Escárcega, Campeche se usan productos como levamisol, albendazol e ivermectina. En estas regiones se ha encontrado que los parásitos gastrointestinales son ya resistentes a ivermectina, como consecuencia de un manejo excesivo de este producto (Martínez y Cruz, 2009; Encalada *et al*., 2008).

2.2.1 Estructura química de las lactonas macrocíclicas

Las lactonas macrocíclicas son productos de fermentación derivados de hongos del género *Streptomyces* que viven debajo de la tierra. Además de tener una actividad desparasitante de amplio espectro, son eficaces a concentraciones muy bajas (Blagburn y Lindsay, 2001). Estos compuestos se dividen en dos familias que son las avermectinas y milbemicinas (Fig. 1), ambas con estructuras moleculares y espectros similares, siendo los mecanismos de acción y resistencia semejantes (Shoop *et al.,* 1995). Las avermectinas son productos de la fermentación de

Streptomyces avermitilis en los que el macrociclo de 16 miembros está sustituido por dos anillos unidos por un átomo central en los carbonos C-17 a C-28, un hexahidrobenzofurano en los carbonos C-2 a C-8 y un disacárido bisoleandrosílico en carbono C-13 (Blagburn y Lindsay, 2001).

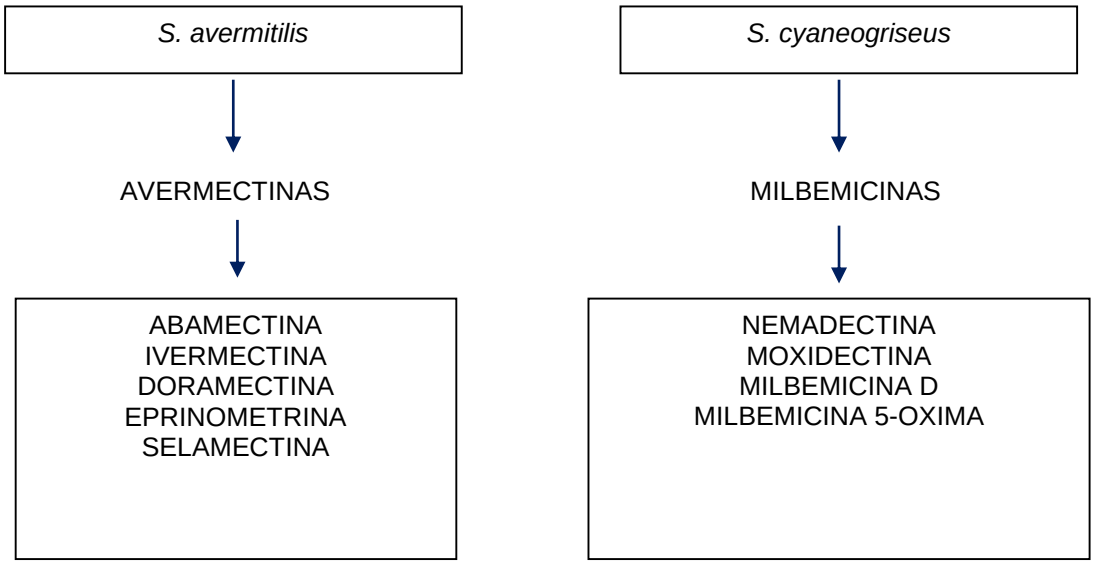


Figura 1. Origen y clasificación de los fármacos endectocidas: avermectinas y milbemicinas (Tomado de Lifschitz *et al*., 2002).

Dentro del grupo de las avermectinas se encuentran las naturales (ivermectina, abamectina) y las biosintéticas (doramectina, eprinometrina, selamectina) obtenidas de *Streptomyces avermitilis* (Sumano y Ocampo, 2006). La avermectina es una mezcla de cuatro componentes mayoritarios (avermectinas A_{1a}, A_{1b}, B_{1a} y B_{2a}) y cuatro componentes minoritarios (avermectinas A_{1b}, A_{2b}, B_{1b} y B_{2b}). La ivermectina, deriva de la mezcla de avermectinas B_1, por saturación del doble enlace entre los

carbonos C-22 y C-23, consta de no menos del 80% de 22,23-dihidroavermectina B_{1a} y no más del 20% de 22,23-dihidroavermectina B_{1b}. La ivermectina es un polvo de color blanco amarillento que es muy lipófilo e hidrófobo. Se disuelve en la mayoría de los disolventes orgánicos, pero es poco soluble en agua. Es estable a temperatura ambiente en soluciones no ácidas, pero es degradado por la luz UV (Blagburn y Lindsay, 2001).

La doramectina (25-ciclohexilo-avermectina B_1) es una avermectina preparada por biosíntesis mutacional, en la cual el precursor (ácido ciclohexanocarboxílico) fue adicionado a una cepa mutante de *Streptomyces avermitilis* obteniéndose una AVM que difiere de ivermectina en cuanto a estructura química, por la presencia de un núcleo ciclohexilo nivel de C_{25} (Fig. 2; Lifschitz *et al*., 2002). Su espectro es contra nemátodos gastrointestinales, vermes pulmonares, vermes de ojos, contra los piojos chupadores, gorgojos, garrapatas, ácaros y vermes barrenadores (*Cochliomya hominivorax*) del ganado vacuno (Blagburn y Lindsay, 2001).

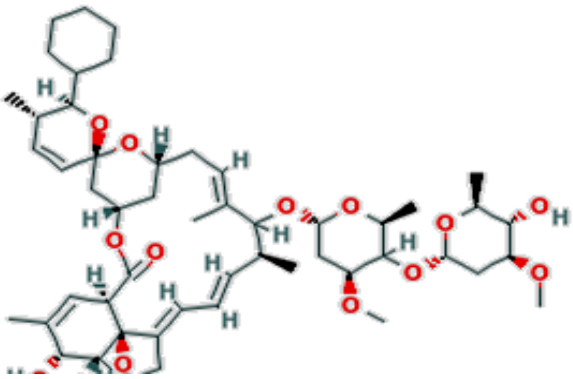


Figura 2. Estructura química de doramectina (Tomado de PubChem, 2015).

Las milbemicinas, son productos de fermentación de dos especies de hongos parecidas a las avermectinas, pero carecen de sustituyente en C-13 (Blagburn y Lindsay, 2001). Ambas familias (avermectinas y milbemicinas) tienen estructuras moleculares y espectros similares, siendo los mecanismos de acción y resistencia semejantes (Shoop *et al.,* 1995) y se les denomina macrocíclicas por las características de su estructura química (una de azúcar y una de aglicona), en esta familia se encuentran la milbemicina, producto de la fermentación de *Streptomyces hygroscopicus* y la moxidectina (23-*0*-metilo-xima-nemadectina), sintetizada en Japón en 1990 y que es un derivado semisintético de la nematectina, que es un anillo lactona macrocíclico producido por la fermentación de *Streptomyces cyanogriseus* (Sumano y Ocampo, 2006; Lifschitz *et al.*, 2002).

2.2.2 Mecanismo de acción de las lactonas macrocíclicas

Los fármacos endectocidas producen su efecto antiparasitario al incrementar la permeabilidad de la membrana celular para los iones de cloro (Cl^-), con la resultante hiperpolarización y parálisis de la musculatura faríngea y somática de los parásitos (Fig. 3; Lifschitz *et al*., 2002).

Figura 3. Relación entre el mecanismo propuesto y la acción antiparasitaria de los fármacos endectocidas sobre nemátodos y artrópodos (Tomado de Lifschitz *et al*., 2002).

Los fármacos endectocidas son eliminados en concentraciones elevadas por la bilis y la materia fecal principalmente como compuesto madre sin metabolizar, excretándose por esta vía más del 90 % de la dosis administrada. Debido a sus

características fisicoquímicas, estos compuestos pueden sufrir circulación enterohepática, lo que contribuye a su prolongada permanencia en el organismo del animal. La ivermectina se metaboliza en el hígado por medio de las vías oxidativas y se excreta principalmente por heces. Menos del 5 % de la droga (como compuesto madre) se excreta por orina y en los bovinos tiene una vida media de eliminación de 2-3 días; depuración total del cuerpo 0.79 L/kg/día (Plumb, 2010).

Los fármacos endectocidas alcanzan elevadas concentraciones en tejidos de localización parasitaria, como las mucosas abomasal e intestinal, piel y el tejido pulmonar, siendo estas concentraciones significativamente mayores a las obtenidas en el plasma (Lifschitz *et al*., 2002).

Las elevadas concentraciones de ivermectina (IVM) que son eliminadas por las heces mantienen su actividad biológica y ejercen su poder insecticida sobre un gran número de especies de dípteros y coleópteros que colonizan la materia fecal de los bovinos (Rodríguez *et al*., 2010). La IVM se encuentra fuertemente unida a las partículas de heces bovinos, y sólo en una mínima proporción es arrastrada por el agua. La IVM tiene una semivida variable en mezclas de materia fecal y suelo, que va desde los 14 días en los meses de verano hasta los 240 días a 22º C en condiciones de laboratorio (Lifschitz *et al*., 2002).

2.2.3 Impacto de las lactonas macrocíclicas en el ambiente

Los tratamientos parasitarios a base de lactonas macrocíclicas resultan en residuos insecticidas en las heces del ganado e inevitablemente tendrán efectos indirectos sobre la abundancia de no blancos, como son los escarabajos colonizadores del estiércol, y otras especies de micro y macro invertebrados (Wall y Beynon, 2012). Ejemplo de esto, es el escarabajo *Liatongus minutus* que presentó tendencia por colonizar excretas con residuos de eprinometrina, lo que ha sugerido que los adultos de esta especie tienen preferencia por colonizar las excretas del ganado tratado (Iwasa y Sugitani, 2014). Es por ello que el uso constante de lactonas macrocíclicas tiene un efecto negativo sobre las poblaciones de escarabajos coprófagos, ejemplo de esto es la ivermectina que a bajas concentraciones afecta a los escarabajos adultos del estiércol al presentar susceptibilidad a la toxicidad de esta lactona pues altera sus actividades sensoriales y motoras, impidiendo el desarrollo de sus actividades biológicas básicas llevando así a la disminución de las poblaciones de escarabajos (Verdú *et al*., 2015).

La preferencia de los escarabajos para colonizar las excretas con o sin residuos de alguna lactona macrocíclica puede variar, pues los organismos prefieren colonizar las excretas no tratadas en comparación con las excretas del ganado tratado con doramectina (Webb *et al.*, 2010). En un trabajo realizado en Alberta, Canadá se evaluó la atracción de las heces con moxidectina, abamectina, eprinometrina e

ivermectina, durante las estaciones de primavera y verano, durante tres años. Se obtuvo que las trampas con mayor captura de escarabajos fueron las que contenían cebo de excretas con ivermectina, lo cual pudo deberse a la presencia de diferentes compuestos volátiles, diferentes concentraciones de estos compuestos volátiles o ambas (Floate, 2007).

En Francia se evaluó la atracción de los escarabajos del estiércol hacia excretas con residuos de ivermectina suministrada en forma de bolos, y se observó que las trampas con residuos de esta lactona tuvieron un efecto atractivo significativo en comparación con las de control, pues presentaron mayor presencia de escarabajos, con lo que se consideró que afecta tanto a los escarabajos adultos como a larvas siendo estas más susceptibles por su sensibilidad (Errouissi y Lumaret, 2010).

La vía de administración de lactonas macrocíclicas en bovinos es variada y ésta repercute al momento de su eliminación del organismo del animal, debido a que se excretan mayores cantidades cuando es administrada en forma de bolos alimenticios. También es importante mencionar que sea por vía oral o subcutánea, se han detectado en el cuerpo del animal hasta después de 28 días de su administración, asimismo la excreción de ivermectina en vacas y ovejas es de al menos el 98 % de la dosis en heces independientemente de la vía de administración (Steel, 1993) y al menos 2 % en la orina (Mckellar y Benchaoui, 1996), sin embargo, esto va en relación a la dosis aplicada y condiciones climáticas, escala espacial del

tratamiento y proporción de animales tratados (Martínez y Lumaret, 2006; Kryger *et al*., 2005). Para el caso de su presencia en las excretas y debido al impacto ambiental que representan, algunos autores consideran importante conocer tanto las características de eliminación hacia el ambiente como cuantificar la cantidad excretada, para así evaluar los riesgos potenciales sobre la fauna que coloniza las heces (Pérez *et al.*, 2001; Domínguez, 2006).

La permanencia por largos periodos de estos endectocidas en el suelo, así como otras substancias denominadas xenobióticas, afecta a las poblaciones microbiales del suelo, con lo cual se reducen sus habilidades de competencia, tasas de mineralización, capacidad de biodegradación, resistencia a temperaturas extremas y la diversidad de metabolitos secundarios (Wing, 2008).

2.2.4 Detección de residuos de lactonas en las excretas del ganado

Se han realizado estudios a través de Cromatografía Liquida de Alta Eficiencia (CLAE) para determinar la cantidad de lactonas macrocíclicas excretadas, como en Chillan, Chile, en los que se demostró que, en las excretas los ovinos eliminaban la doramectina, moxidectina y abamectina, hasta 60 días después de aplicado el tratamiento (Hernández, 2005; Domínguez, 2006; Navias, 2006). Sin embargo, en estudios realizados en Colombia, se detectó que la concentración máxima de

ivermectina fue al día segundo día post tratamiento y se cuantifico la presencia de este desparasitante hasta el día 20 después de la aplicación a las novillas (Moreno *et al.,* 2015).

Otro ejemplo es en Japón, en donde se evaluó el efecto de la moxidectina sobre insectos de las excretas y para lo cual se realizó Cromatografía Líquida de Alta Eficiencia. Se encontró que el nivel máximo de esta lactona fue el día 3 después de su aplicación por vía tópica, en el día 7 empezó a disminuir y para el día 21 y 28 después del tratamiento no se detectó moxidectina (Iwasa *et al*., 2008).

Por los servicios ambientales que los escarabajos ofrecen, estos han adquirido gran estima en países como Australia y en Estados Unidos de América (Martínez *et al*., 2011), sin embargo en México aún falta conocer más sobre este tema, es por ello que algunos autores sugieren que se debe involucrar a la población sobre la importancia de los escarabajos, conocer su abundancia, diversidad y biología para su conservación, pues se permitirá establecer programas calendarizados para la aplicación de vermicidas, herbicidas e insecticidas con las dosis mínimas necesarias y de esta manera minimizar el impacto hacia las poblaciones de escarabajos (Martínez y Cruz, 2009). Otra sugerencia a nivel nacional, es el desarrollo de estudios del impacto de las actividades humanas y la influencia de la ganadería, por lo que es necesario el conocimiento de la composición faunística de escarabajos estercoleros como el trabajo desarrollado por Basto *et al*. (2012).

En el presente trabajo se investigó el tipo de lactonas utilizadas en ranchos ganaderos de municipios en el norte del estado de Veracruz, adicionalmente se evaluó el efecto de los diferentes tipos de lactonas macrocíclicas presentes en el excremento del ganado sobre la atracción a los escarabajos del estiércol. Dado que puede haber una degradación de las lactonas en el excremento a lo largo del tiempo después de haber sido aplicado el desparasitante.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de tres lactonas macrocíclicas (doramectina, ivermectina y moxidectina) sobre la atractividad de los escarabajos del estiércol en la zona norte del Estado de Veracruz.

3.2 Objetivos particulares

- Determinar la lactona de mayor uso y frecuencia en los potreros de cuatro municipios ganaderos de la zona norte del Estado de Veracruz.

- Determinar el efecto de atracción sobre los escarabajos del estiércol de excremento de vacas que fueron desparasitadas con diferentes tipos de lactonas macrocíclicas (en 3 y 28 días posteriores) en el periodo de lluvias-nortes.

- Generar un tríptico sobre los efectos de las lactonas macrocíclicas y la importancia de los escarabajos del estiércol, dirigido a los ganaderos de la región.

4. ÁREA DE ESTUDIO

La primera fase del presente estudio se desarrolló en la Unión Ganadera de la Zona Norte de Veracruz y asociaciones ganaderas de Túxpan y Álamo, Veracruz, México (Fig.4).

Posteriormente, el estudio se llevó a cabo en dos ranchos con actividad pecuaria y enfocada a la explotación de bovinos para carne y leche en los municipios de Tepetzintla y Túxpan (Fig. 4). El primero “El Tenango” que se encuentra localizado en el municipio de Tepetzintla, Ver., a “21º 5´ 9.97“ latitud norte y “97º 51´05.93“ longitud oeste, a 130 metros sobre nivel de mar (Figs. 4 y 5), este rancho tiene una extensión de 270 hectáreas.

El segundo rancho “La Loma”, se localiza en el municipio de Tuxpan, Veracruz, cuenta con 12 hectáreas de extensión, su ubicación es a 20º 51´ 48.8.” latitud norte y 97º 23 ´ 15.6” longitud oeste (Figs. 4 y 6)

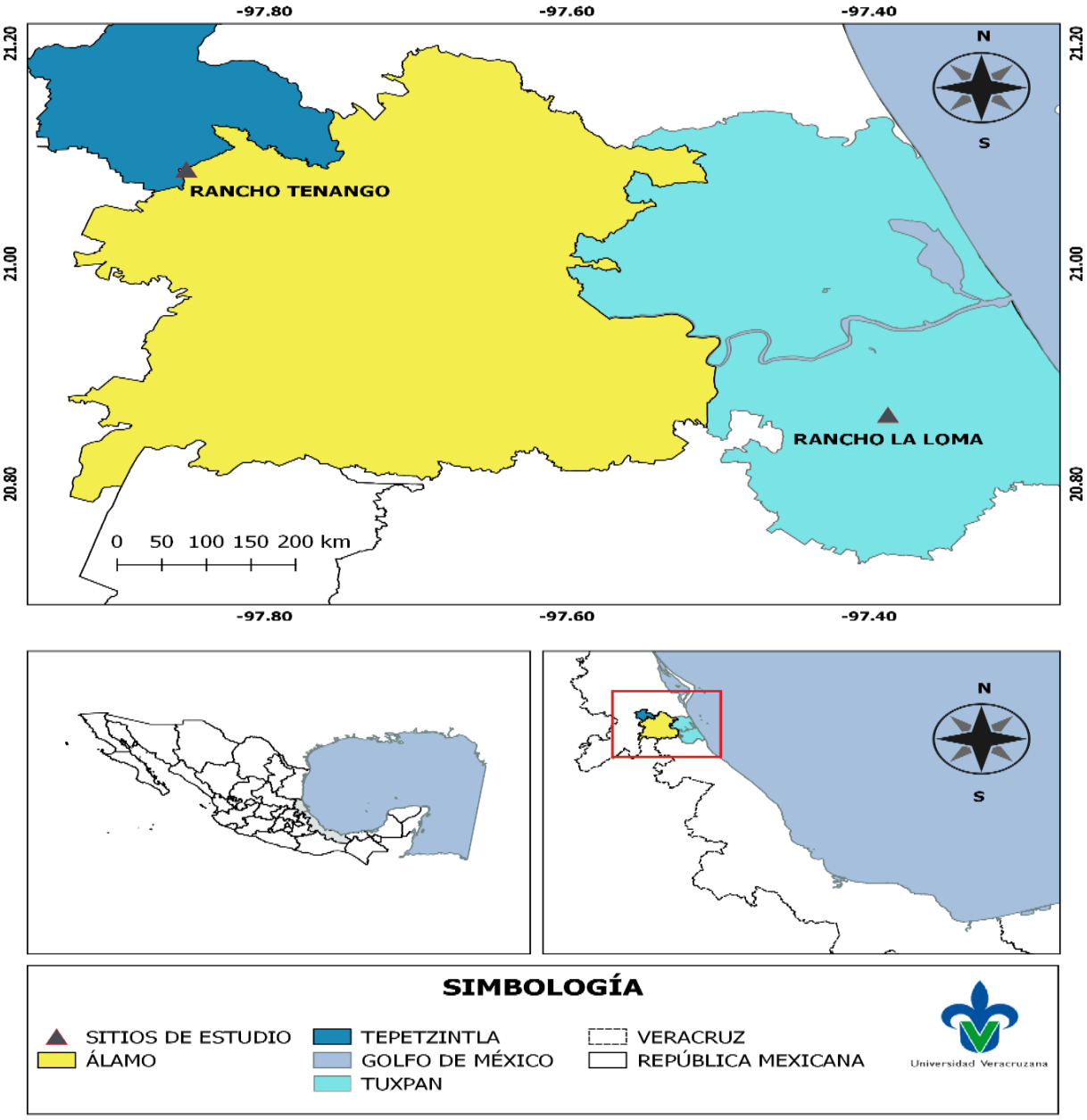


Figura 4. Localización del rancho “Tenango”, en Tepetzintla y “La Loma”, en Tuxpan, Veracruz, México.

Figura 5. Rancho “Tenango”, Tepetzintla, Veracruz, México.

Figura 6. Rancho “La Loma”, Tuxpan, Veracruz, México.

5. MATERIAL Y MÉTODOS

5.1 Determinación de lactonas de mayor uso

Para determinar la lactona de mayor uso y frecuencia se realizaron encuestas a 15 productores por municipio de Túxpan, Tamiahua, Álamo y Tepetzintla, esto con el fin de saber el desparasitante de mayor uso en los potreros, la frecuencia, el tiempo de uso, motivo y dosificación de estos, así como de los productos agroquímicos utilizados. También se les cuestionó sobre la presencia o ausencia de escarabajos del estiércol (**ANEXO 1**).

5.2 Determinación de atracción hacia coleópteros

Para esta parte del estudio se trabajó en el rancho Tenango, en donde se desparasito ganado bovino para posteriormente obtener las excretas que se usaron como cebos para la colocación de las trampas.

Se establecieron cuatro tratamientos de cinco individuos (vacuno), los cuales fueron desparasitados con moxidectina, doramectina, ivermectina respectivamente y se tuvo un grupo control, en el cual los animales no fueron desparasitados. Los grupos quedaron de la siguiente manera:

Tratamiento 1: desparasitados vía subcutánea con 1 ml por cada 50 kg de peso vivo (0.2 mg por kilogramo de peso vivo) de moxidectina (Cydectin® Ford Dogde).

Tratamiento 2: desparasitados vía subcutánea 1 ml por cada 50 kg de peso vivo (200 µg de doramectina/kg) de doramectina (Dectomax ®).

Tratamiento 3: desparasitados vía subcutánea con ivermectina (Ivomec ®), 1 ml por cada 50 kg de peso vivo (10mg/50kg).

Tratamiento 4: animales no desparasitados, grupo control.

Posterior a la administración de cada desparasitante, se efectuó la recolección de heces de los diferentes grupos tratados, en los días 3 y 28. La toma de la muestra fue por palpación rectal, posteriormente las muestras de cada grupo, por día se mezclaron para hacer una muestra homogénea (Fig. 7). Las muestras se guardaron en frascos limpios de plástico con tapa de rosca, identificándose por día y por tratamiento aplicado y se mantuvieron en congelación a -20° C hasta su uso en campo (Fig. 8).

Figura 7. Toma de muestra por palpación y realización de muestra homogénea por grupo

Figura 8. Colocación de muestras en frascos de tapa de rosca y congelación.

El trabajo de campo se realizó en el rancho “La Loma”, el cual se eligió porque el ganado no se ha desparasitado con lactonas macrocíclicas. Se colocaron un total de 80 trampas de tipo “Pitfall” o de caída libre. Cada trampa consistió de un bote de plástico de un litro de capacidad con tapa semi abierta, enterrada a nivel del suelo. Cada trampa se llenó con tierra (una tercera parte del bote) y se colocaron 50 gr de excremento de los días 3 y 28 posteriores al tratamiento de cada grupo de bovinos tratados.

Las trampas se distribuyeron en cuatro transectos separados por 100 metros (dos transectos por periodo transcurrido: 3 días y 28 días post tratamiento). En cada transecto cada grupo de desparasitantes estuvo separado a una distancia de 50 metros y cada trampa por tratamiento tuvo una separación de 5 metros (Fig. 9). Para evitar efecto de borde, cada transecto se colocó a 100 metros de distancia del

fragmento de vegetación más cercano.

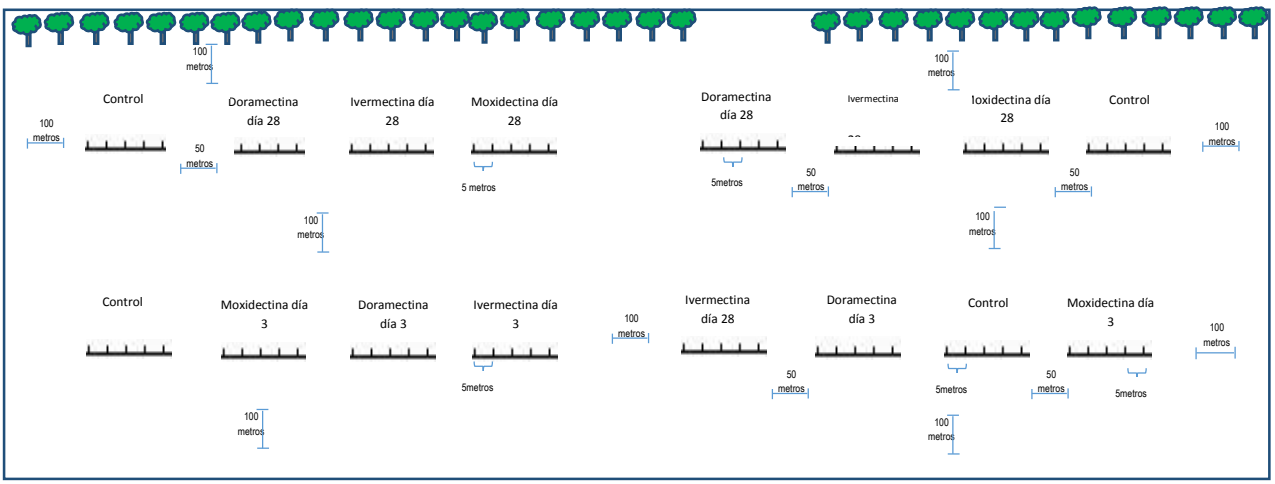


Figura 9. Distribución de las trampas con los tratamientos, se colocaron en cuatro transectos con separación de 100 metros entre cada uno.

Se realizaron cuatro muestreos durante el periodo comprendido de julio a diciembre 2015, por la temporada de lluvias se colocó encima de cada trampa un plato para evitar la anegación de los botes y la pérdida del material colectado (Fig. 10).

Figura 10. Trampas tipo “pitfall” o caída libre, se colocó un plato encima para evitar la pérdida de material durante las lluvias.

A las 48 horas de su colocación, las trampas fueron retiradas y trasladadas al laboratorio de Preservación y Conservación de Ecosistemas Tropicales en la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Veracruzana, región Túxpan, en donde se eliminó el excedente de cebo, y se colectaron los especímenes capturados por trampa. Los especímenes se colocaron en alcohol al 70 % para su conservación y posterior a esto, fueron montados en camas de algodón (Fig. 11) para la identificación de las especies con ayuda de especialistas del Instituto de Ecología, A.C.

La toma de fotografías de cada especie se realizó en el Instituto de Ecología, A.C. con el microscopio multifoco Leica Z16 APO A.

Figura 11. Colecta de especímenes capturados por trampa y colocación en camas de algodón.

5.4 Análisis de datos

5.4.1 Determinación de lactonas de mayor uso

Para determinar la frecuencia del uso de lactonas macrocíclicas en los cuatro municipios se realizó una prueba de independencia de C x R usando la prueba de G.

5.4.2. Evaluación de atracción hacia coleópteros

Para evaluar la atracción de las lactonas se realizó un modelo lineal generalizado (MLG) con distribución de errores quasi poisson con la liga (estructura del error) log

para evaluar el efecto del muestreo (meses: julio, agosto, septiembre y diciembre) y tratamiento (control, moxidectina, ivermectina y doramectina) sobre la riqueza y abundancia de escarabajos.

Los análisis estadísticos se realizaron con el programa R 3.1.0 (R Development Core Team, 2014).

6. RESULTADOS

6.1 Determinación de lactonas de mayor uso

De acuerdo a la prueba G, se obtuvo un valor de 2.380, valor que es menor a G de tablas (7.815), por lo tanto, no se rechaza la hipótesis de la relación entre los municipios y los tratamientos. La aplicación de los desparasitantes fue independiente del municipio, lo cual indica que mantienen el mismo uso de esta lactona macrocíclica en todos los municipios. El desparasitante más usado fue la ivermectina.

De manera detallada, observamos que en el municipio de Tamiahua, el desparasitante de mayor uso fue la ivermectina con un 93.33 % y el segundo desparasitante Levamisol con un 6.6 % de usuarios (Fig. 12). Asimismo, solo el 20 % de los productores encuestados mencionaron que alternan los desparasitantes usando doramectina y febendazol.

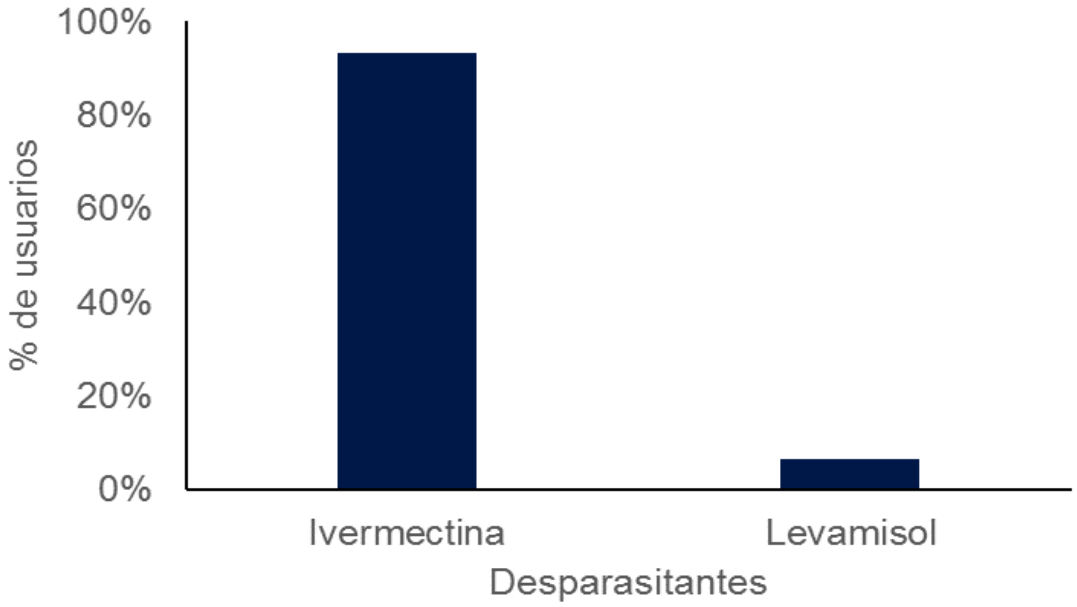


Figura 12. Desparasitantes de mayor uso en el municipio de Tamiahua, Veracruz.

Para Túxpan, se encontró que ivermectina (86%) fue el desparasitante de mayor uso, seguido de levamisol (6.66%) y albendazol (6.66%) (Fig. 13).

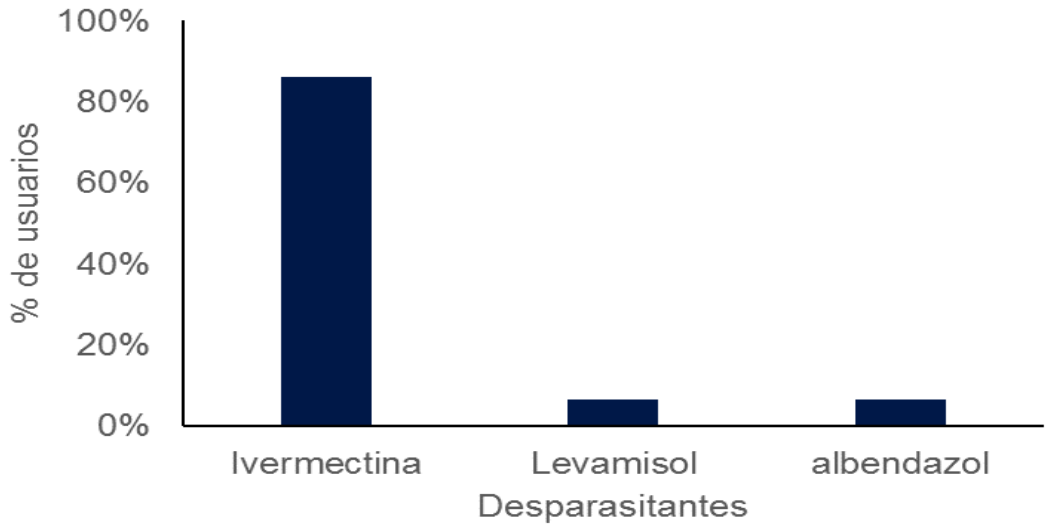


Figura 13. Desparasitantes de mayor uso en el municipio de Túxpan, Veracruz.

Para el municipio de Álamo, se obtuvo que la ivermectina, también fue el desparasitante de mayor uso con un 80% de usuarios y, en segundo lugar, la doramectina, con el 20% de productores que la usan (Fig. 14).

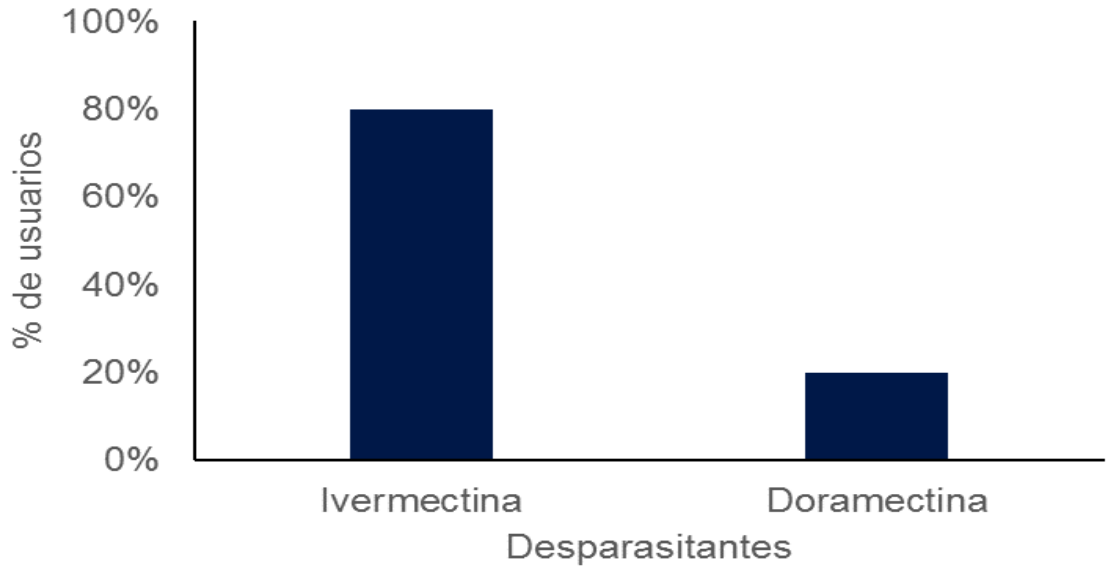


Figura 14. Desparasitantes de mayor uso en el municipio de Álamo, Veracruz.

Por último, para el municipio de Tepetzintla, Veracruz, el desparasitante mayormente usado fue la ivermectina con un 66.66 % de usuarios, seguido por doramectina con un 26.66% y, por último, albendazol con 6.66 % de productores que lo usan (Fig. 15).

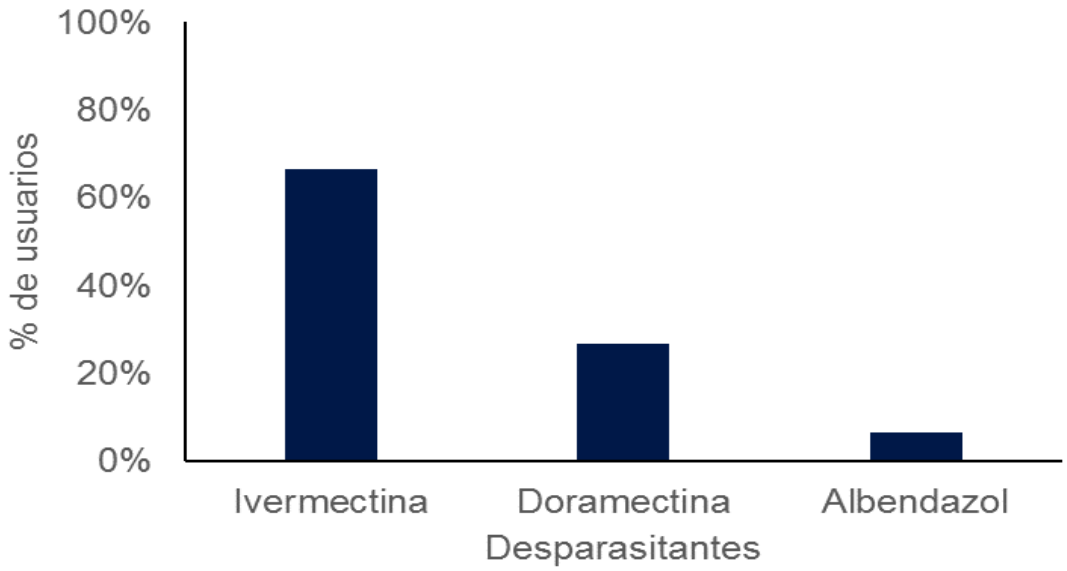


Figura 15. Desparasitantes de mayor uso en el municipio de Tepetzintla, Veracruz.

6.1.2 Frecuencia en el uso de desparasitantes

En cuanto a la frecuencia de la aplicación de los desparasitantes en el Municipio de Tamiahua, 60 % los usuarios aplican desparasitantes una sola vez al año; 26.66% aplican dos veces al año, el 6.66% tres veces y 6.66 % de usuarios mencionaron que desparasitan solo cuando su ganado requiere ser desparasitado (Fig. 16).

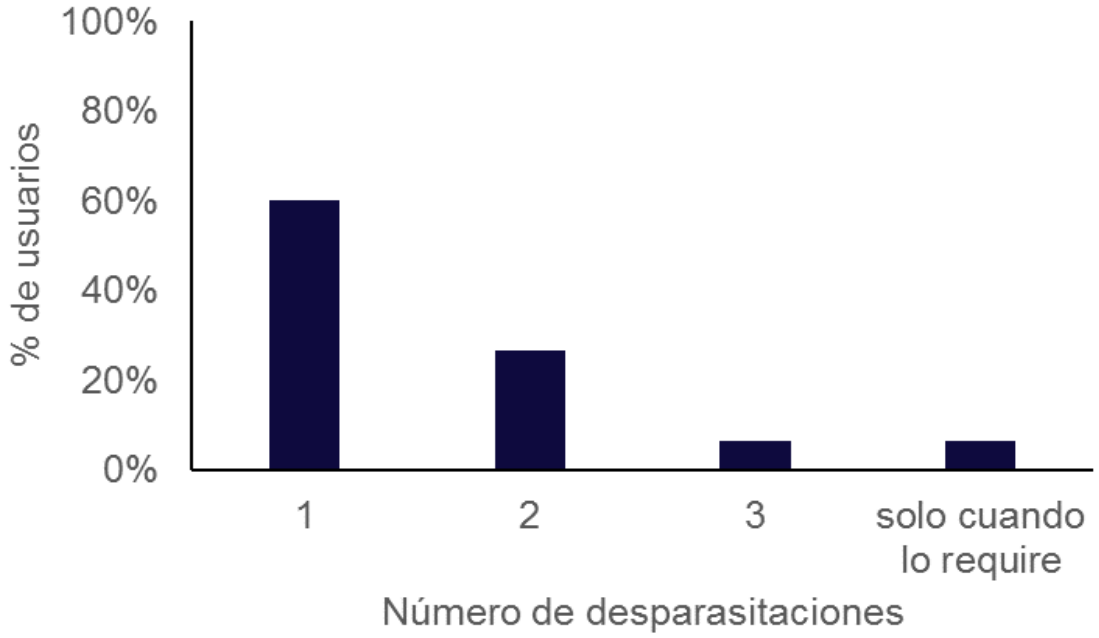


Figura 16. Número de desparasitaciones realizadas al año en el municipio de Tamiahua, Veracruz.

Por municipio, observamos que el municipio de Túxpan, la frecuencia de desparasitaciones en su mayoría fue de dos veces por año (46.66%), y en menor porcentaje la aplicación de una vez al año (20 %), tres veces (20 %), cuatro (6.66%) y seis veces (6.66%) al año (Fig. 17).

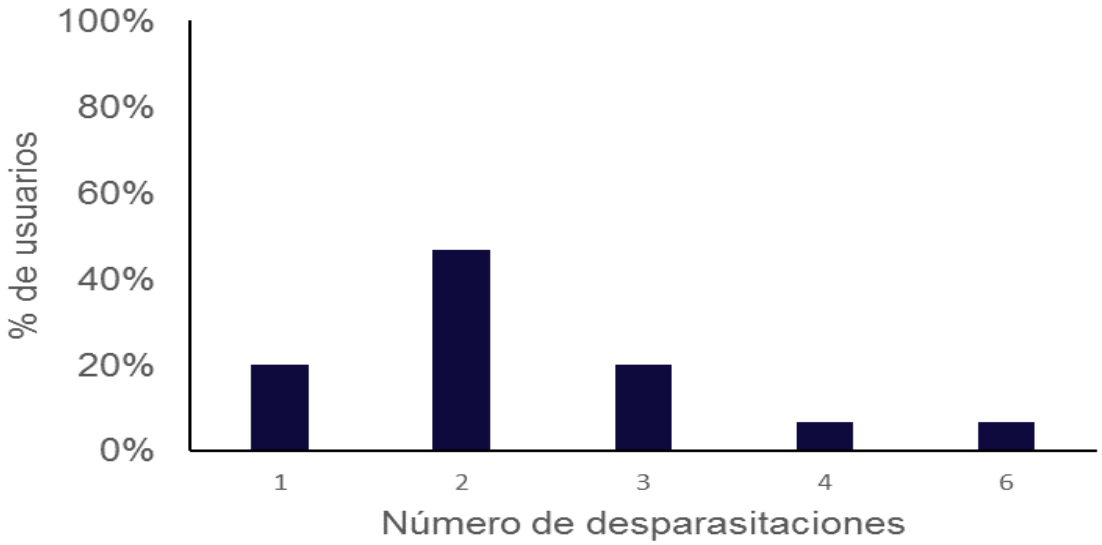


Figura 17. Número de desparasitaciones realizadas en el municipio de Tuxpan, Veracruz.

Los productores del municipio de Álamo desparasitan el ganado en su mayoría dos veces al año (46.66%), otros realizan hasta cuatro desparasitaciones anualmente (26.66%), y algunos aplican el desparasitante tres veces al año (20%) y un grupo reducido desparasita una vez al año (6.66%) (Fig. 18).

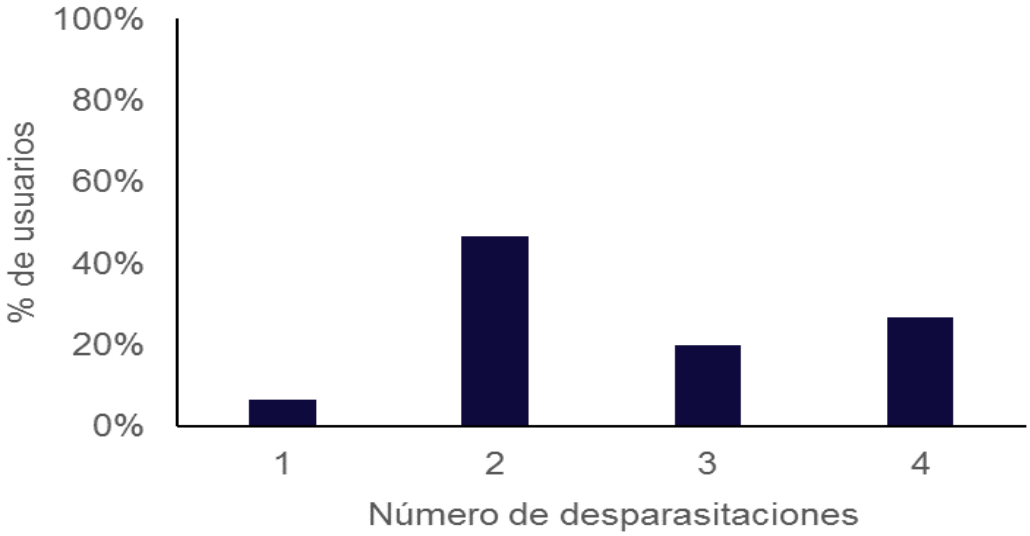


Figura 18. Número de desparasitaciones por año en el municipio de Álamo, Veracruz.

En el municipio de Tepetzintla, los ganaderos desparasitan en su mayoría dos veces al año (53.33%), y en menor porcentaje cuatro veces por año (20%), tres veces (13.33%) y una vez al año (13.33%) (Fig. 19).

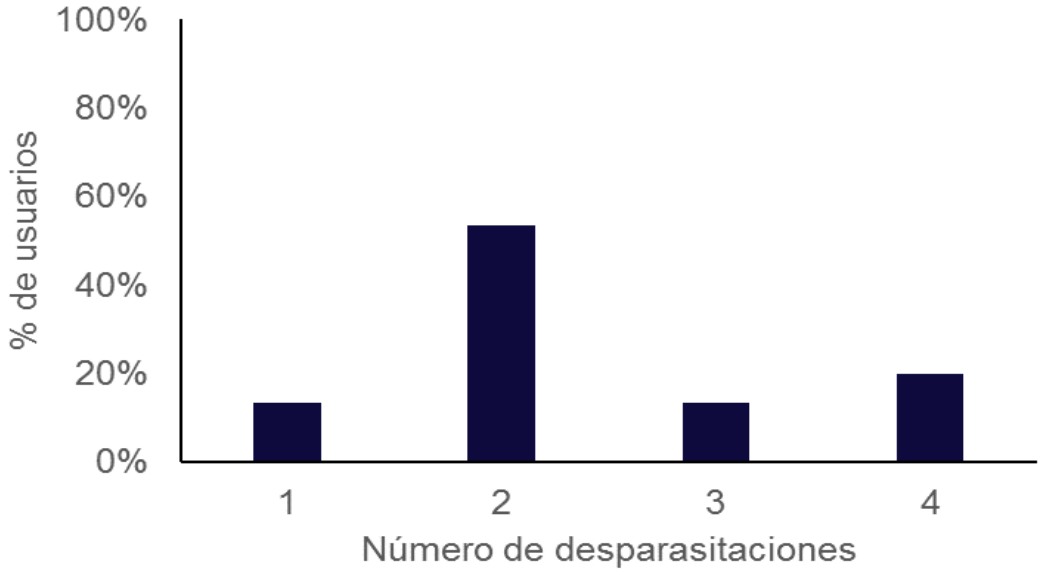


Figura 19. Número de desparasitaciones al año en el municipio de Tepetzintla, Veracruz.

6.2 Determinación de atracción hacia coleópteros

Se colectaron un total de 231 individuos de la subfamilia *Scarabaeinae* (Insecta: Coleoptera) pertenecientes a 8 especies y 4 tribus (*Coprini*, *Onthophagini*, *Dichotomiini* y *Canthonini*) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Listado de especies de Scarabaeinae colectadas en el rancho “La Loma”, Túxpan, Veracruz; México.

Tribu	**Especie**
Coprini	*Copris incertus* Say, 1835
	Copris lugubris Boheman,1858
Onthophagini	*Onthophagus (Onthophagus) corrosus* Bates, 1887
	Onthophagus (Onthophagus) landolti Harold, 1880
Dichotomiini	*Canthidium (Eucanthidium) pseudopuncticolle* Solís y Kohlmann, 2003
	Dichotomius colonicus Say, 1835
	Digitonthophagus gazella Fabricius,1787
Canthonini	*Canthon cyanellus cyanellus* LeConte, 1860

De acuerdo al análisis de la riqueza de especies, se observó un efecto significativo entre los muestreos (Chi2=18.9730, p=0.0002), no así con los tratamientos aplicados (Chi^2=3.41, p=0.755); lo que indica que los desparasitantes no influyeron sobre la atracción hacia los escarabajos del estiércol. Con respecto a los meses de muestreo, la riqueza de especies fue mayor en el mes de agosto en comparación con los otros meses de muestreo (Fig. 20).

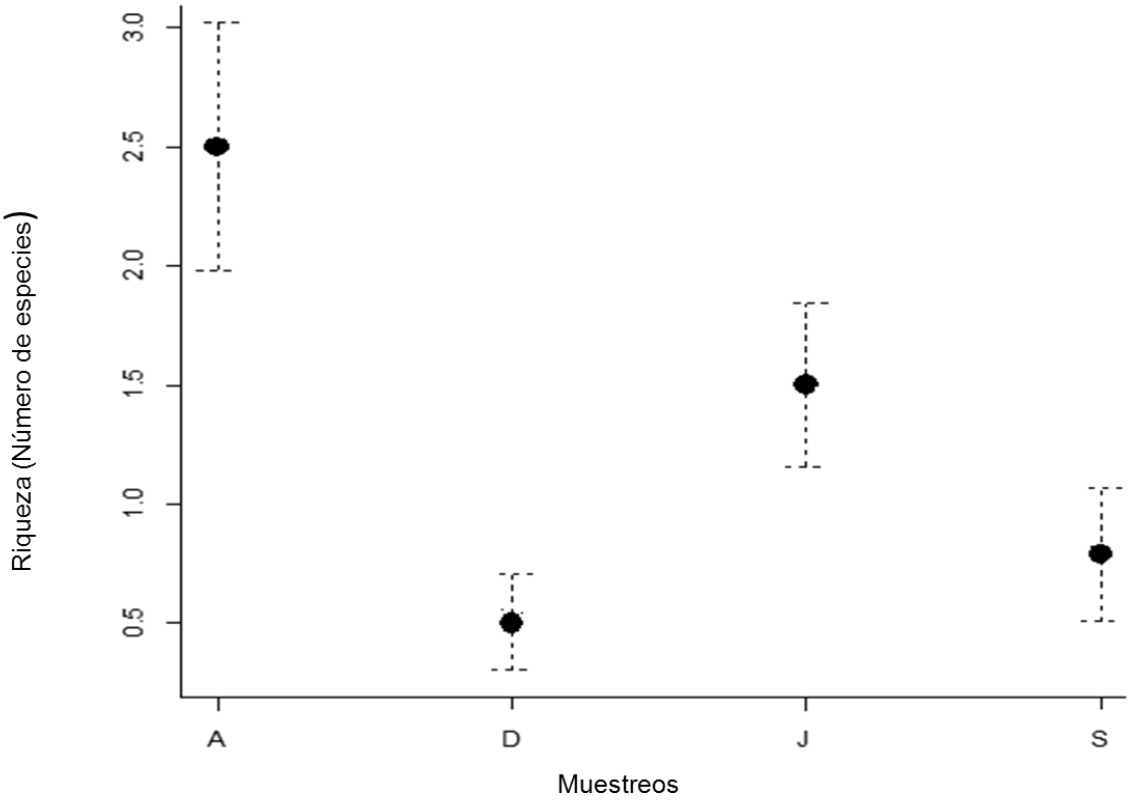


Figura 20. Riqueza de especies colectadas en los meses de muestreo.

Por otro lado, la abundancia mostró que no fue afectada por los tratamientos (Chi^2=10.814, p=0.094), sin embargo, si hubo un efecto significativo de la variable muestreo (Chi^2=29.985, p<0.001) sobre el número de escarabajos del estiércol colectados. El mes de agosto presentó mayor abundancia en comparación con los otros meses de muestreo (Fig. 21).

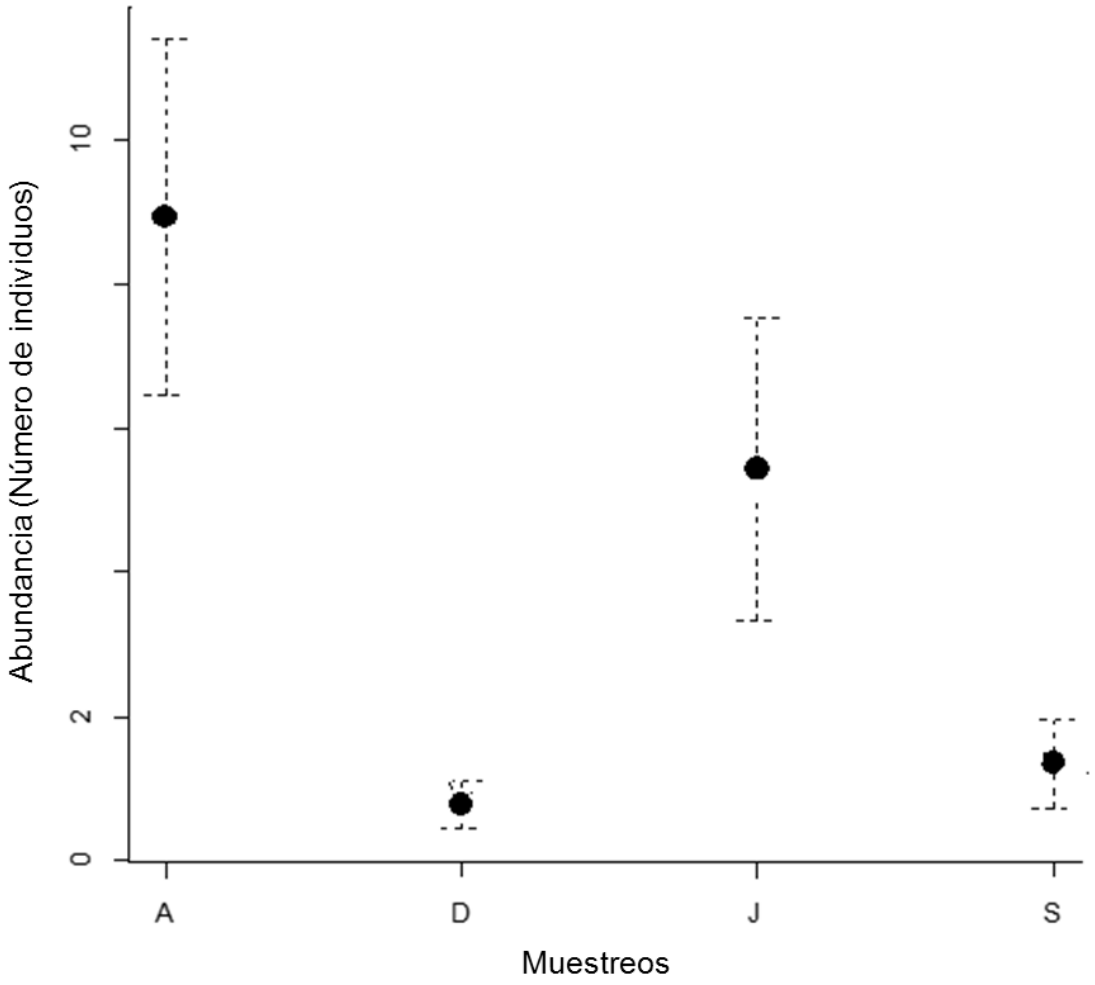


Figura 21. Abundancia de especies colectadas en diferentes meses de muestreo

6.3 Tríptico sobre la importancia de los escarabajos dentro de la ganadería

Se elaboró un tríptico para dar a conocer los nombres comunes de los escarabajos, sus funciones ecológicas y su importancia dentro de la ganadería (Fig. 22). Este se distribuyó en la asociación ganadera local de Tuxpan, Ver., y la Unión Ganadera de

la zona Norte del Estado de Veracruz, en el municipio de Tuxpan, Veracruz.

• Los escarabajos del estiércol no rechazan excretas con residuos de lactonas macrocíclicas aún después de varios días de ser aplicadas, lo que representa un riesgo para estos insectos. Afectando la actividad ganadera

• La mayoría de los productores entrevistados desconoce la importancia ecológica de los escarabajos presentes en el estiércol del ganado.

"El uso responsable y racional de las lactonas macrocíclicas (ivermectina, doramectina, moxidectina) permitirá mejores ganancias"

Recordemos que:

Menos escarabajos es igual a menos pastos esto es igual a menor productividad y menos ganancias $$$

Lo contrario si conservamos los escarabajos:

Más escarabajos es igual a más pastos esto es igual a mayor productividad y más ganancias $$$$

ELABORADO POR

Alicia Chamorro Florescano, Dr. Mario Enrique Fávila Castillo.
Correo electrónico:
annie_bv7@hotmail.com,
ivette.chamorro@gmail.com,
mario.favila@inecol.mx

"Importancia de los escarabajos estercoleros dentro de la ganadería"

UNIVERSIDAD VERACRUZANA

Sabías que...

Los escarabajos del estiércol son insectos comúnmente conocidos como caqueros, temayates, mayates, rodacacas, ronrronos, toritos, elefantitos, gallinas ciegas, cornudos, peloteros y se les denomina así por que algunos ruedan pequeñas bolas de excremento.

Las actividades de los escarabajos estercoleros permiten:

• Degradar las excretas presentes en el suelo, lo que beneficia la productividad ganadera.

• Reincorporar nutrientes lo que mejora la productividad de los pastos.

• Recuperar las funciones ecológicas relacionadas con el reciclaje de nutrientes y la degradación de estiércol

• Control biológico de moscas y parásitos gastrointestinales.

Lactonas Macrocíclicas

• Las lactonas macrocíclicas son productos de fermentación derivados de hongos que viven en la tierra del género *Streptomyces*.

• Estos compuestos se dividen en dos familias que son las avermectinas (ivermectina, abamectina doramectina, selamectina) y milbemicinas (nemadectina, moxidectina, milbemicina D, milbemicina 5-oxima).

Por su efectividad contra parásitos internos y externos los lactonas macrocíclicas de mayor uso a nivel mundial son :

• Ivermectina, abamectina y eprinomectina.

Lactonas macrocíclicas y los escarabajos estercoleros

Los fármacos antiparasitarios son eliminados del cuerpo del animal en forma de residuos a través :

• Orina, leche en mínima proporción y principalmente en excretas.

• Los residuos tienen efectos indirectos sobre la abundancia de diferentes especies de insectos, como los "escarabajos del estiércol", debido a que estos presentan preferencia alimenticias por este tipo de excretas, además de ser un recurso muy importante para su reproducción.

Sin embargo, el uso indiscriminado de lactonas macrocíclicas tiene un

• Alteran sus actividades sensoriales y motoras e impiden el desarrollo de sus actividades biológicas básicas, como la reproducción.

• Disminuyen las poblaciones de diversas especies.

• Así como los servicios benéficos que aportan: reincorporar los nutrientes, airear los suelos y mejorar el crecimiento de los pastos.

Desparasitantes de mayor uso en cuatro municipios de la zona norte de Veracruz

En los municipios de Tamiahua, Álamo, Tepetzintla y Tuxpan los desparasitantes principalmente usados son:

• Levamisol, febendazol, doramectina e ivermectina, siendo esta última de mayor frecuencia en los cuatro municipios.

Figura 22. Tríptico elaborado para difusión de la información.

7. DISCUSIÓN

Las lactonas macrocíclicas de mayor uso dentro de la ganadería fueron la ivermectina, doramectina y moxidectina. Lo cual es debido a su amplio espectro sobre los parásitos que afectan al ganado, sin embargo, por su efecto residual éstas afectan a los no blancos como hormigas, lombrices y escarabajos coprófagos (Aparicio *et al*., 2011). En este trabajo se observó que los escarabajos del estiércol no presentaron atracción hacia excretas con residuos de moxidectina, doramectina e ivermectina.

7.1 Lactona de mayor uso y frecuencia

En el presente estudio se encontró que la lactona de mayor uso en los cuatro municipios es ivermectina. Lo cual es similar a lo registrado en la zona ganadera de Xico, Veracruz en donde este desparasitante es usado con frecuencia dentro de las prácticas pecuarias (Martínez y Cruz, 2009). Tambien se observó que la dosificación por parte de los ganaderos no corresponde al peso exacto de cada animal tratado, sugiriendo que no se da el manejo adecuado de estos desparasitantes por lo se afecta la micro y macro fauna del suelo (Boxall *et al*., 2004). Pues la toxicidad causada a la copro-fauna es alta, y se da cuando esta coloniza el estiércol (Fernández *et al*., 2009). Se ha señalado que es necesaria la utilización de productos para el control de plagas que afectan al ganado, lo que

debería hacerse mediante el uso adecuado de estas sustancias, ejecutándose con la mayor rigurosidad posible, por ejemplo, usar el producto adecuado, no sobre dosificar ni sobre aplicar (Wing, 2008).

Como ya se mencionó, existe cierta tendencia por el uso de ivermectina (a menos por parte de los usuarios encuestados) debido a su espectro. Esto ha sido en algunas ocasiones de forma excesiva generando resistencia de los parásitos, trayendo como consecuencia la disminución de los tiempos de aplicación para compensar la poca eficacia del compuesto (Encalada *et al*., 2008), lo que repercutirá doblemente sobre la población de escarabajos del estiércol.

Aparte del uso de lactonas macrocíclicas en el ganado, también se aplican constantemente baños insecticidas para contrarrestar ectoparásitos, los cuales en algunos casos son mezclados con otros productos o es alterada la dosificación recomendada. Lo cual sugeriría que los escarabajos estercoleros no solo están siendo afectados por las lactonas como se ha demostrados en otros estudios (Verdú *et al*., 2015), sino también por malas prácticas agropecuarias (Martínez y Lumaret, 2006).

De acuerdo a lo señalado por diversos autores, los residuos de productos veterinarios pueden ser tóxicos en los insectos adultos y afectar la funcionalidad de

los escarabajos, sin embargo, el manejo y frecuencia de estos va a depender de los productores y de un amplio rango de factores como son el manejo de los productos, el número de animales tratados, y la elección de ingrediente activo (Wall y Beynon, 2012). Esto es importante porque de acuerdo a lo observado, se notó una diferencia en la frecuencia del uso de los desparasitantes por municipio, pues en algunos se abusa de la aplicación de estos, usándolo desde dos hasta seis veces en el año, esto en conjunto con la falta de dosificación adecuada causan un mayor daño a la micro y macro fauna del suelo.

7.2 Atracción hacia excretas con residuos de lactonas macrocíclicas

En el presente estudio no se observó que los desparasitantes (moxidectina, doramectina e ivermectina) presentes en las excretas influyeran sobre las capturas de escarabajos del estiércol. Esto difiere a estudios previos, en los que se ha observado que los escarabajos del estiércol presentan una atracción hacia las excretas con residuos de lactonas macrocíclicas (LM) (Floate, 2007; Errouissi y Lumaret, 2010; Iwasa y Sugitani, 2014). Aunque dicha atracción se ha atribuido a la influencia de los endectocidas sobre la composición de los compuestos volátiles emitidos por el estiércol con residuos de LM (Floate, 2007).

Dentro de la colecta de escarabajos por tratamiento se obtuvieron escarabajos tanto en trampas con cebos de doramectina, ivermectina, moxidectina en días 3 y 28 post tratamiento como en el grupo control, por lo que no se observó diferencia entre cebos, estos resultados pueden reflejar una creciente degradación de los ecosistemas que ha afectado a los escarabajos del estiércol. Contrario a Suárez *et al.* (2009), en donde recuperaron mayor cantidad de insectos en los testigos y menor en las que contenían residuos de moxidectina y doramectina de los días 3, 11, 21 post tratamiento. Este efecto se ha atribuido a la probabilidad de que los escarabajos del estiércol pueden seleccionar entre el estiércol del ganado no tratado y el estiércol del ganado tratado con doramectina. Pues en estudios realizados con Scarabaeidae: Aphodius presentó mayor captura de individuos en trampas con estiércol de animales no tratados en comparación con los cebos de los animales tratados con doramectina (Webb *et al*, 2010). Sin embargo, se ha propuesto que para esclarecer el efecto de la ivermectina sobre la captura de escarabajos es necesario trabajar en condiciones controladas, como son emplear una sola lactona macrocíclica en túneles de viento y así conocer la respuesta de atracción de los escarabajos (Flota *et al*, 2012).

Con respecto a los meses de muestreo, tanto la riqueza como abundancia fueron mayores para el mes de agosto en comparación con los otros meses de muestreo. Lo que puede atribuirse a factores climáticos como la temporada de lluvias en donde los escarabajos del estiércol presentan mayor actividad y reproducción, pues es en

las primeras lluvias donde los estados jóvenes emergen, maduran y se reproducen (Martínez *et al*, 2011), pues se ha reportado que la tasa de la tasa de remoción de excremento de ganado vacuno es mayor durante los meses de lluvias (Miranda, 2014).

Asimismo, se puede observar que Gómez (2013), registró mayor abundancia y riqueza en el mes de septiembre mientras que dentro del pastizal en estudio, la riqueza y abundancia fueron mayores en el mes de agosto. Lo cual no es tan diferente debido a que en ambos meses se presenta la época de lluvias, este trabajo se realizó en áreas fragmentos de Bosque de Encinos, Selva Mediana Subperennifolia (Selva Mediana) y de Pastizal, a diferencia del presente estudio se realizó exclusivamente dentro del pastizal activo, donde no hay vestigios de la vegetación original.

Para la riqueza de especies se encontró que, en el área de estudio, se colectaron 8 especies de *Scarabaeinae* (Insecta Coleoptera) lo que representa un 5% de las especies registradas en el estado de Veracruz (Morón, 2003). Lo que podría sugerir que es a causa de que el rancho “La Loma” aún no se ha desparasitado con lactonas macrocíclicas desde que se inició como pastizal. Por otra parte, se tiene que la riqueza no es muy alta, presentando un comportamiento similar a lo encontrado en otros pastizales de Tuxpan Y Tamiahua, pues Miranda (2014) reportó 5 especies, mientras que Gómez (2013) reportó 7 especies.

En cuanto a la abundancia, se colectaron 231 escarabajos, esto a pesar de ser un pastizal, pues en los municipios de Tantima y Tamalín del área natural protegida Otontepec se reportó la colecta de 432 individuos (Carrillo, 2014), esto pudiera deberse a que el uso de otros desparasitantes diferentes a las lactonas macrocíclicas ejercen un efecto negativo menor como el cloruro levamisol que tuvo efecto poco significativo sobre *Digitonthophagus gazella* (Blume *et al*., 1976). Asimismo, puede influir la presencia de un parche de vegetación del tipo selva mediana subperenifolia.

A pesar de que en este estudio no se observó atracción de escarabajos hacia los cebos con residuos de LM, esto no significa que los residuos de este grupo de desparasitantes no dañen la actividad y funcionalidad de los escarabajos del estiércol, a menos en lo reportado por diversos autores quienes mencionan que se afecta en su desarrollo, reproducción, habilidades de competencia y capacidad de degradación de la materia fecal (Floate, 2006; Moreno *et al.*, 2015; Wing , 2008), así como en su actividades sensoriales y motoras teniendo como consecuencia la disminución de las poblaciones de escarabajos del estiércol (Verdú *et al*., 2015).

Asimismo, es necesario conocer la cantidad excretada de este grupo de desparasitantes en diferentes tiempos de aplicación, así como la vía (subcutánea, intramuscular, pour on o bolos alimenticios), lo cual permitirá cuantificar el riesgo de

estos al ambiente. Estudios han indicado la presencia de diferentes lactonas macrocíclicas diferentes tiempos y vías de administración, encontrándose pocos residuos en los 60 días post tratamiento en ovinos y 28 días en bovinos (Fernández *et al.*, 2009; Hernández, 2005; Domínguez, 2006; Navias, 2006; Iwasa *et al*., 2008).

Dentro del área de estudio, se hace uso principalmente de dos lactonas macrocíclicas (doramectina e ivermectina) también se está haciendo uso de otros ectoparasiticidas pertenecientes a diferentes familias como son los organoclorados, organofosforados, amidinas cíclicas, piretroides entre otros, de los cuales es importante estudiar su efecto sobre las poblaciones de escarabajos del estiércol, pues algunos de estos tienen un efecto parecido sobre los ectoparásitos (garrapatas). Lo anterior, podría en algún momento podría influir de manera negativa, pues se ha considerado que los efectos ecotoxicológicos dependen de varios factores como son la escala espacial del tratamiento, las condiciones climáticas, y proporción de los animales tratados (Kryger *et al*., 2005).

Como ya se ha mencionado, los escarabajos del estiércol usan las excretas como fuente de alimento, por lo tanto, estos las consumirán tengan o no residuos de lactonas macrocíclicas, lo que indudablemente les afectará tanto en sus actividades biológicas como su comportamiento.

8. CONCLUSIONES

La mayoría de los productores de ganado bovino usan como principal desparasitante la ivermectina, sin embargo, lo hacen de acuerdo a su percepción del peso de cada animal y no pesando adecuadamente tal como se recomienda.

Los productores desconocen la función ecológica de los escarabajos estercoleros, además de que no le dan importancia a la presencia de estos en sus potreros.

Los escarabajos estercoleros presentan tendencia a colonizar excretas con o sin residuos de lactonas macrocíclicas.

El uso de lactonas macrocíclicas es menos frecuente en comparación con los baños insecticidas. Lo que sugiere que no solo las lactonas macrocíclicas afectan, por lo que se tendría que investigar el efecto de los insecticidas sobre la micro y macro fauna del suelo.

8.1 APLICACIÓN PRACTICA

De acuerdo a lo observado en el presente estudio, los escarabajos estercoleros no presentaron predilecciòn hacia cebos con lactonas macrocíclicas. Sin embargo, se ha reportado en diversos estudios que los residuos presentes en las excretas ocasionan efectos adversos sobre las poblaciones de estiercol.

Es por lo anterior, que se sugiere manejar al ganado en una seccion del potrero, cuando este sea desparasitado, siendo esta sección exclusiva para los días posteriores a ser desparasitado. Con lo anterior se disminuirá la cantidad de excretas con desparasitantes en todo el potrero minimizando el daño a los escarabajos estercoleros, lo cual resultará en un suelo con mayor cantidad de nutrientes, dando así a los ganaderos mayor productividad en sus potreros.

Es importante establecer calendarios de desparasitanción, asi como considerar alternar desparasitantes entre una aplicacion y otra, lo que evitaría la resistencia de los parásitos hacias los desparasitantes aplicados.

Por las encuestas aplicadas se pudo detectar que la mayoría de los productores desconocen la importancia de la presencia de los escarabajos estercoleros es sus potreros, por lo cual se sugiere concientizarlos sobre la función ecológica que estos tienen dándoles a conocer los beneficios ecológicos y económicos de éstos.

Se ha generado un triptico para dar a conocer la importancia de los escarabajos y su beneficio dentro de los pastizales ganaderos.

9. BIBLIOGRAFÍA

Aparicio, M. J. M., Paredes, V. V., González, O. y Navarro, R. O. 2011. Impacto de la Ivermectina sobre el medio ambiente. La calera. Revista Científica.11 (17):64-66.

Basto, E. G., Rodríguez, V. R. I. Reyes, N.E. y Delfín, G. H. 2012. Escarabajos estercoleros (*Coleóptera*: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de ranchos ganaderos de Yucatán, México. Revista Mexicana de Biodiversidad. 83 (2): 380-386.

Behling, M.C.H. 2006. X seminario de Pastos y Forrajes. Brasil. 187-200 pp.

Blagburn, B. L. y Lindsay, D. S. 2003. Ectoparasiticidas. Pp. 1102-1105. En: Farmacología y Terapéutica Veterinaria. 8ª.(Ed.) Adams H. Richards. Ed. Acribia, Zaragoza, España.

Blume, R. R., Younger, R. L., Aga, A. y Myers, C. J. 1976. Effects of residues of certain anthelmintics in bovine manure on *Onthophagus gazella*, a non-target organism. Southwestern Entomologist. 1 (2):100-103.

Boxall, A. B., Fogg, L. A., Blackwell, P. A., Kay, P., Pemberton, E. J. y Croxford, A.

2004. Veterinary Medicines in the environment. pp. 1-91. *En*: Reviews of Environmental Contamination and Toxicology. Ware, G. (ed). Ed. Springer, New York.

Carrillo, S. B. 2014. Diversidad de escarabajos copronecrófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) en los municipios de Tamalín y Tantima Veracruz, México. Tesis de especialidad. Universidad Veracruzana. Tuxpan.

Catálogo de la Biodiversidad de Colombia. 2010. [Actualizado al 2 de noviembre 2010]. Página electrónica http://www.biodiversidad.co/fichas/3365.

CONABIO (Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad). [Actualizado 13 de mayo 2016]. Página electrónica http://bios.conabio.gob.mx/especies/10036477.

CONABIO (Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad). [Actualizado 13 de mayo 2016]. Página electrónica http://bios.conabio.gob.mx/especies/10036481.

CONABIO (Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad). [Actualizado al 13 de mayo 2016]. Página electrónica http://bios.conabio.gob.mx/especies/10046319.

CONABIO (Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad). [Actualizado 13 de mayo 2016]. Página electrónica http://bios.conabio.gob.mx/especies/10046532.

Creedy, J. T. y Mann, J. D. 2012. Identification guide to the *Scarabaeinae*dung beetles of Cusuco National Park, Honduras. Versión 1.1. Página electrónica http://wallaceresourcelibrary.com/assets/m04d03/4.%20Data/Dung%20beetles%20ID%20exercise/ID%20Guide%20Cusuco%20Dung%20Beetle%20(genus%20only).pdf.

Cruz, R. M. 2011. Contribución de los escarabajos estercoleros a la productividad ganadera de Veracruz. Tesis de Doctorado. Colegio de Postgraduados. Veracruz.

Domínguez, A. G. A. 2006. Comparación del perfil de excreción fecal de abamectina luego de la administración por vía subcutánea en ovinos parasitados y sin parasitismo gastrointestinal. Tesis de Licenciatura. Universidad de Concepción. Chile.

Encalada, M. L. A., López, A. M. E., Mendoza, D.G. P., Liébano, H. E., Vázquez, P.

V. y Vega Y. G. 2008. Primer informe en México sobre la presencia de resistencia a ivermectina en bovinos infectados naturalmente con nemátodos gastrointestinales. Veterinaria México. 39(4): 423-428.

Errouissi, F. y Lumaret, J. P. 2010. Field effects of faecal residues from ivermectina slow-release boluses on the attractiveness of cattle dung to dung beetles. Medical and VeterinaryEntomology. 24: 433-440.

Fernández, C., San Andrés, M., Porcel, M. A., Rodríguez, C., Alonso, A. y Tarazona, J. V. 2009. Pharmacokinectic Profile of Ivermectin in Cattle Dung Excretion, and its Associated Enviromental Hazard. Soil and Sediment Contamination: An International Journal. 18 (5): 564-575.

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

Floate, K. D. 2007. Endectocide residues affect insect attraction to dung from treated cattle: implications for toxicity tests. Medical and Veterinary Entomology. 21 (4):312-322.

Floate, K. D. 2006. Endectocide use in cattle and fecal residues: environmental effects in Canada. The Canadian Journal of Veterinary Research. 70: 1-10.

Floate, K. D., Colwell D. D. y Fox A. S. 2002. Reductions of no-pest insects in dung of cattle treated with endectocidas: a comparision of four products. Bulletin of Entomological Research. 92: (6) 471-481.

García, S. B., Hernández, M. D., Soler, R. F. y Pérez, L. M. 2011. Empleo de ivermectina como pesticida ovino: posibles efectos tóxicos y repercusiones ambientales. Anales de Veterinaria de Murcia. 27:23-32.

Gillard, P. 1967. Coprophagus beetles in pasture ecosystems. Journal of the Australian Institute of Agriculture Science.33: 30-34.

Gómez, B. S. 2013. Importancia de los Scarabaeinae (Insecta: Coleoptera) como bioindicadores del estado de conservación en vegetación fragmentada de Tuxpan y Tamiahua, Veracruz, México. Tesis de Maestría. Universidad Veracruzana. Tuxpan, Veracruz, México.

Halffter, G.1991. Historical and ecological factors determining the geographical

distribution of beetles (Coleoptera: *Scarabaeidae*: *Scarabaeinae*).Folia Entomológica Mexicana.82:195-238.

Halffter, G. y Martínez, A. 1977. Revisión monográfica de los Canthonina Americanos, IV parte. Clave para la identificación de géneros y subgéneros. Folia Entomológica Mexicana. 38:29-107.

Hanski, I. 1988. Are the pyramids deified dung pats? Trend in Ecology and Evolution. 3 (2):34-35.

Hernández, H. J. A. 2005. Comparación del perfil de excreción fecal de doramectina administrada por vía subcutánea en ovinos parasitados y sin parasitismo gastrointestinal. Tesis de Licenciatura. Universidad de Concepción. Chile.

Iwasa, M. y Sugitani, M. 2014. Effects of the veterinary antiparasitic drug eprinomectin on dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae), the non pest fly *Neomyiacornicina* and pest fly *Haematobia irritans* (Diptera: Muscidae) in Japan. Applied Entomology and Zoology. 49 (4):591.

Iwasa, M., Suzuki, N. y Maruyama, M. 2008. Effects of moxidectin on coprophagous insects in cattle dung pats in Japan. Applied Entomology and Zoology.

43 (2):271-280.

Klimaszewski, J. y Watt, J. C. 1997. Coleoptera: family-group review and keys to identification. Fauna of New Zeland. 37: 30.

Kryger U., Deschodt, C. y Scholtz, C. H. 2005. Effects of fluazuron and ivermectin treatment of cattle on the structure of dung beetle communities. Agriculture Ecosystems and Environment. 105 (4):649-656.

Lifschitz A., Virkel, G., Imperiale, F., Pis, A. y Lanusse, C. 2002. Fármacos endectocidas: avermectinas y milbemicinas. Pp. 545-558. En: Botana L.M., Landoni, F., Matin-Jiménez, T. (eds). Farmacología y Terapéutica Veterinaria. McGraw-Hill-Interamericana, Madrid, España.

Lumaret, J. P. y Kadiri, N. 1995. The influence of the first wave of colonizing insect on cattle dung dispersal. Pedobiología. 39 (6): 506-517.

Martín, P. F. 1997. Escarabajos sagrados. Los artrópodos y el hombre. Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa.20: 327-330.

Martínez, M. I. y Cruz, R. M. 2009. Las prácticas agropecuarias y sus consecuencias

en la entomofauna ganadera de Xico, centro de Veracruz, México y el posible impacto ambiental. Acta Zoológica Mexicana (n.s.). 25 (3): 673-681.

Martínez, M. I. y Lumaret, J. P.2006. Las prácticas agropecuarias y sus consecuencias en la entomofauna y el entorno ambiental. Folia Entomológica Mexicana.45 (1): 57-68.

Martínez, M. I., Cruz R. M., Montes, D.O. E. y Suárez, T. 2011. La función de los escarabajos del estiércol en los pastizales ganaderos. Primera edición. Secretaría de Educación de Veracruz. Gobierno del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llaves. Xalapa, Veracruz, México. 73 pp.

Matthews, E. G. 1961. A revision of the genus Copris Muller of the western hemisphere (Coleoptera, Scarabaeidae). Folia Entomologica Americana.45 (1): 57-68.

Mckellar, Q. A. y Benchaoui, H. A. 1996. Avermectins and milbemycins. Veterinary Pharmacology and Therapautics. 19 (5):331-351.

Medina, U. C. A. 2015. Canthonini (Scarabaeidae: Scarabaeinae) of Gondwana: comparison of male genitalia evolutionary trends and phylogeny.

Thesis (DPhil). University of Pretoria.

Miranda, F. K. P. 2014. Remoción de excremento vacuno por los escarabajos del estiércol (Coleoptera: *Scarabaeinae*) en dos zonas ganaderas del norte de Veracruz. Tesis de Maestría. Universidad Veracruzana. Tuxpan, Veracruz, México.

Moreno, M. J. C., Andrade, B. R. J. y Pulido, M. M. O. 2015. Cuantificación de ivermectina eliminada en materia fecal de novillos tratados. Ciencia y Agricultura. 12 (1): 97-102.

Morón, R. M. A. 2000. Atlas de los coleóptera Scarabaeoidea de México. Segunda parte. Instituto de Ecología, A. C. Informe final SNIB-CONABIO. México D. F.

Morón, R. M. A. 2003. Atlas de escarabajos de México. Coleóptera: Lamellicornia, Familias *Scarabeidae*, *Trogidae*, *Passalidae* y *Lucanidae*. Argania Barcelona. 2:227.

Morón, R. M. A. 2004. Escarabajos, 200 millones de años de evolución. Instituto de Ecología-Soc. Entomológica Aragonesa. Zaragoza.

Morón, R. M. A. 2012. Nuevos registros estatales y nacionales de escarabajos (Coleoptera: *Scarabaeoidea*) y comentarios sobre su distribución. Revista Mexicana de Biodiversidad. 83: 698-711.

National Center for Biotechnology Information. PubChem Compound Database; CID=6436133. 2015. [Consultado el 6 de septiembre]. Página electrónica (http://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/6436133#section=2D-Structure).

Navias, S., C. E. 2006. Comparación del perfil de excreción fecal de moxidectina luego de la administración subcutánea en ovinos con y sin parasitismo gastrointestinal. Tesis de Licenciatura. Universidad de Concepción. Chile.

Pérez, R., Cabezas, I., Sutra, J. F., Galtier, P. y Alvinerie, M. 2001. Faecal excretion profile of moxidectin and ivermectin after oral administration in horses. The Veterinary Journal. 161: 85-92.

Plumb, D. C. P.D. 2010. Ivermectina. pp. 383. En: Manual de Farmacología veterinaria. 6 ª (ed). Ed.Inter-Médica, Argentina.

Ratcliffe, B. y Jameson, M. L. 2001. Generic Guide to New World Scarab Beetles. [Actualizado 19 de septiembre 2005]. Página electrónica(http://museum.unl.edu/research/entomology/Guide/Scarabaeoidea/Scarabaeidae/Scarabaeidae-pages/Scarabaeidae-Overview/ScarabaeidaeO.html).

Rodríguez, V. R. I., Arieta, R. R. J., Pérez, C. L.C., Rosado, A. J. A., Ramírez, C. G.T. y Basto E. G. 2010. Uso de lactonas macrocíclicas para el control de la garrapata *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus* en el ganado bovino. Archivos de Medicina Veterinaria. 45: 115- 123.

Schaeffer, C. 1914. A short review of the North American species of *Onthophagus* (Col. Scarab). New York EntomologicalSociety. 22 (4):290-300. [Actualizado al 7 de octubre 2016]. Página electrónica (https://www.jstor.org/stable/pdf/25003637.pdf)

Shoop, W. L., Mrozik, H. y Fusher, M. H. 1995. Structure and activity of avermectins and milbemycins in animal health. Veterinary Parasitology. 59 (2)**:**139-156.

Solís, A. 2004. [Actualizado al 4 de abril 2011). Página electrónica http://www.crbio.cr:8080/neoportal-web/species/Canthidium%20pseudopuncticolle.

Solís, A. 2004. *Canthon cyanellus*. [Actualizado al 5 de enero 2016]. Página electrónica (http://atta2.inbio.ac.cr/neoportal-web/species/canthon%20cyanellus).

Solís, A. y Kohlmann B. 2004. El género Canthidium (Coleoptera: Scarabaeidae) en Costa Rica. Giornale Italiano di Entomologia. [Actualizado al 9 de septiembre 2014]. Página electrónica (https://www.researchgate.net/publication/235228355_El_genero_Canthidium_Coleoptera_Scarabaeidae_en_Costa_Rica).

Steel, J. W. 1993. Pharmacokinetics and metabolism of avermectins in livestock. VeterinaryParasitology.48:45-57.

Suárez, V. H., Lifschitz, A. L., Sallovitz, J. M. y Lanusse, C. E. 2009. Effects of faecal residues of moxidectin and doramectin on the activity of arthropods in cattle dung. Ecotoxicology and Environmental Safety 72: 1551-1558.

Sumano, L. H. S. y Ocampo, C. L. 2006. Antiparasitarios. Pp. 472-482. En: Farmacología Veterinaria. 3ra edición. Ed. MacGrawHill Interamericana. D.F. México.

Verdú, J. R., Cortez, V., Ortiz, A. J., González, R. E., Martínez, P. J., Lumaret, P.J., Lobo, J. M., Numa, C. y Sánchez, P. F. 2015. Low dose of ivermectin cause sensory and locomotor disorders in dung beetles. Scientific Reports. 5 (13912): 1-9.

Wall, R. y Beynon, S. 2012. Area wide impact of macrocyclic lactone parasiticides in cattle dung. Medical and Veterinary Entomology. 26 (1): 1-8.

Webb, L., Beaumont, D. J., Nager, R.G. y McCracken, D.I. 2010. Field-scale dispersal of *Aphodius* dung beetles (Coleoptera: *Scarabaeidae*) in response to avermectin treatments on pastured cattle. Bulletin of Entomological Research. 100 (2):175-183.

Wing, C. R. J. 2008. Residualidad de sustancias xenobióticas en el suelo empleadas en la producción pecuaria. Agronomía mesoamericana. 19 (1):99.

Zuluaga, S. A. F., Giraldo, C. E. y Chará, J. 2011. Servicios ambientales que proveen los sistemas silvopastoriles y los beneficios para la

biodiversidad. Manual 4. Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible. Banco Mundial. Bogotá, Colombia. 36 pp.

ANEXOS

Anexo 1

Favor de contestar lo siguiente:

Nombre del rancho o predio: _____ Rancho No. _____

Ubicación: _____

Localidad: _____ Municipio y Edo._____

I. MANEJO Y USO DE INSECTICIDAS, HERBICIDAS Y DESPARASITANTES.

1. ¿Cuáles plagas (insectos, parásitos, malas hierbas) son los que causan daño al ganado?

2. ¿Qué insecticida o herbicida usa para su control?

3. ¿Cuántas veces al año y cuando aplica el herbicida o insecticida?

4. ¿Aplica insecticida a todos los animales y/o el suelo?

5. ¿utiliza usted desparasitantes contra gusanos o parásitos externos?

6. Indique el desparasitante usado:

Doramectina:_____ Ivermectina:_____ Otra: ____ Especifique:_____

Abamectina:_____ Moxidectina:_____ Albendazol:_____ Febendazole:___

7. ¿Cada cuando desparasita?: No de desparasitaciones al año:

8. ¿Dosifica el desparasitante de acuerdo al peso exacto?

9. Vía de aplicación del desparasitante (marque la usada):

Intramuscular:_____ Subcutánea:_____ Oral:_____ Pour on:_____

10. Motivo por el cual utiliza el desparasitante antes indicado

11. ¿Siempre desparasita con el mismo?, ¿o lo alterna?, si es así, indique el motivo:

12. ¿En qué año inicio el uso de insecticidas y desparasitantes? ¿Lo ha mantenido anualmente constante?

II. ACUMULACIÓN DE ESTIERCOL Y ESCARABAJOS

1. ¿Considera que la acumulación del estiércol es un problema para su potrero?

Si: _____ No: _____

2. ¿Qué problemas le genera el estiércol acumulado?

3. ¿Retira el estiércol de su potrero o le da alguna utilidad?

4. ¿Ha visto escarabajos en su potrero y en que abundancia?

5. ¿A partir de que inicio el uso de insecticidas y desparasitantes? ¿Notó algún cambio en la abundancia de escarabajos?

VARIOS

1. ¿Cuánto gasta por año y por hectárea en tratamientos químicos?

Gracias

ANEXO 2

Descripción de especies colectadas

Familia Scarabaeidae, subfamilia Scarabaeinae

Escarabajos de cuerpo robusto, a menudo brillante, pero algunos opaco, presentan patas anteriores con las tibias muy dilatadas, modificadas para cavar. El clípeo algunas veces es dentado y cubre piezas bucales haciéndolas no visibles desde arriba (Klimaszewski y Watt, 1997). El pigidio está expuesto y las tibias posteriores presentan únicamente un espolón apical. Algunas especies muestran cuernos, tubérculos u otras estructuras de diversas cabezas en la cabeza como el protórax, sobre todo en machos. Algunos adultos son notables por su tamaño relativamente grande, por colores brillantes y ornamentación elaborada. El grupo incluye alrededor de 27.800 especies en todo el mundo (Cooper, 1983; Scholtz, 1990 citados en Ratcliffe y Jameson, 2001).

Tribu Coprini

Escarabajos de cuerpo robusto, color negro o pardo obscuro; abdomen más o menos reducido; patas proporcionalmente cortas y los ápices de las tibias notablemente ensanchados; uñas tarsales pequeñas, pero bien desarrolladas;

dimorfismo sexual variable (Morón, 2000).

Copris incertus Say, 1835

Su cuerpo mide de 10 a 17mm. Posee élitros con 9 estrías bien marcadas incluyendo la supraepipleural (Matthews, 1961).

Especie de bosque registrada en Belice, Colombia, Costa Rica, Salvador, Nueva Zelanda, Hawaii y México en donde se ha encontrado en excremento de vaca y caballo, es de comportamiento cavador a la hora de nidificar. Su distribución en México abarca los estados de Hidalgo, Puebla, San Luis Potosí, Yucatán y Veracruz (Catálogo de la biodiversidad Colombia, 2010; CONABIO, 2016).

Hembra de *Copris incertus* Say, 1835, izquierda vista dorsal, derecha vista lateral.

Macho de *Copris incertus* Say, 1835, vista lateral.

Copris lugubris Boheman, 1858

Es el más largo de las especies *Copris*, su tamaño es de 13.5-19 mm, con coloración negra. Los machos presentan un cuerno recto, que los hace fácilmente distinguible de otras especies *Copris*, presenta un proceso pronatal lateral y un desarrollo pronatal incompleto. Las hembras a menudo carecen de ornamentos en la cabeza, en su lugar presentan una carina transversa. En una minoría de hembras fuertemente desarrolladas, se encuentra presente un cuerno cefálico, el cual es más corto que en los machos y transversalmente incompleto. *Copris lugubris* es un paracóprido nocturno y de comportamiento cavador a la hora de nidificar (Creedy y Mann, 2012).

Especie de selva tropical y subtropical, bosques tropicales y subtropicales. Se encuentra distribuida en México es en los Estados de Campeche, Colima, Chiapas, Durango, Guerrero, Jalisco, México, Michoacán de Ocampo, Morelos, Oaxaca, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Yucatán y Veracruz (CONABIO, 2016).

Hembra de *Copris lugubris* Boheman,1858, vista lateral.

Macho de *Copris lugubris* Boheman, 1858, vista lateral.

Tribu Dichotomini

Los miembros de esta tribu se distinguen por tener siete estrías completas claramente marcadas en los élitros. El dimorfismo sexual es variable, ya que los machos de algunas especies muestran proyecciones fronto-clipeales y prominencias de forma variable en el pronoto en tanto que las hembras pueden tener tubérculos o quillas marcadas en la frente y el pronoto. En algunas especies es difícil distinguir un sexo del otro (Morón, 2000).

Canthidium (Eucanthidium) pseudopuncticolle Solís y Kohlmann, 2003

La longitud de su cuerpo es de 4-6mm, con coloración negra con leve brillo verde o azul y pocas veces rojizo. La cabeza, el pronoto y el pigidio presentan puntuaciones fuertes. Los élitros y algunas veces el pigidio, están cubiertos de una fina granulación que los torna algo opacos. El borde anterior de la cabeza tiene dos dientes y el área dorsal de los ojos es bastante angosta. El área clipeofrontal presenta 3 protuberancias cónicas definidas. Las fóveas laterales del pronoto son algo circulares pero no alargadas o en forma de surco. El área adyacente al margen posterior del pronoto carece de una hilera de puntuaciones alargadas. El escutelo no es visible. Cada élitro presenta 8 estrías visibles, incluyendo la supraepipleural y las puntuaciones de las estrías normalmente se aprecian bien. El pigidio presenta una carina a todo su alrededor adyacente al borde y como se indica antes presenta

puntuaciones fuertes. Las tibias anteriores muestran tres 3 dientes en el borde externo. El espolón apical de estas tibias es simple al igual que el de las hembras. El ángulo interno del extremo de la tibia se prolonga en una espina algo dirigida hacia abajo. Los tarsos anteriores están presentes como en todas las especies del género. Las tibias medias y posteriores son expandidas hacia su extremo El primer tarso de las patas posteriores es alargado, mucho más largo que el segundo y de forma rectangular.

En la hembra en el ángulo interno anterior de las tibias anteriores no se prolonga en una espina. Además, el último esternito abdominal es más ancho que en los machos (Solís y Kohlmann, 2004).

Especie de selva tropical/subtropical, endémica de México, y distribuida en Costa Rica, Estado Unidos y Brasil (CONABIO, 2016; Solís, 2004).

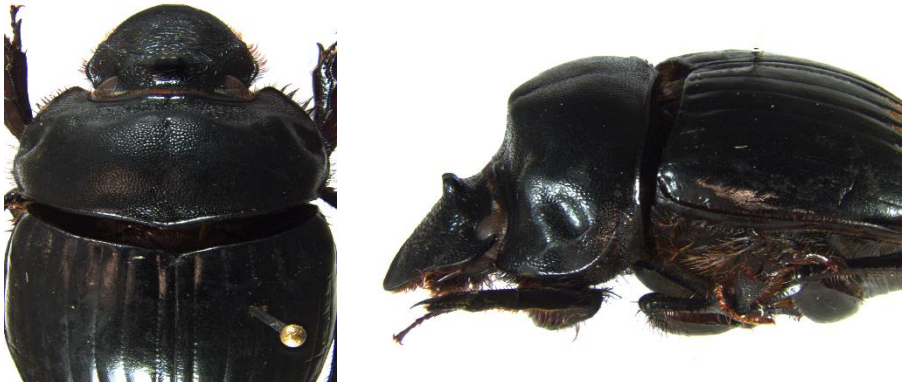
Canthidium (*Eucanthidium*) *pseudopuncticolle*, Solís y Kohlmann, 2003.

Dichotomius colonicus Say, 1835

Especie con coloración del cuerpo que va de pardo oscuro a negro. Tiene una longuitud de 19 a 28. 5mm. Anchura elitral máxima: 13.5 – 17.5 mm. La cabeza y el área interior del pronoto presentan pequeñas rugosidades transversales y punteadas en el área basal del pronoto. En los machos existen dos protuberancias en la cabeza, una quilla bicúspide en la frente y un pequeño cuerno unicúspide en el clípeo. En los machos poco desarrollados puede desaparecer la protuberancia clipeal. Las hembras presentan un cuerno corto, truncado, con una muesca en el centro. En el macho el pronoto presenta un área interior amplia, algo cóncava a los lados, casi vertical, con una protuberancia en el pronoto, en la parte central, a cada lado sobre la foseta con un pequeño diente, línea media marcada y margen

completo. En las hembras hay una proyección en la parte antero-central del pronoto con una pequeña proyección a cada lado sobre las fosetas laterales. Élitros con ocho estrías bien marcadas, incluyendo la supraepipleural, donde los ápices de las estrías 1-3 y a veces la 4 y 5 se expanden y están cubiertos con sedas muy finas de color pardo cremoso (Morón, 2000).

Especie coprófaga de hábitos nocturnos que se encuentra distribuida desde Oaxaca, Chiapas, México hasta Panamá (Morón, 2000).



Hembra de *Dichotomius colonicus* Say, 1835, izquierda vista dorsal y derecha vista lateral.

Macho de *Dichotomius colonicus* Say, 1835, izquierda vista dorsal y derecha vista lateral.

Digitonthophagus gazella

Especie cuya longuitud corporal es de 8.5-11.2 mm., cabeza negra, pronoto con el margen laterobasal pardo amarillento y el disco negro, élitros pardo-amarillentos. Margen anterior del clípeo sinuado. Pronoto con escasas sedas y los ángulos posteriores redondeados. Los machos poseen dos cuernos frontales divergentes y una quilla frontoclipeal (Morón, 2000).

Especie de exótica- invasora presente en México, bastante común en los pastos de ganado en tierras bajas del suroeste del Amazonas; menos abundante en las playas

de las tierras bajas, pastizales y matorrales. Nativo de África, *D*. *gazella* se ha introducido en todo el mundo (CONABIO, 2016).

Hembra de *Digitonthophagus gazella* Fabricius,1787, vista dorsal.

Hembra de *Digitonthophagus gazella* Fabricius, 1787, izquierda vista dorsal y derecha vista lateral.

Tribu canthonini

Esta tribu incluye cerca de 873 especies pertenecientes a 91 géneros, lo que equivale al 40 % de la subfamilia Scarabaeinae. Una característica básica de estas especies es la forma de sus patas (Medina, 2015).

El tamaño corporal es de pequeño a grande (longitud de 2-25 mm), forma redonda u ovalada. Cabeza y pronoto carece de cuernos o carenas. Antena con 9 segmentos, esbelta media y tibias posterior, curva, sólo se expande ligeramente hacia apical. El dimorfismo sexual es mínimo (Halffter y Martínez, 1977).

Canthon cyanellus cyanellus

La longitud del cuerpo es de 6 a 10 mm. Dorsalmente la cabeza es de color pardo oscuro o negro con reflejos verdes; el pronoto es amarillo con los bordes pardo oscuro o negro y un par de manchas (pocas veces pueden estar casi ausentes) también pardas oscuras o negras mediales una anterior y otra posterior que en algunos especímenes se interconectan formando una franja angosta o muy ancha, los élitros también son amarillos con los bordes negros, en la parte anterior este borde negro es más ancho y de forma irregular. El área negra de los bordes suturales también es más ancha. El pigidio es amarillo con los bordes negros. Ventralmente el protórax, meso y metatórax, incluyendo las patas son negros o

pardo oscuros. El abdomen es amarillo a excepción del último esternito y el borde anterior que son de color negro o pardo oscuro. Unos pocos especímenes pueden ser casi totalmente pardo oscuros o negros con lustre verde, habiendo toda una gradación de esto a lo descrito anteriormente. Independientemente del patrón de coloración, en todos los especímenes se aprecia un lustre verde en todo su cuerpo.

El cuerpo dorsalmente carece de setas. El borde anterior de la cabeza es cuadridentado. Las fóveas laterales del pronoto son algo circulares pero no alargadas o en forma de surco. El escutelo no es visible. Cada élitro presenta 9 estrías poco visibles incluyendo la supraepipleural. Carece de carinas laterales en los élitros, fuera de las supraepipleurales. El pigidio muestra una carina basal bien marcada. Un dentículo ventral en el borde anterolateral del protórax está ausente. La carina proepimeral del protórax está presente pero es incompleta. Las tibias anteriores muestran 3 dientes en el borde externo y el borde interno es recto. El espolón apical de estas tibias es bífido a diferencia del de las hembras que es simple. Los tarsos anteriores están presentes como en todas las especies del género. Las tibias medias y posteriores son delgadas, algo curvadas y escasamente expandidas hacia su extremo. El primer tarso de las patas posteriores es de longitud normal, no más largo que el segundo y de forma triangular. Ventralmente los fémures posteriores presentan una carina longitudinal cerca del borde anterior y otra carina cerca del borde posterior pero solo en la parte distal, algunas veces ausente o muy poco visible.

La hembra es semejante al macho excepto en que el espolón de las tibias anteriores es simple y no bífido y el último esternito abdominal es relativamente más ancho medialmente (Solís, 2004).

Especie de bosque seco distribuida en Estados Unidos, México, Guatemala, Nicaragua, Panamá, Trinidad, Colombia, Venezuela, Brasil, Ecuador, Perú (Solís, 2004).

Canthon cyanellus cyanellus

Tribu Onthophagini

Los individuos pertenecientes a esta tribu se distinguen por tener una combinación

de los siguientes caracteres: cabeza con tubérculos, quillas o cuernos notables; tercer artejo de los palpos labiales inconspicuo: antenas formadas por nueve artejos; pronoto convexo o con prominencias, cuernos o quillas marcadas; escutelos ocultos; tibias intermedias y posteriores cortas, con los ápices notablemente ensanchados (Morón, 2004).

Onthophagus landolti Harold, 1880

La cabeza, protórax, metasternum y patas son verde metálico, excepto la cabeza que es opaca; los élitros y abdomen son de color azulado o raramente verdoso y muy débil. Puede presentar pequeñas manchas color rojizo-amarillo de la base al apéndice, el cual rara vez es sin manchas. La cabeza del macho es poco puntiforme, la carina inferior está ausente y la carina superior está representada en cada lado por un pequeño y bastante débil canto, en forma de arco. El protórax es bastante grueso, pero punteado, en declive ligeramente en frente y en la parte media producida por un lóbulo muy corto. Los élitros son con un aspecto algo grasiento. Las tibias anteriores del macho son considerablemente alargadas, mientras que en las hembras son normales y estas tienen dos carinas en la cabeza (Schaeffer, 1914).

Especie presente en México y originalmente descrita de América y Venezuela, esta especie de extiende su distribución hasta el norte de Texas (Brownsville) (Schaeffer,

1914).

Onthophagus landolti Harold, 1880, hembra a la izquierda y a la derecha el macho, vista dorsal

Onthophagus (Onthophagus) corrosus Bates, 1887

La forma del cuerpo de esta especie es ovalada, con coloración negra sin brillos. Tiene una longitud que varía de 5 a 8 mm. Posee una cabeza con un clípeo redondeado con marginación en forma de U. El pronoto tiene ángulos anteriores rectos. Los élitros son chagrinados con estrías poco marcadas. Presenta vellosidades a lo largo de todo su cuerpo. Los machos poseen cuernos y tubérculos en cabeza y pronoto. Las hembras no presentan cuernos y con carena que separa el clípeo de la frente (Carrillo, 2014). Esta especie se encuentra presente en México.

Onthophagus (Onthophagus) corrosus Bates, 1887, iizquierda hembra y a la derecha el macho, vista dorsal.