

**Caracterización de la comunidad de
escarabajos (Coleoptera: Scarabaeidae)
asociados al estiércol en Zamorano, Honduras**

**Daniel Guillermo Cerritos García
Luis Alberto Ochoa Cadena**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2017

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Caracterización de la comunidad de escarabajos (Coleoptera: Scarabaeidae) asociados al estiércol en Zamorano, Honduras

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingenieros Agrónomos en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

**Daniel Guillermo Cerritos García
Luis Alberto Ochoa Cadena**

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2017

Caracterización de la comunidad de escarabajos (Coleoptera: Scarabaeidae) asociados al estiércol en Zamorano, Honduras

Daniel Guillermo Cerritos García
Luis Alberto Ochoa Cadena

Resumen. La crianza de ganado para la producción de carne y leche ha provocado la eliminación de grandes extensiones de bosque para el establecimiento de pasturas impactando la diversidad de escarabajos coprófagos al reducir la disponibilidad de hábitats y alimento. El objetivo de este estudio fue caracterizar la comunidad de escarabajos asociados al estiércol en tres sitios con distinta cobertura vegetal en Zamorano. Se establecieron tres transectos por cada sitio de muestreo y se colocaron diez trampas de caída cebadas con estiércol de cerdo por transecto. Se analizaron riqueza y abundancia. Se capturaron un total de 4542 individuos distribuidos en dos familias, 11 géneros y 16 especies. El hábitat donde se recolectó el mayor número de individuos fue en la plantación de marañón (41%), seguido de la plantación de caoba senegalense (32%) y por último la pastura (27%). No se encontró diferencia significativa ($P \leq 0.05$) para la riqueza ni abundancia, pero especies como *Aphodius* sp, *Canthon indigaceus* Leconte y *Onthophagus* cf. *landolti* Harold solo se encontraron en la pastura, mientras *Coprophanaeus* cf. *boucardi* Nevinson y *Onthophagus* sp. solo se encontraron en la plantación de caoba senegalense. *Deltochilum lobipes* Bates y *Sisyphus mexicanus* Harold se encontraron solamente en la plantación de marañón. La comunidad de escarabajos asociados al estiércol de Zamorano está compuesta en su mayoría por especies adaptadas a ambientes alterados y abiertos. La mayoría de los individuos encontrados pertenecen a los géneros *Dichotomius* Hope, *Onthophagus* Latreille y *Phanaeus* Macleay.

Palabras clave: Centro América, deforestación, escarabajos estercoleros.

Abstract. Raising livestock for meat and milk production has led to the elimination of large areas of forest for the establishment of pastures impacting the diversity of coprophagous beetles by reducing the availability of habitats and food. The objective of this study was to characterize the beetle community associated with manure in three sites with different vegetation cover in Zamorano. Three transects were established for each sampling site and ten pitfall traps with pig manure per transected. We analyzed richness and abundance. A total of 4542 individuals were captured belonging to two families, 11 genera and 16 species. The habitat where the largest number of individuals was captured was a cashew plantation (41%), followed by plantation of Senegalese mahogany (32%) and finally pasture (27%). No significant difference ($P \leq 0.05$) was found for richness or abundance, but species such as *Aphodius* sp, *Canthon indigaceus* Leconte and *Onthophagus* cf. *landolti* Harold were found only in the pasture, while *Coprophanaeus* cf. *boucardi* Nevinson and *Onthophagus* sp. were only found in the Senegalese mahogany plantation. *Deltochilum lobipes* Bates and *Sisyphus mexicanus* Harold were found only in the plantation of cashew. The beetle community associated with Zamorano manure is mostly composed of species adapted to altered and open environments. Most of the individuals found belong to the genus *Dichotomius* Hope, *Onthophagus* Latreille and *Phanaeus* Macleay.

Key words: Central America, deforestation, dung beetles.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de cuadros y figuras	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. METODOLOGÍA	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	6
4. CONCLUSIONES.....	15
5. RECOMENDACIONES.....	16
6. LITERATURA CITADA	17

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadros	Página
1. Riqueza y abundancia de especies en cada hábitat.....	6
2. Comparación de la diversidad (índice de Shannon) y dominancia (índice de Simpson) por hábitat.....	13
3. Clasificación de especies según su momento más activo durante el día, tamaño, reubicación de alimento y dieta preferida.....	14

Figuras	Página
1. Hábitats muestreados: plantación forestal (A), pastura (B), plantación de marañón (C) e imagen satelital de la distribución de las trampas de caída (D)..	3
2. Curvas de acumulación de especies basada en el número de semanas muestreadas. (A) pastura, (B) plantación forestal y (C) plantación de marañón.	8
3. Media de especies colectadas por transecto en cada hábitat.	9
4. Análisis de clúster, en base al índice de Jaccard, de los hábitats: pastura (1), plantación forestal (2) y plantación de marañón (3).....	10
5. Media de individuos colectados por transecto en cada hábitat.	11

1. INTRODUCCIÓN

La crianza de ganado para la producción de carne y leche ha provocado la eliminación de grandes extensiones de bosques para el establecimiento de pasturas, las cuales por su manejo de pastoreo y quemadas para la eliminación de garrapatas no permiten la regeneración de estos bosques (Barrance et al. 2009). En Honduras, la ganadería contribuye con aproximadamente 13% Producto Interno Bruto Agropecuario, el 53.8% de la tierra utilizada para agricultura está cubierta con pasturas destinadas para esta actividad (INE 2008).

Una res adulta es capaz de producir 50 kg de estiércol al día (Martínez et al. 2011), los insectos juegan un papel importante en la incorporación del estiércol al suelo. La limpieza del pasto por parte de los insectos evita las pérdidas, ya que la superficie cubierta por estiércol deja de ser apetecible para el ganado. También al enterrar el estiércol se reduce la compactación del suelo por el pastoreo, aumentando así la porosidad, infiltración, mejorando la estructura del suelo y reduciendo la erosión por escorrentía, además de aportar nitrógeno al suelo (Losey y Vaughan 2006).

Entre los principales grupos de insectos responsables del reciclaje de estiércol están los escarabajos coprófagos. Los escarabajos coprófagos o comúnmente conocidos como escarabajos estercoleros pertenecen a la familia Scarabaeidae, son caracterizados por su alta importancia en el funcionamiento de los ecosistemas por su cercanía a mamíferos debido a su dependencia por el excremento para su nidificación y alimentación. Además por su sensibilidad a cambios en los ecosistemas naturales son considerados como un grupo indicador importante para la evaluación de cambios en el ambiente producidos por la actividad humana (Hernández et al. 2003).

La composición de las comunidades de escarabajos coprófagos en Centroamérica está compuesta principalmente por los géneros *Copris*, *Onthophagus*, *Phanaeus* y *Dichotomius* (Horgan 2001). Estos escarabajos pueden clasificarse según el momento de actividad en nocturnos, diurnos o crepusculares y según la recolocación de estiércol en endocrópidos, paracrópidos y telecrópidos. La biodiversidad en un ambiente se ve afectada por la competencia entre individuos con densidades, comportamiento y biología similares. Además, los patrones de abundancia pueden variar según la época del año, los mayores picos de abundancia se dan normalmente en la época lluviosa por la disponibilidad de alimento y la friabilidad del suelo que permite la recolocación del estiércol con mayor facilidad (Horgan y Fuentes 2005). La transformación de bosques a pastura ha impactado grandemente en la pérdida de biodiversidad de escarabajos coprófagos al reducir la disponibilidad de hábitats y alimento (Hernández et al. 2003).

Un solo individuo de la especie *Dichotomius annae* Kohlmann y Solis, 1775 o dos individuos de *Copris lugubris* Boheman, 1858 son capaces de enterrar 0.7 kg de estiércol en una sola noche de actividad (Horgan y Fuentes 2005). Esta eficiencia se ve directamente afectada por la rapidez de encontrar el estiércol y el tamaño de su cuerpo, además de las condiciones ambientales que permiten mantener fresco el estiércol y el grado de compactación del suelo. Estas condiciones pueden ser brindadas por la presencia de cobertura arbórea en los límites de las pasturas (Horgan 2001). Las plantaciones forestales o frutícolas cercanas a las pasturas son capaces de conservar la biodiversidad de estos escarabajos, ya que algunas especies solo necesitan el bosque como refugio por el microclima y la cantidad de hojarasca que genera para después en su momento de actividad salir a los lugares abiertos para alimentarse (Horgan 2007).

El papel de los escarabajos coprófagos en la descomposición del estiércol debe de ser enfatizada para fomentar la conservación en las faunas modernas y los pastizales de Centroamérica que a menudo son los hábitats dominantes. La eficiencia del enterramiento del estiércol por las pocas especies sinantropogénicas destaca su importancia para los ecosistemas de la agricultura. La comprensión de los requisitos y actividades de estos escarabajos pueden ayudar a mejorar las estrategias de manejo para el pastoreo de ganado en los pastizales que dominan la mayor parte de la costa pacífica de Centroamérica (Horgan 2001).

Los objetivos del estudio fueron:

- Caracterizar la comunidad de escarabajos asociados al estiércol en un área en Zamorano, Honduras.
- Determinar si existe una diferencia en diversidad entre sitios con diferente cobertura vegetal.
- Identificar posibles especies bioindicadoras.

2. METODOLOGÍA

Área de estudio. El período de muestreo se realizó desde el 28 de abril al 26 de mayo del 2017 en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, localizada a 30 km. de Tegucigalpa, Honduras, a 800 msnm, con una temperatura y precipitación promedio de 24⁰ C y de 179.8 mm respectivamente durante ese periodo.

Para los muestreos se seleccionaron 3 zonas de El Ciruelo, este es un terreno plano, destinado al pastoreo de ganado bovino para la producción de carne de la Unidad de Ganado de Carne de Zamorano. La primera sección es una plantación forestal de *Khaya senegalensis* (Desv.) A. Juss. sembrada a tres bolillos que presenta aproximadamente un área de 4.3 ha, con una edad de 17 años de establecido y una altura de la plantación promedio de 12.2 m causando un microclima fresco y con mucha sombra, con bastante materia orgánica provocada por la gran cantidad de hojarasca y estiércol. Esta zona presenta ciertos parches de pasto en la que los rayos del sol entran con mayor intensidad (Figura 1).

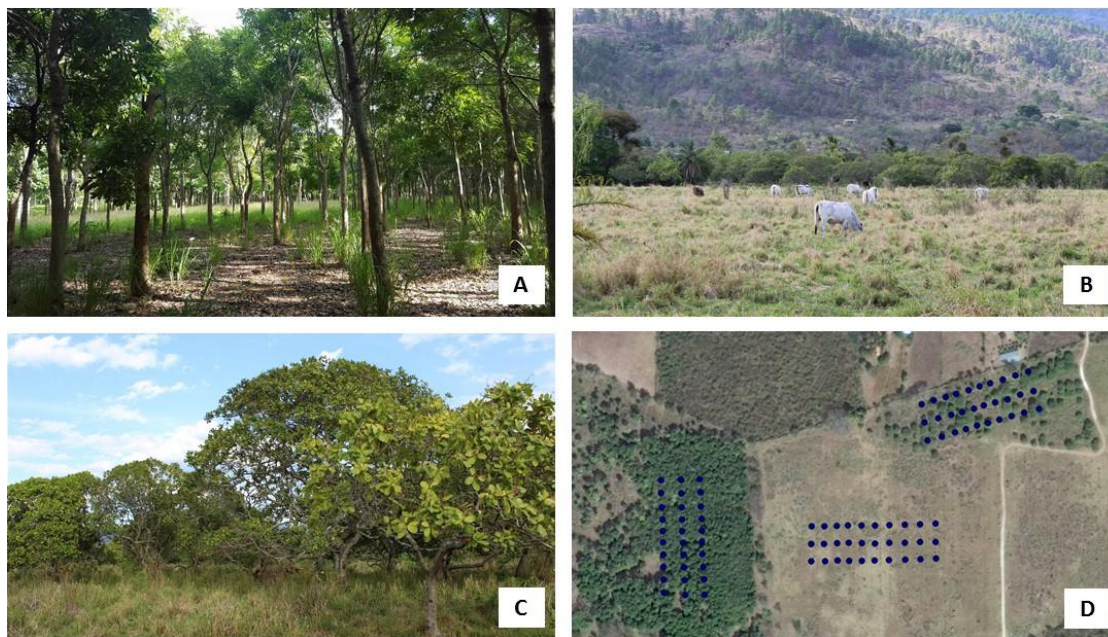


Figura 1. Hábitats muestreados: plantación forestal (A), pastura (B), plantación de marañón (C) e imagen satelital de la distribución de las trampas de caída (D).

La segunda sección corresponde a un área contiguo de aproximadamente 5.2 ha, sin árboles por lo que no hay sombra y los rayos del sol entran en contacto directo con el suelo, donde la principal cobertura vegetal es pasto y la materia orgánica presente está constituida principalmente por estiércol bovino. La tercera sección es una plantación de Marañón (*Anacardium occidentale* L. – cashew) con un área aproximada de 1.6 ha, los árboles se encuentran dispersos en el terreno generando sombra y a su vez permitiendo el crecimiento de pasto en toda la zona, la materia orgánica compuesta en su mayoría por hojarasca, estiércol bovino y frutos caídos.

Muestreo. Se establecieron tres transectos separados a 25 m, por cada sitio de muestreo. Se colocaron por transecto 10 trampas de caída tipo pitfall separadas 15 m entre sí. Para las trampas se colocaron dos vasos plásticos 10.5 × 8 cm apilados al ras del suelo para facilitar la extracción de la muestra. Se cebaron las trampas con estiércol de cerdo en un recipiente más pequeño sostenido por alambres a partir del vaso plástico, evitando la contaminación de las muestras; se agregó una solución de agua con detergente hasta un cuarto del vaso. Cada trampa fue cubierta con un techo construido a partir de un plato plástico de 22 cm de diámetro sostenido por dos palillos paralelos enterrados en el suelo con el objetivo de protegerlas de la lluvia y el sol. Se utilizó estiércol de cerdo por poseer un olor mucho más atractivo que permite la captura de la mayor cantidad de especies posibles.

Las colectas se realizaron cada 72 h posteriores a su establecimiento, se extraía el vaso superior para colocar los escarabajos en bolsas plásticas con alcohol al 70% para su conservación y el frasco con el cebo para hacer el cambio por estiércol fresco. Las muestras se identificaron por fecha, transecto y lugar de colecta. Después se realizó un lavado con hipoclorito de sodio al 5% diluido en agua para eliminar el mal olor y posteriormente ser almacenados en frío en un refrigerador convencional.

Los escarabajos fueron clasificados por morfoespecies y colocados en planchas de algodón debidamente etiquetados por colecta para su conservación y posterior identificación. La identificación taxonómica se realizó en el laboratorio de entomología a partir de claves dicotómicas y revisiones de los géneros, (Kohlmann y Solís 1997; Kohlmann y Solís 2001; Solís y Kohlmann 2002; Deloya 2005; Edmonds y Zidek 2010; Edmonds y Zidek 2012) y por comparación con material de referencia de la Colección de Insectos de la Escuela Agrícola Panamericana (EAPZ), Zamorano, Honduras.

Grupos funcionales. Los escarabajos estercoleros se clasifican ecológicamente usando cuatro características para identificar los diferentes grupos funcionales/gremios que se encuentran en una determinada comunidad de escarabajos. Esta clasificación es importante ya que cada característica tiene un impacto diferente en el ambiente. La primera característica es relacionada a la reubicación del alimento y se divide en tres categorías: endocópridos, telecópridos y paracópridos. Los endocópridos son los que llegan al estiércol y hacen un nido en el estiércol. Los telecópridos o rodadores agarran porciones del estiércol y hacen bolas y las mueven a su nido. Los paracópridos hacen túneles debajo del estiércol o en un ángulo (Halffter 1991).

Otra clasificación está basada en la dieta. Se clasificaron en coprófagos, necrófagos y generalista. Los coprófagos son los que prefieren el estiércol, los necrófagos la carroña y los

generalistas no tiene preferencia. La tercera característica es en base al momento del día que son más activos ya sea diurno o nocturno. Son considerados diurnos los que son activos después de la salida del sol hasta la puesta del sol. La última característica es en base al tamaño del insecto. Se clasifican en pequeños (<10 mm) y grandes (>10mm). Las clasificaciones se realizaron basándose en la literatura (Doubt 1990; Montes de Oca y Halffer 1995; Andresen 2005; Barragán et al. 2011; Basto–Estrella et al. 2012).

Análisis de datos. Se utilizó un ANOVA con separación de media LSD con el programa SAS 9.4 para analizar si existe diferencia en abundancia y riqueza. Se realizaron curvas de acumulación de especies utilizando el programa EstimateS 9 para estimar el éxito de las colectas y la posibilidad de encontrar más especies realizando el muestreo por un tiempo más prolongado. Se determinó la distribución de especies, diversidad y equidad de individuos entre ambientes a partir del índice de Shannon, índice de Simpson 1-D y D respectivamente, y para determinar la similitud entre sitios a partir de especies compartidas se utilizó el índice de Jaccard, obteniendo dichos resultados con el programa Past3.0.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se capturaron un total de 4542 individuos distribuidos en 11 géneros y 16 especies. Se recolectaron 14 especies de la familia Scarabaeidae y dos de Trogidae (Cuadro 1). El hábitat donde se recolectó el mayor número de individuos fue en la plantación de marañón (41%), seguido de la plantación forestal (32%) y por último la pastura (27%).

Cuadro 1. Riqueza y abundancia de especies en cada hábitat.

Especie	Hábitat			Total
	Pastura	Plantación forestal	Plantación de Marañón	
Scarabaeidae				
<i>Aphodius sp.</i>	5	0	0	5
<i>Deltochilum lobipes</i> Bates, 1887	0	0	1	1
<i>Dichotomius annae</i> Kohlmann y Solis, 1997	197	147	279	623
<i>Dichotomius yucatanus</i> Bates, 1887	349	1193	1168	2710
<i>Canthon cyanellus</i> Leconte, 1859	56	3	18	77
<i>Canthon indigaceus</i> Leconte, 1866	8	0	0	8
<i>Copris lugubris</i> Boheman, 1858	45	25	81	151
<i>Coprophanæus cf. boucardi</i> Nevinson, 1891	0	1	0	1
<i>Coprophanæus corythus</i> Harold, 1863	3	1	7	11
<i>Onthophagus batesi</i> Howden y Cartwright, 1963	213	75	159	447
<i>Onthophagus cf. landolti</i> Harold, 1880	1	0	0	1
<i>Onthophagus sp.</i>	0	1	0	1
<i>Sisyphus mexicanus</i> Harold, 1863	0	0	1	1
<i>Phanaeus eximius</i> Bates, 1887	342	22	120	484
Trogidae				
<i>Omorgus suberosus</i> Fabricius, 1775	5	3	11	19
<i>Anaides cf. laticollis</i> Harold, 1863	0	2	0	2
Abundancia	1224	1473	1845	4542
Riqueza de especies	11	11	10	16

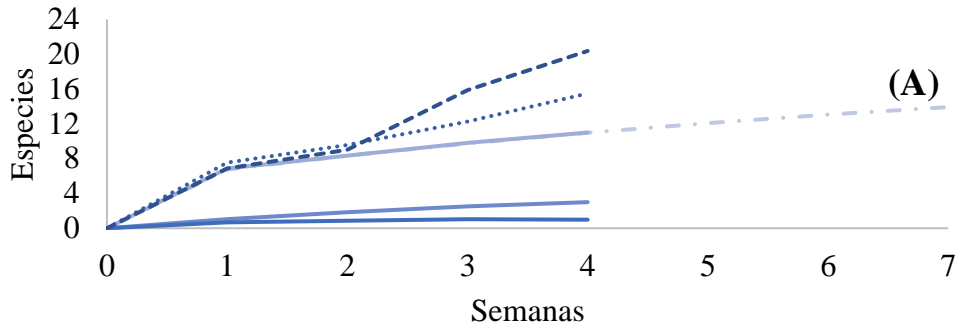
En el

presente estudio se registraron 16 especies lo cual concuerda con lo encontrado por otros autores en condiciones similares en el sur de México (Halffter y Arellano 2002; Reyes-Novelo et al. 2007; Basto–Estrella et al. 2012; Arellano et al. 2013). La cantidad está dentro del rango encontrado en estos estudios, los cuales encontraron entre 12 a 19 especies en pasturas cercanas a cierta cobertura vegetal como bosque secundario, fragmentos de bosque, barreras vivas y plantaciones forestales. Los ranchos cercanos a bosques primarios tuvieron mayor número de especies que los cercanos a bosques fragmentados o secundarios.

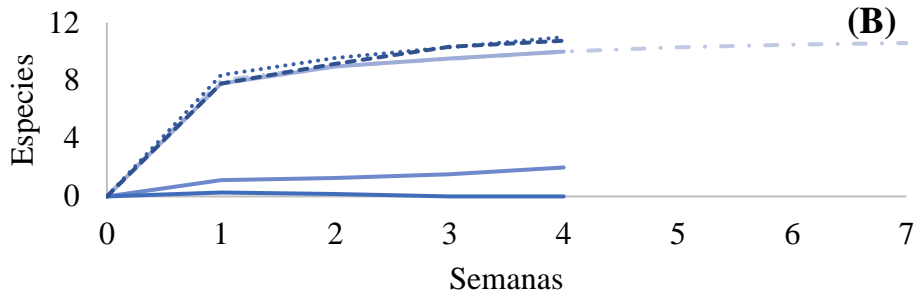
Los resultados también se asemejan a los resultados encontrados en pasturas de la región centroamericana. En pasturas con cobertura vegetal en los bordes, similar a Zamorano, encontradas en El Salvador se encontraron 15 especies (Horgan 2002). En un estudio realizado en diferentes pasturas a lo largo de El Salvador y Nicaragua se encontraron 12 especies diferentes en cada país. En cambio se encontraron 14 y 16 especies respectivamente en la vegetación aledaña a la pastura, que variaba entre bosques fragmentados, bosques secundarios y parches de árboles (Horgan 2007). La única diferencia con estos estudios es que solo se tomaron en cuenta especies de la familia Scarabaeidae y se usó estiércol de vaca. En este estudio se tomaron en cuenta la familia Trogidae ya que esta tiene similitudes alimenticias y cumplen funciones similares a especies de Scarabaeidae estercoleras.

En Honduras existen dos estudios a nivel de especie sobre escarabajos estercoleros, uno en el parque nacional el Cusuco y otro en Yuscarán (Creedy y Mann 2011; Rivera y Cantarero 2011). Ambos fueron hechos en ecosistemas diferentes, el primero se realizó en el bosque nublado en cambio el segundo se muestreo en bosque de pino y bosque seco. El presente estudio tiene tres especies en común (*Dichotomius annae*, *Coprophanaeus corythus* y *Copris lugubris*) en comparación a las 39 reportadas en el parque Cusuco. Esto es por la diferencia entre ecosistemas. El parque está situado a una altitud diferente, con mayor precipitación y diferente composición en la vegetación. En cambio el estudio en el municipio de Yucarán (ubicado a aproximadamente 36 km de Zamorano) tiene condiciones similares a las encontradas en el presente estudio. Solo se tuvo cuatro especies en común (*D. annae*, *C. lugubris*, *Onthophagus landolti* y *Sysiphus mexicanus*) de los cuales dos solo se reportaron un individuo para cada una en el presente estudio.

Eficiencia de Muestreo. La curva de acumulación de especies en la pastura mostró una colecta estimada de 11.58 especies de las cuales se colectaron 11, demostrando una eficiencia para los estimadores Chao 1 y Chao 2 de 96 y 84% respectivamente. Para la plantación forestal se estimó una colecta de 13.93 especies de las cuales solo se colectaron 11, resultando una eficiencia 80 y 62%. Para la plantación de marañón se colectaron 10 de las 10.59 especies estimadas para una eficiencia de 93 y 92%. Las curvas de “singletons y doubletons” para los tres sitios se mantuvieron. (Figura 2)

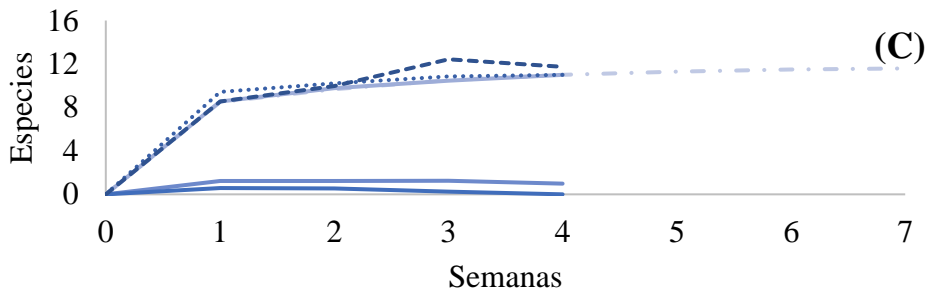


- - - S(est) — S Mean (runs)
 — Singletons Mean — Doubletons Mean
 ····· Chao 1 Mean - - - Chao 2 Mean



- - - S(est) — S Mean (runs)
 — Singletons Mean — Doubletons Mean
 ····· Chao 1 Mean - - - Chao 2 Mean

2.
de



- - - S(est) — S Mean (runs)
 — Singletons Mean — Doubletons Mean
 ····· Chao 1 Mean - - - Chao 2 Mean

Figura
Curvas

acumulación de especies basada en el número de semanas muestreadas. (A) Pastura, (B) Plantación forestal y (C) Plantación de marañón.

Riqueza. La media de especies capturadas por transecto fue de 8.7 para la pastura, 8 para la plantación de marañón y 7.7 para la plantación forestal. En total se recolectaron 11, 10 y 10 especies respectivamente para cada hábitat. No se encontró diferencia significativa ($P < 0.05$) para la riqueza (Figura 3).

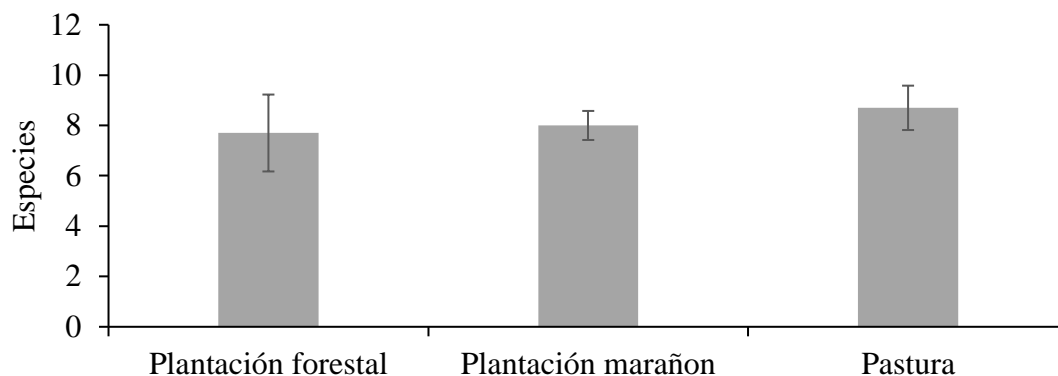


Figura 3. Media de especies colectadas por transecto en cada hábitat.

La mayoría de los escarabajos de la familia Scarabaeinae, donde pertenecen los escarabajos estercoleros, se encuentran distribuidos en zonas con precipitaciones mayores a 250 mm al año y temperaturas sobre los 15 °C (Halffter 1991). Teniendo estas condiciones el principal factor que afecta la distribución de especies es la cobertura vegetal (Halffter y Edmonds 1983). La composición de especies varía considerablemente entre bosques y áreas abiertas con poca vegetación (Nichols et al. 2007). Lo esperado es que se encuentre mayor riqueza en las áreas con cobertura vegetal. En el presente no se encontró diferencia entre el número de especies entre las áreas con cobertura vegetal y la pastura. Esto posiblemente por la cercanía de los hábitats y las especies presentes en el área. La mayoría son especies que pueden estar en diferentes condiciones.

El análisis de clúster (Figura 4) muestra la similitud entre ambientes. Del total de especies recolectadas ocho fueron encontradas en los tres hábitats, de las cuales tres especies tuvieron más individuos en la pastura y el resto prefirieron los hábitats con cobertura. Las plantaciones tuvieron un 62% de similitud entre sí, en cambio la pastura tuvo un 62% de similitud con la plantación de marañón y 57% de similitud con la plantación forestal. En pasturas en Nicaragua se mostró el mismo comportamiento en el cual no se mostró diferencia significativa en especies entre el bosque secundario, barreras vivas, pastura con cobertura vegetal y pasturas sin cobertura. La distribución de las especies lo atribuyo a las especies que se encontraron, las cuales se adaptan a diferentes condiciones (Hernández et al. 2003). También la disponibilidad de estiércol en toda el área crea una mejor distribución de las especies.

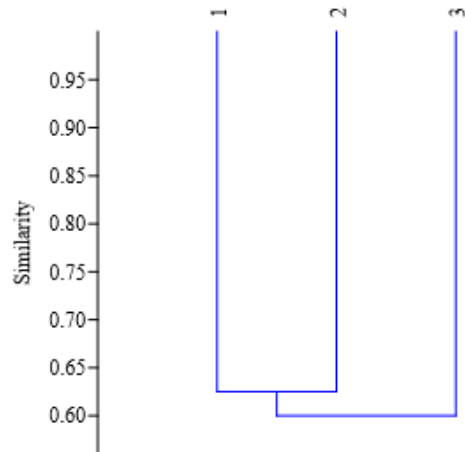


Figura 4. Análisis de clúster, en base al índice de Jaccard, de los hábitats: pastura (1), plantación forestal (2) y plantación de marañón (3).

En el estudio mencionado anteriormente (Horgan 2007) se encontraron valores similares en pasturas y sus respectivas cobertura adyacente. En pasturas cercanas a bosques se encontraron más especies (7-10 especies) en comparación a pasturas ausentes de vegetación o muy poca cantidad de árboles (2-6 especies). En la diferente vegetación aledaña a las pasturas se encontraron entre 6 y 12 especies. Lo cual está en el rango encontrado en el presente estudio que se encontraron 8 y 9 especies (sin contar las especies de la familia Trogidae) en la plantación forestal y la de marañón.

En el bosque deciduo con gran cobertura, parecida a la plantación forestal, muestreado en el estudio realizado en Yuscaran, Honduras se registraron 10 y 11 especies en dos sitios diferentes. En cambio en un bosque con menor cobertura arbórea, como en la plantación de marañón, se registraron 13 y 9 especies en los dos sitios muestreados. En las pasturas se registraron 12 y 8 especies. Estos datos se acercan con lo encontrado en el presente estudio con la diferencia que el bosque tenía mayor diversidad de especies de árboles y arbustos a diferencia de las plantaciones. En este estudio tampoco se tomaron en cuenta la familia Trogidae.

Abundancia. La media de individuos capturados por transecto fue de 618.3 en la plantación de marañón, 493 en la plantación forestal y 418.7 en la pastura. En total se colectaron 1845, 1473, y 1224 individuos respectivamente para cada hábitat. No se encontró diferencia significativa ($P < 0.05$) para la abundancia.

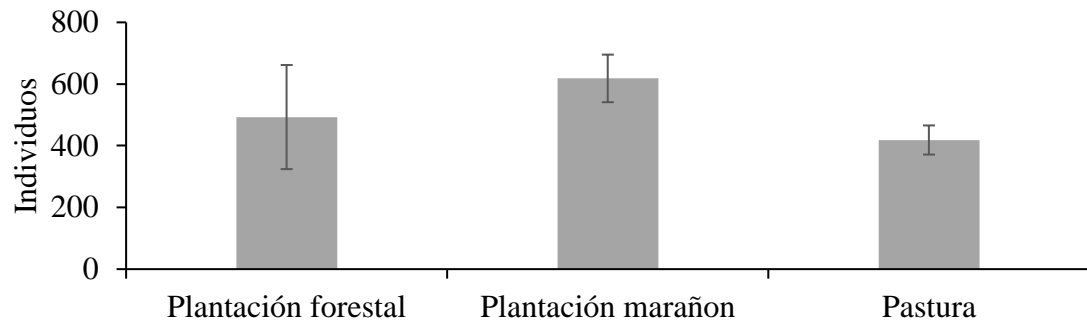


Figura 5. Media de individuos colectados por transecto en cada hábitat.

La abundancia también puede estar determinada por los factores mencionados anteriormente: la cercanía de los hábitats, la disponibilidad de estiércol y las especies. Un cuarto factor podría ser la causa de la similitud en abundancia. En el mes en que se muestreo es el mes donde normalmente comienzan las lluvias. En el bosque seco de Costa Rica, la mayor abundancia de *Dichotomius yucatanus* y *Dichotomius annae* se encuentra entre mayo y julio (Janzen 1983). muy similar a lo encontrado en este estudio. Las poblaciones de estas dos especies comienzan a bajar a partir de julio y son ausentes en la temporada seca. En cambio, las poblaciones de *C. lugubris* suben un poco pero se mantienen estables a través del año. Esto se debe a que existe competencia entre *C. lugubris* y los demás paracópidos nocturnos. Esto se debe a que la presencia de una especie más grande determina la capacidad de colonizar estiércol de otras especies (Horgan y Fuentes 2005). La abundancia podría cambiar a través del año y probablemente habría diferencia en la abundancia entre hábitats.

Preferencia por Hábitats. Las especies más abundantes fueron *Dichotomius yucatanus* (60%), *Dichotomius annae* (14%), *Phanaeus eximius* (11%) y *Onthophagus cf. batesi* (10%). En cambio las especies con menos individuos fueron *Anaides laticollis*, representada por dos individuos, *Deltochilum lobipes*, *Coprophanæus cf. boucardi*, *Onthophagus cf. landoltii*, *Onthophagus sp.* y *S. mexicanus* representados por un individuo. En la plantación forestal y la plantación de marañon la especie más abundante fue *D. yucatanus*, seguido de *D. annae* y por ultimo *O. cf. batesi*. En la pastura las especies más abundantes fueron *D. yucatanus*, *P. eximius* y *D. annae*. Esto concuerda con estudios hechos en pasturas y bosques adyacentes ubicados en el bosque seco de El Salvador donde las comunidades están compuestas mayormente por los géneros *Dichotomius*, *Phanaeus* y *Onthophagus* (Horgan 2001).

Del total de especies recolectadas ocho fueron encontradas en los tres hábitats, de las cuales tres especies tuvieron más individuos en la pastura y el resto prefirieron los hábitats con

cobertura. Las tres especies que prefirieron la pastura fueron *P. eximius*, *O. cf. batesi* y *Canthon cyanellus* con 71%, 48% y 73% de sus individuos encontrados en las pasturas respectivamente. *P. eximius* y *O. cf. batesi* son consideradas como especies heliófilas que prefieren los ambientes abiertos (Horgan 2001). *C. cyanellus* en cambio ha sido clasificada como una especie generalista con preferencia por los ambientes con cobertura vegetal (Navarrete y Halffter 2008). Se suele encontrar en los bordes de los bosques y en pasturas con cercanía a cierta cobertura (Medina et al. 2002). Las especies que prefirieron los hábitats con cobertura fueron *D. yucatanus*, *D. annae*, *Copris lugubris*, *Coprophanaeus cf. corythus* y *Omorgus suberosus*. *D. yucatanus* y *D. annae* son especies que prefieren el bosque pero no son tan susceptibles a los pequeños cambios en el hábitat (Kohlmann y Solís 1997). Especialmente *D. annae* que ha sido encontrada en ambientes dañados como plantaciones de banano (Granados et al. 2010).

Además de las especies con uno o dos individuos *Aphodius* sp. y *Canthon indigaceus* se encontraron en un solo ambiente. *Aphodius* sp. y *C. indigaceus* solamente fueron encontradas en la pastura. Durante el muestreo se observaron varios individuos de *Aphodius* sp. En trampas de todos los ambientes en cambio solamente se registraron cinco individuos recolectados en la pastura. Esto se debe a que los individuos de esta especie se encontraban en el cebo y no directamente en la trampa. Esta especie tiene un tamaño pequeño (3-5 mm) y al ser lavados también se perdían individuos. En cambio *C. indigaceus* ha sido registrado por otros autores como una especie con preferencias por ambientes abiertos (Halffter et al. 1995).

D. lobipes y *S. mexicanus* fueron encontrados solamente en la plantación de marañón. Los dos individuos recolectados de *A. laticollis* fueron capturados en la plantación forestal. Estas tres especies tienen preferencia por hábitats con gran cobertura vegetal (Yanez-Gómez et al. 2015). *C. cf. corythus*, *O. suberosus*, *D. lobipes* y *S. mexicanus* son especies consideradas necrófagas (Hernández et al. 2003; Deloya 2005; Mora-Aguilar y Montes de Oca 2009). Si se usa un diferente cebo posiblemente se podría aumentar el número de individuos para estas especies. En el caso *S. mexicanus* es una especie considerada rara del bosque seco tropical (Mora-Aguilar y Montes de Oca 2009).

Se encontraron mayor número de especies con preferencia por los hábitats con cobertura vegetal. En estos hábitats se encontraron varias especies que son consideradas del bosque primario. En un estudio realizado en El Salvador se compararon el bosque seco tropical, ubicado en una zona protegida, con pasturas de la zona y se encontró mayor número de especies de bosque en el bosque seco que en las pasturas (Horgan 2008). Si se compara las especies encontradas en el estudio de El Salvador con el presente estudio se encontraron catorce especies en común. Zamorano es un ambiente muy fragmentado con poca vegetación, a pesar de esto se encontraron mayor número de especies en común con el bosque seco (10 especies) que con la pastura (4 especies).

Diversidad. El índice de Shannon indica que la mejor distribución de especies se encontró en las pasturas, seguido del marañón, y la plantación forestal presentó una menor distribución de especies. A partir del índice de Simpson 1-D determinamos que la pastura presentó una mayor diversidad en comparación con el marañón y la plantación forestal. Además, el índice de dominancia D nos indica que la plantación forestal presentó una equidad de individuos pobre en comparación con el marañón y la pastura (Cuadro 2).

Cuadro 2. Comparación de la diversidad (índice de Shannon) y dominancia (índice de Simpson) por hábitat.

Hábitat	Shannon_H	Dominancia_D	Simpson_1-D
Pastura	1.673	0.2191	0.7809
Plantación Forestal	0.7334	0.669	0.331
Plantación de Marañón	1.206	0.4374	0.5626

Grupos Funcionales. Se capturaron ocho especies consideradas coprófagas (62%), cuatro necrófagas (31%) y una generalista (7%). La dominancia de especies generalistas y necrófagas indican ambientes perturbados (Rivera y Cantarero 2011). La mayoría de las especies tienen hábitos nocturnos ya que se recolectaron ocho especies (62%) con dicho hábito y cinco (38%) con hábitos diurnos. Los ambientes dañados y abiertos presentan mayor número de especies nocturnas y heliófilas (Reyes-Novelo et al. 2007; Mora-Aguilar y Montes de Oca 2009). En el caso del tamaño se recolectaron siete especies de tamaño pequeño y seis de tamaño grande. La presencia de especies grandes es un buen indicador ya que prefieren los hábitats de bosque (Galante et al. 1991). Para la característica de reubicación de estiércol se encontraron mayormente paracópridos. Se capturaron ocho paracópridos (62%), cuatro telecópridos (31%) y un endocópridos (7%). La presencia de mayor número de paracópridos está relacionado directamente con el suelo (Halffter 1991). El suelo de los hábitats no se registra compactación, son suelos con profundidad efectiva de hasta 50 cm, pedregosidad hasta después de los 50 cm y predominan las arcillas. Los paracópridos prefieren suelos arcillosos sobre los arenosos debido a que conservan mayor humedad y evita que el estiércol enterrado se seque con mayor facilidad (Price y May 2009).

Los paracópridos grandes fueron más comunes con cinco contra tres especies de paracópridos pequeños. Entre los paracópridos presentes se encuentran especies (*D. annae*, *C. lugubris*, *D. yucatanus*, *P. eximius* y *O. cf. batesi*) que tienen preferencia por el estiércol de vaca, lo cual es muy importante en un ambiente ganadero (Horgan 2007). De estas especies tres son de tamaño grande y la presencia de paracópridos grandes es muy importante ya que tienen una mayor tasa de descomposición (Horgan 2001). *O. cf. batesi* es de tamaño pequeño pero tiene la capacidad de descomponer la misma cantidad que una grande pero a una menor tasa (Horgan 2001). *C. lugubris* es considerado un paracóprido rápido debido a que puede enterrar estiércol en menos de 24 horas (Horgan y Fuentes 2005; Barragán et al. 2011). En el caso de los telecópridos se encontraron tres especies pequeñas y una grande. Dos de las tres especies telecópridas pequeñas se encontraron mayormente en la pastura. Estas fueron las dos especies de *Canthon*, lo cual coincide que en las pasturas se encuentran telecópridos

pequeños heliófilas (Nichols et al. 2008; Montoya-Molina et al. 2016). Los paracópridos nocturnos fueron más comunes, representado por siete especies, en cambio solo se encontró una especie para paracópridos diurno. Se encontraron tres especies telecópridas nocturnas y solo una especie telecópridas diurna (Cuadro 3).

Cuadro 3. Clasificación de especies según su momento más activo durante el día, tamaño, reubicación de alimento y dieta preferida.

Especie	Actividad	Tamaño	Reubicación de alimento		Dieta
Scarabaeidae					
<i>Deltochilum lobipes</i> Bates, 1887	No	G	Te		N
<i>Dichotomius annae</i> Kohlmann y Solis, 1997	No	G	Pa		C
<i>Dichotomius yucatanus</i> Bates, 1887	No	P	Pa		C
<i>Canthon cyanellus</i> Leconte, 1859	Di	P	Te		G
<i>Canthon indigaceus</i> Leconte, 1866	Di	P	Te		C
<i>Copris lugubris</i> Boheman, 1858	No	G	Pa		C
<i>Coprophanæus</i> cf. <i>boucardi</i> Nevinson, 1891	No	G	Pa		N
<i>Coprophanæus corythus</i> Harold, 1863	No	G	Pa		N
<i>Onthophagus batesi</i> Howden y Cartwright, 1963	Di	P	Pa		C
<i>Onthophagus</i> cf. <i>landolti</i> Harold, 1880	Di	P	Pa		C
<i>Phanaeus eximius</i> Bates, 1887	Di	G	Pa		C
<i>Sisyphus mexicanus</i> Harold, 1863	Di	P	Te		C
Trogidae					
<i>Anaides</i> cf. <i>laticollis</i>	No	P	Pa		N
<i>Omorgus suberosus</i> Fabricius, 1775	No	G	Pa		N

No = nocturno, Di= diurno, P = pequeño, G = grande, Pa = paracóprido, En = endocóprido, Te = telecóprido, N = necrófago, C = coprófago y G = generalista.

4. CONCLUSIONES

- La comunidad de escarabajos asociados al estiércol de Zamorano esta compuestos por especies adaptadas a ambientes alterados y abiertos. La mayoría de los individuos encontrados pertenecen a los géneros *Dichotomius*, *Onthophagus* y *Phanaeus*.
- No se encontró diferencia en abundancia y riqueza entre los hábitats.
- La cobertura vegetal encontrada en los alrededores de las pasturas es importante para mantener especies que comúnmente se encuentran en bosques. No se pudo determinar especies bioindicadoras.

5. RECOMENDACIONES

- Realizar el muestreo en la época seca para determinar si existe un cambio en la abundancia y riqueza entre hábitats.
- Utilizar un diferente cebo para determinar si existe un cambio en la composición de la comunidad.
- Muestrear sitios aledaños u otras partes en Zamorano para determinar si las especies encontradas se mantienen.
- Realizar muestreos en tiempos menores a 72 horas en el que el estiércol se encuentre aun fresco y cada 12 horas para determinar especies diurnas y nocturnas.
- Encontrar un método de muestreo que asegure la colecta de especies de tamaño pequeño.

6. LITERATURA CITADA

- Andresen E. 2005. Effects of Season and Vegetation Type on Community Organization of Dung Beetles in a Tropical Dry Forest1. *Biotropica*. 37(2):291–300.
- Arellano L, León-Cortés JL, Halffter G, Montero J. 2013. Acacia woodlots, cattle and dung beetles (Coleoptera: Scarabaeinae) in a Mexican silvopastoral landscape. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 84(2):650–660.
- Barragán F, Moreno CE, Escobar F, Halffter G, Navarrete D. 2011. Negative impacts of human land use on dung beetle functional diversity. *PLoS ONE*. 6(3):e17976.
- Barrance A, Schreckenberg K, Gordon J. 2009. Conservación mediante el uso: Lecciones aprendidas en el bosque seco tropical mesoamericano. Londres, Reino Unido: Overseas Development Institute.
- Basto–Estrella G, Rodríguez–Vivas RI, Delfín–González H, Reyes–Novelo E. 2012. Escarabajos estercoleros (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de ranchos ganaderos de Yucatán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 83(2):380–386.
- Creedy TJ, Mann DJ. 2011. Identification Guide to the Scarabaeinae Dung Beetles of Cusuco National Park, Honduras. Honduras: Creative Commons.
- Deloya C. 2005. *Omorgus Rodriguezae* especie nueva de México y clave para separar las especies del género para centro y norteamérica (Coleoptera: Trogidae). *Folia Entomológica Mexicana*. 44:121–129.
- Doube BM. 1990. A functional classification for analysis of the structure of dung beetle assemblages. *Ecol Entomol*. 15(4):371–383.
- Edmonds WD, Zidek J. 2010. A taxonomic review of the neotropical genus *Coprophanaeus* Olsoufieff, 1924 (Coleoptera: Scarabaeidae, Scarabaeinae). *Insecta Mundi*. 0129:1–111.
- Edmonds WD, Zidek J. 2012. Taxonomy of *Phanaeus* revisited: Revised keys to and comments on species of the New World dung beetle genus *Phanaeus* MacLeay, 1819 (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae: Phanaeini). *Insecta Mundi*. 0274:1–108.

- Galante E, Garcia-Roman M, Barrera I, Galindo P. 1991. Comparison of Spatial Distribution Patterns of Dung-Feeding Scarabs (Coleoptera: Scarabaeidae, Geotrupidae) in Wooded and Open Pastureland in the Mediterranean “Dehesa” Area of the Iberian Peninsula. *Environmental Entomology*. 20(1):90–97.
- Granados JM, Kohlmann B, Russo R. 2010. Escarabajos del Estiércol como Bioindicadores del Impacto Ambiental Causado por Cultivos en la Región Atlántica de Costa Rica DE COSTA RICA. *Tierra Tropical*. 6(2):181–189.
- Halffter G. 1991. Historical and ecological factors determining the geographical distribution of beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Biogeographia*. 15.
- Halffter G, Arellano L. 2002. Response of Dung Beetle Diversity to Human-induced Changes in a Tropical Landscape¹. *Biotropica*. 34(1):144–154.
- Halffter G, Edmonds WD. 1983. The Nesting Behavior of Dung Beetles (Scarabaeinae). An Ecological and Evolutive Approach. *Journal of the New York Entomological Society*. 91(4):512–515.
- Halffter G, Favila ME, Arellano L. 1995. Spatial distribution of three groups of Coleoptera along an altitudinal transect in the Mexican Transition Zone and its Biogeographical Implications. *ELYTRON*. 9:151–185.
- Hernández B, Maes J, Harvey CA, Vílchez S. 2003. Abundancia y diversidad de escarabajos coprófagos y mariposas diurnas en un paisajeganadero en el departamento de Rivas, Nicaragua. *Agroforestería en las Américas*. 10(39-40):93–102.
- Horgan FG. 2001. Burial of bovine dung by coprophagous beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) from horse and cow grazing sites in El Salvador. *European Journal of Soil Biology*. 37(2):103–111.
- Horgan FG. 2002. Shady field boundaries and the colonisation of dung by coprophagous beetles in Central American pastures. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 91(1-3):25–36.
- Horgan FG. 2007. Dung beetles in pasture landscapes of Central America: Proliferation of synanthropogenic species and decline of forest specialists. *Biodivers Conserv*. 16(7):2149–2165.
- Horgan FG. 2008. Dung beetle assemblages in forests and pastures of El Salvador: A functional comparison. *Biodivers Conserv*. 17(12):2961–2978.
- Horgan FG, Fuentes RC. 2005. Asymmetrical competition between Neotropical dung beetles and its consequences for assemblage structure. *Ecol Entomol*. 30(2):182–193.
- Instituto Nacional de Estadística. 2008. Encuesta Agrícola Nacional 2007-2008: Tenencia, Uso de la Tierra, Crédito y Asistencia Técnica. Tegucigalpa, Honduras.

- Janzen DH. 1983. Seasonal Change in Abundance of Large Nocturnal Dung Beetles (Scarabaeidae) in a Costa Rican Deciduous Forest and Adjacent Horse Pasture. *Oikos*. 41(2):274.
- Kohlmann B, Solís A. 1997. El género *Dichotomius* (Coleoptera: Scarabaeidae) en Costa Rica. *Giornale Italiano Di Entomologia*. 8:343–382.
- Kohlmann B, Solís A. 2001. El género *Onthophagus* (Coleoptera: Scarabaeidae) en Costa Rica. *Giornale Italiano Di Entomologia*. 9:159–261.
- Losey JE, Vaughan M. 2006. The Economic Value of Ecological Services Provided by Insects. *BioScience*. 56(4):311.
- Martínez I, Cruz M, Montes de Oca E, Suárez T, editors. 2011. La función de los escarabajos del estiércol en los pastizales ganaderos. Xalapa, México.: Secretaría de Educación de Veracruz.
- Medina CA, Escobar F, Kattan GH. 2002. Diversity and Habitat Use of Dung Beetles in a Restored Andean Landscape. *Biotropica*. 34(1):181–187.
- Montes de Oca E de, Halffter G. 1995. Daily and seasonal activities of a guild of the coprophagous, burrowing beetle (Coleoptera Scarabaeidae Scarabaeinae) in tropical grassland. *Tropical Zoology*. 8(1):159–180.
- Montoya-Molina S, Giraldo-Echeverri C, Montoya-Lerma J, Chará J, Escobar F, Calle Z. 2016. Land sharing vs. land sparing in the dry Caribbean lowlands: A dung beetles' perspective. *Applied Soil Ecology*. 98:204–212.
- Mora-Aguilar EF, Montes de Oca E. 2009. Escarabajos Necrófagos (Coleoptera: Scarabaeidae y Trogidae) de la región central baja de Veracruz, México. *Acta Zoológica Mexicana*. 25(3):569–588.
- Navarrete D, Halffter G. 2008. Dung beetle (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) diversity in continuous forest, forest fragments and cattle pastures in a landscape of Chiapas, Mexico: the effects of anthropogenic changes. *Biodivers Conserv*. 17(12):2869–2898.
- Nichols E, Larsen T, Spector S, Davis AL, Escobar F, Favila M, Vulinec K. 2007. Global dung beetle response to tropical forest modification and fragmentation: A quantitative literature review and meta-analysis. *Biological Conservation*. 137(1):1–19.
- Nichols E, Spector S, Louzada J, Larsen T, Amezcuita S, Favila ME. 2008. Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. *Biological Conservation*. 141(6):1461–1474.

- Price DL, May ML. 2009. Behavioral ecology of *Phanaeus* dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae): review and new observations. *Acta Zoológica Mexicana*. 25:211–238.
- Reyes-Novelo E, Delfín-González H, Morón MA. 2007. Copro-necrophagous beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) diversity in an agroecosystem in Yucatan, Mexico. *Rev Biol Trop*. 55(1):83–99.
- Rivera JD, Cantarero KJ. 2011. Comunidad de Escarabajos Coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) en Hábitats bajo Distinta Intensidad de Uso en Yuscarán, Honduras. *Ceiba*. 52(2):212–229.
- Solís A, Kohlmann B. 2002. El género *Canthon* (Coleoptera: Scarabaeidae) en Costa Rica. *Giornale Italiano Di Entomologia*. 10:1–68.
- Yáñez-Gómez G, Pérez-Méndez M, Ramírez-González OI, Morón MÁ, Carillo-Ruiz H, Romero-López ÁA. 2015. Diversidad de Coleópteros copro.necrófagos en el "Rancho Canaletas ", paso del macho Veracruz, México. *Acta Zoológica Mexicana*. 31(2):283–290.