

DIVERSIDAD DE ESCARABAJOS COPRÓFAGOS (Coleoptera: Scarabaeidae) EN UNA FINCA LECHERA¹

*Anovel Barba-Alvarado*²; *Marcelino Jaén-Torrijos*³; *Osiris Vigil-Moreno*⁴

RESUMEN

El estudio se realizó con el propósito de determinar la diversidad de escarabajos estercoleros asociados al sistema de producción de bovinos de leche doble propósito, en pastoreo rotacional y sistema silvopastoril localizado en la Estación Experimental del Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP) en El Ejido, provincia de Los Santos, República de Panamá, localizado a 7°54'31° N 80°22'01° W. Se consideraron componentes del paisaje, pastura en rotación (PSR) y sistema silvopastoril (SLP), establecido en la localidad en cuestión. Para los muestreos dentro de estas mangas, se establecieron dos transectos de forma lineal en la finca. Se colocaron ocho trampas de caída (SLP; = 8 y PSR; = 8) en cada sitio de muestreo. Se determinaron indicadores de distribución y abundancia de estas especies, según la estructura del sistema establecido en el hato ganadero. Para establecer la eficiencia de los eventos de muestreo, se elaboraron curvas de rarefacción de especies observadas \pm intervalo de confianza de 95%. Como estimador de riqueza basado en abundancia entre sistemas PSR y SLP, se utilizaron los índices de Chao, Simpson, diversidad de Shannon-Wiener y similitud de Morisita. Se registró un total de tres especies de escarabajos estercoleros, *Canthon septemmaculatus* Latrielle, 1811 (Canthonini), *Copris lugubris* Boheman, 1858 (Coprini) y *Dichotomius agenor* Harold, 1869 (Dichotomiini). Esto constituye los primeros registros asociados a sistemas de producción ganaderas en Panamá. Siendo la especie dominante *C. septemmaculatus* y la mayor diversidad encontrada en áreas colindantes a sistemas silvopastoriles de la Estación Experimental. La diversidad de especies de mamíferos produce abundancia de estiércol y la vegetación riqueza de hábitats y recurso alimenticios presentes en agroecosistema. Son factores que contribuye a la funcionalidad de los escarabajos que podrían de esta manera integrarse al complejo de elementos necesarios para el manejo sustentable de la Estación Experimental.

Palabras claves: Escarabajos estercoleros, distribución y abundancia, ganadería, pasturas, sostenibilidad.

¹Recepción: 16 de mayo de 2022. Aceptación: 10 de agosto de 2022. Trabajo realizado en el Proyecto Manejo de los principales Parásitos internos y externos que afectan los Sistemas de Producción de Rumiantes en Panamá.

²Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), Centro de Innovación Agropecuaria de Divisa (CIAD). e-mail: anovelbarba@gmail.com anobel.barba@up.ac.pa <https://orcid.org/0000-0001-5182-1667>

³IDIAP, CIAD. Laboratorio de Salud Animal.

⁴IDIAP, Centro de Innovación Agropecuaria de Azuero (CIAAz). Estación Experimental del El Ejido.



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

DIVERSITY OF DUNG BEETLES (Coleoptera: Scarabaeidae) IN A DAIRY FARM

ABSTRACT

The study was carried out with the purpose to determine the diversity of dung beetles associated with the dual-purpose dairy cattle production system, in rotational grazing and silvopastoral system, located in the Experimental Station of the Agricultural Innovation Institute of Panama (IDIAP) in El Ejido, Los Santos province, Republic of Panama, 7°54'31° N 80°22'01° W. The study considered landscape components, rotational pasture (PSR) and silvopastoral system (SLP), established in the locality in issue. The samplings within these sleeves were established in two linear transects on the farm. Eight traps (SLP; = 8 and PSR; = 8) were placed at each sampling site, sixteen in total. Indicators of distribution and abundance of these species were determined, according to the structure of the system established of the cattle herd. For establishing the efficiency of the sampling events, rarefaction curves of observed species \pm 95% confidence interval were prepared. As an estimator of richness based on abundance between PSR and SLP systems, indexes of Chao, Simpson, Shannon-Wiener diversity and Morisita similarity were used. A total of three species of dung beetles were recorded, *Canthon septemmaculatus* Latrielle, 1811 (Canthonini), *Copris lugubris* Boheman, 1858 (Coprini) and *Dichotomius agenor* Harold, 1869 (Dichotomiini). These constitutes the first records associated with livestock production systems in Panama. The diversity of mammalian species produces an abundance of manure, and the vegetation richness of habitats and food resources present in the agroecosystem. They are factors that contribute to the functionality of the beetles that could thus be integrated into the complex of elements necessary for the sustainable management of the Experimental Station.

Key words: Dung beetles, distribution and abundance, livestock, pastures, sustainability.

INTRODUCCIÓN

Los escarabajos estercoleros o coprófagos pertenecen a la familia Scarabaeidae (Coleoptera), específicamente están ubicados dentro de la subfamilia Scarabaeinae, que comprende más de 6000 especies y 200 géneros en el mundo (Tarasov y Genier, 2015). En América, por ejemplo, existen 71 géneros y aproximadamente 1267 especies (Cambefort, 1991), distribuidos desde Canadá hasta Argentina, incluyendo países tropicales como Panamá (Medina y Lopera, 2000).



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Los escarabajos estercoleros tienen un importante papel, dada su capacidad de incorporación de bostas o excrementos de ganado bovino al suelo, excavando galerías en el suelo por debajo de los excrementos o haciendo bolas pequeñas que cargan y las entierran en las cercanías; siendo en especial exitosas en esta labor aquellas especies eficientes en enterrar las bolas y que presenten alta prolificidad (de la Vega et al., 2014). Estos insectos desempeñan un papel crucial en la fertilización del suelo y la dispersión de semilla para el mantenimiento sostenible de las praderas; rol ecosistémico que se complementa con el control de los huevos de helmintos, cuando los adultos y larvas se alimentan de las heces (Cambra, 2006; Medina y Lopera, 2000). Adicional a lo antes expuesto, al eliminar las heces en las cuales colocan sus huevos numerosas especies de moscas, se sustenta su importancia médica y pecuaria (Medina y Lopera, 2000).

Se les considera a los escarabajos coprófagos de subfamilia Scarabaeinae, indicadores del estado de alteración de los hábitats por la intervención humana; lo cual genera fragmentos de bosques que cambian la diversidad de especies en diferentes escenarios ecológicos y biogeográficos. Esto permite entender la estructura de las comunidades presentes y su regulación funcional, para proporcionar una herramienta valiosa para el manejo, programación y desarrollo de programas de conservación (Rangel-Acosta et al., 2020; Rangel-Acosta y Martínez-Hernández, 2017; Vargas-Pérez y Martínez-Revelo, 2016). Esta condición sustenta la necesidad del estudio de las comunidades de escarabajos estercoleros adaptadas a la estructura del paisaje dentro de las superficies dedicadas a ganadería en Panamá, que encierra una gran multiplicidad de paisajes y tipos de hábitats que favorecen esta riqueza.

El estudio de escarabajos estercoleros en la región Pacífico Central de Panamá es el primero documentado, que permite establecer una línea base para fincas destinadas a la ganadería de bovinos. El análisis de diversidad de especies de escarabajos estercoleros es importante, porque es un indicador biológico que tiene una funcionalidad dentro de la salud del ecosistema ganadero; que ya se ve afectada en las últimas décadas por la destrucción, fragmentación y aislamiento de los remanentes de bosque, lo que puede afectar la población y los servicios ecosistémicos que ofrecen los escarabajos nativos. El manejo propio de la finca pudiese producir cambios en la composición y estructura de la comunidad de escarabajos, con una modificación de la riqueza y abundancia relativa de



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

las especies; llevando incluso a la desaparición y puede provocar cambios en la dominancia (Montes de Oca, 2001). El objetivo del estudio fue determinar la diversidad de escarabajos estercoleros asociados a sistemas de producción de bovinos de leche doble propósito en pastoreo rotacional y silvopastoril, en la Estación Experimental de El Ejido del Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP).

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio de estudio

El estudio se realizó en sistema de producción de bovinos de leche doble propósito de la Estación Experimental de El Ejido del IDIAP en la provincia de Los Santos, correspondiente a la zona del Arco Seco., localizado 7° 54'31"N 80° 22' 01" W. La época de lluvia comprende de abril a noviembre y época seca de diciembre a marzo. Según las zonas de vida de Holdridge (1978), se ubica en un Bosque seco premontano (Figura 1) y se encuentra a una altura de 26 msnm, con una precipitación media anual de 1122 mm y temperatura anual media de 27,5° C.

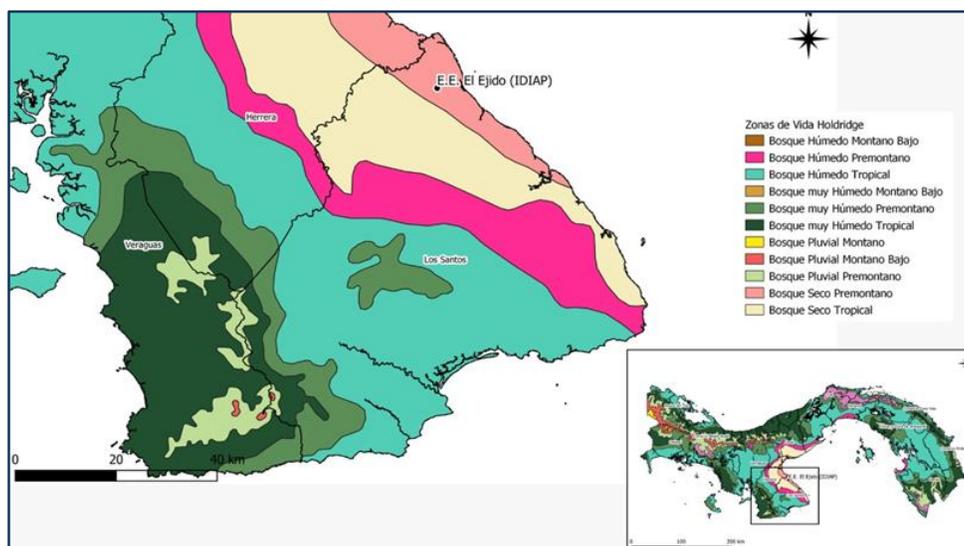


Figura 1. Localización geográfica de la finca El Ejido, provincia de Los Santos, Panamá. Zonas de Vida Holdridge. Fuente IDIAP, utilizando capa base del Instituto Smithsonian.

La finca se caracteriza por tener una extensión de 50 ha, dedicada al módulo de lechería, con 15 ha de pastoreo rotacional en períodos de 2 a 3 días y de 18 a 27 días de descanso para producción de forraje. Presenta una superficie destinada al sistema



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

silvopastoril 0,5 ha, compuesto por cercas vivas, arboles dispersos, bancos forrajeros donde predominan las siguientes especies de pastos: *Brachiaria brizantha* cv. Marandú, *Panicum maximum* cv. Mombasa, *Panicum maximum* cv. Massae, *Cynodon dactylon* (L.) cv. Alicia, *Botriorchloa pertusa* (L.), *Digitaria swazilandensis* (Stent); árboles de leucaena - *Leucaena leucacephala* (Lam.) de Wit, leguminosas arbustivas, guásimo - *Guazuma ulmifolia* (Lam.); agayo - *Caesalpinia coriaria* (Jacq.) Wild., nim - *Azadiracta indica* (A.) Juss., corotú - *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb y cercas vivas de coquillo - *Jatropha curcas* (L.).

El trabajo de campo se realizó durante la temporada de lluvias, entre junio y julio del 2010. Para el presente estudio inicial no se consideró la época seca, basado en evidencias que indican que durante esta época la abundancia de los escarabajos del estiércol es muy baja y la mayoría de las especies no están activas (Andresen, 2005).

Las mangas seleccionadas para los muestreos en la Estación Experimental, según el uso de suelo, incluyeron: Pastoreo sistema rotacional (PSR) y sistema silvopastoril (SLP).

Los muestreos dentro de estas mangas se establecieron en dos transectos de forma lineal en la finca. Se colocaron en cada sitio de muestreo ocho trampas de caída (16 en total etiquetadas como: SLP; n= 8 y PSR; n= 8). Las trampas fueron colocadas a una distancia de 10 metros y cada transecto separado a 20 metros aproximadamente. Para las trampas de caída se utilizaron vasos plásticos descartables de 500 cm³ cebadas con estiércol fresco bovino (50 g), acondicionadas con agua y detergente para mantener los individuos recolectados en la trampa cambiándolas regularmente cada 24 horas.

Las muestras colectadas se preservaron en alcohol al 70% y se etiquetaron y fueron trasladadas al laboratorio de Protección Vegetal del Centro de Innovación Agropecuaria Divisa (CIAD) del IDIAP.

La identificación de los especímenes capturados se realizó siguiendo claves taxonómicas de escarabajos coprófagos (Chamorro et al., 2018; Kohlmann y Solís, 1997; Delgado et al., 2000; Medina y Lopera, 2000; Solís y Kohlmann, 2002; López-Guerrero,



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

2005; Pacho-Avilés et al., 2014) y cotejados con la colección Entomología de la Universidad de Panamá. Las imágenes de insectos fueron tomadas con microscopio de disección Leica M125, cámara DMC 2900, e iluminación LED 5000 SLI, mientras que su procesamiento se realizó con la ayuda de software Leica Application Suite (LAS).

Análisis estadísticos

Se determinó la representatividad del muestreo realizando curvas de rarefacción de especies (Gotelli y Colwell, 2001). Para la estimación estadística directa de la curva, se calculó el número de especies observadas \pm intervalo de confianza del 95%. Como estimador de riqueza basado en abundancia, se utilizó la siguiente ecuación:

$$Chao\ 1 = S + \frac{a^2}{2b}$$

Donde S es el número de especies en una muestra, a es el número de especies que están representadas solamente por un único individuo en esa muestra (número de “singletons”) y b es el número de especies representadas por exactamente dos individuos en la muestra (Moreno, 2001). Para la riqueza, se tomó el número de especies por cada sitio muestreado.

La diversidad mediante el índice de Shannon –Wiener:

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

Donde p_i es la proporción de individuos encontrados en la especie i -ésima; expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra (Moreno, 2001).

y la Dominancia de Simpson,

$$\lambda = \sum p_i^2$$

Donde p_i = abundancia proporcional de la especie i , es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

(Miranda, 2011; Gotelli y Colwell, 2011). Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie (Moreno, 2001).

La diversidad Beta, con el fin de comparar comunidades encontradas entre los sitios, para esto se realizó un análisis de agrupamiento, el índice de similitud Morisita Horn.

$$I_{M-H} = \frac{2 \sum (a_i \times b_j)}{(da + db)aN \times bN}$$

Donde a_i = número de individuos de la i -ésima especie en el sitio PSR, b_j = número de individuos de la j -ésima especie en el sitio SLP; $da = \sum a_i^2 / aN^2$; $db = \sum b_j^2 / bN$ (Moreno, 2001). Los análisis fueron realizados con el programa Past 4 (Hammer et al., 2015).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se recolectaron 65 especímenes de escarabajos pertenecientes a tres géneros (13,64% de los géneros reportados para el país y el 2,14% de las especies), considerando los registros previos en Panamá de 22 géneros y 140 especies de Scarabaeinae (Kohlmann y Solís, 2001; Solís y Kohlmann, 2003; Cambra, 2006).

En cuanto a la abundancia de los sitios el 73% de los individuos fueron recolectados en PSR y el 27% en SLP. La especie más abundante *Canthon septemmaculatus* Latrielle, 1811 (Canthonini) ($n=59$), con un 90,76% de las capturas y otras especies capturadas menos abundantes fueron *Copris lugubris* Boheman, 1858 (Coprini) ($n=5$) con 7,69% y *Dichotomius agenor* Harold, 1869 (Dichotomiini) ($n=1$) con 1,53%, respectivamente.

***Canthon septemmaculatus* Latrielle, 1811**

Material examinado: Hábitat (Figura 2), PSR ♀, 39 ♂, 8., SLR, 11 ♀, 1 ♂. 9.VI-28.VII.2010. Distribución: Ampliamente distribuida, en 12 países (Brasil, Argentina, Bolivia, Colombia, Ecuador, La Guyana Francesa, Paraguay, Perú, Surinam, Uruguay, Venezuela y Panamá (Vaz-de-Mello et al., 2014).

Hábitat – Ecología: Esta especie se alimenta de estiércol, carroña, resto de insectos y frutas. El hábitat y la ecología de esta especie son poco conocidos. Es común en áreas



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

abiertas y hábitats perturbado, también encontrado en bosques, pero rara vez en bosques maduros (Vaz-de-Mello et al., 2014).

***Copris lugubris* Boheman, 1858**

Material examinado: Hábitat (Figura 3), PSR ♂, 1., 16.VI.2010. SLR, 3 ♀, 14.VII. 2010 1 ♂. 21.VII.2010

Distribución: Neotropical (México, Guatemala, Belice, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica, Panamá).

Hábitat – Ecología: La especie es común en ambientes tropicales y subtropicales, se encuentran en excremento de bovinos y equinos. El dimorfismo sexual de la especie es muy marcado, destacando en los machos donde se presentan cuernos cefálicos y protuberancias (Pacho-Avilés et al., 2014).

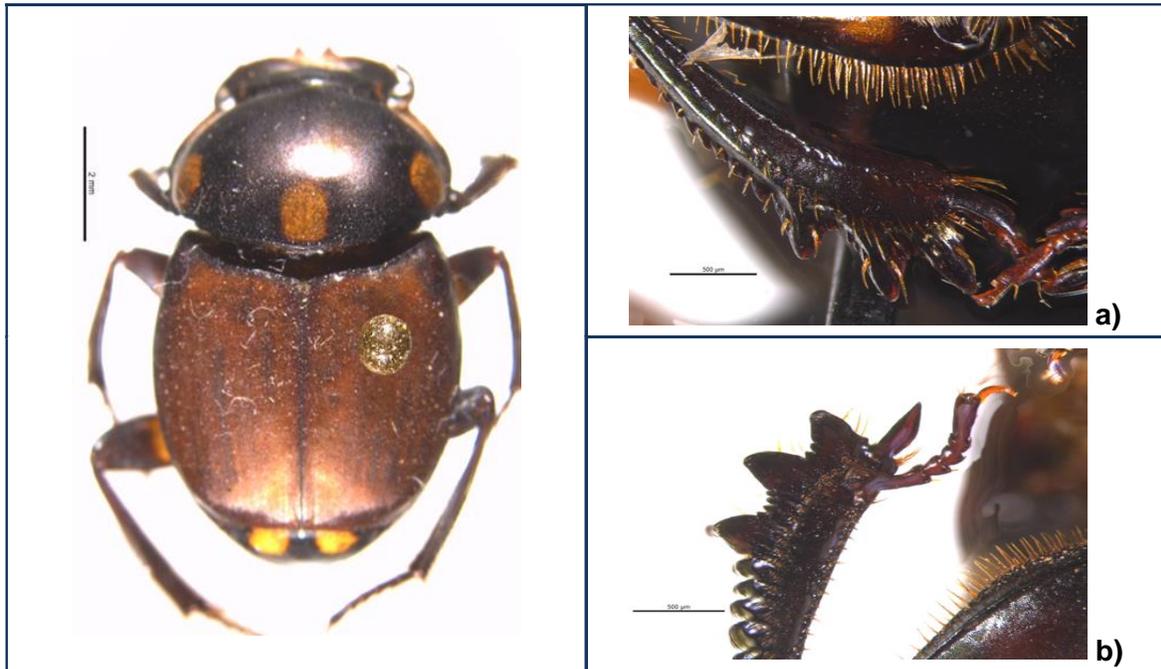


Figura 2. *Canthon septemmaculatus* Latrielle, 1811: a) pata izquierda de un macho; b) pata izquierda de una hembra.



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

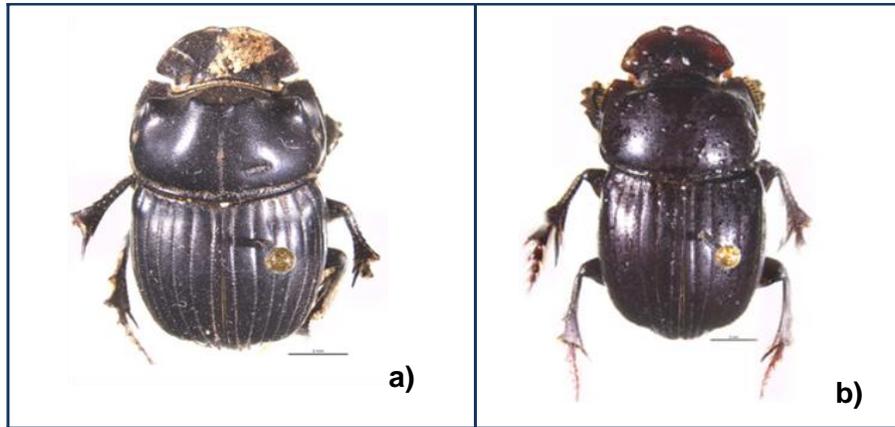


Figura 3. *Copris lugubris* Boheman, 1858: a) Macho; b) Hembra.

***Dichotomius agenor* Harold, 1869**

Material examinado: Hábitat, (Figura 4), SLR, 1 ♂. 21.VII.2010

Distribución: Neotropical (Costa Rica, Panamá, Colombia).

Hábitat – Ecología: Es una especie cavadora, nocturna y grande, donde destaca que los machos presentan un cuerno cefálico más desarrollado que las hembras (Pacho-Avilés et al., 2014).



Figura 4. Vista *Dichotomius agenor* Harold, 1869: Hembra.

Curvas de rarefacción de especies

La curva de rarefacción de la muestra indica un alto valor de representatividad de las especies en el muestreo, con un 95% confianza (Figura 5 y 6). Las curvas muestran que los muestreos fueron significativos, debido a que la



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

curva se estabiliza asintóticamente. La riqueza de especies constituye una variable que no puede medirse con precisión ni estimarse directamente mediante observación (Gotelli y Colwell, 2011). Sin embargo, en el presente estudio, es poco probable encontrar un mayor número de especies, independientemente de que se aumente el número de muestras recolectadas (rarefacción); elemento basado en los estimadores de riqueza asintótica, establecido por previas investigaciones (Gotelli y Colwell, 2011).

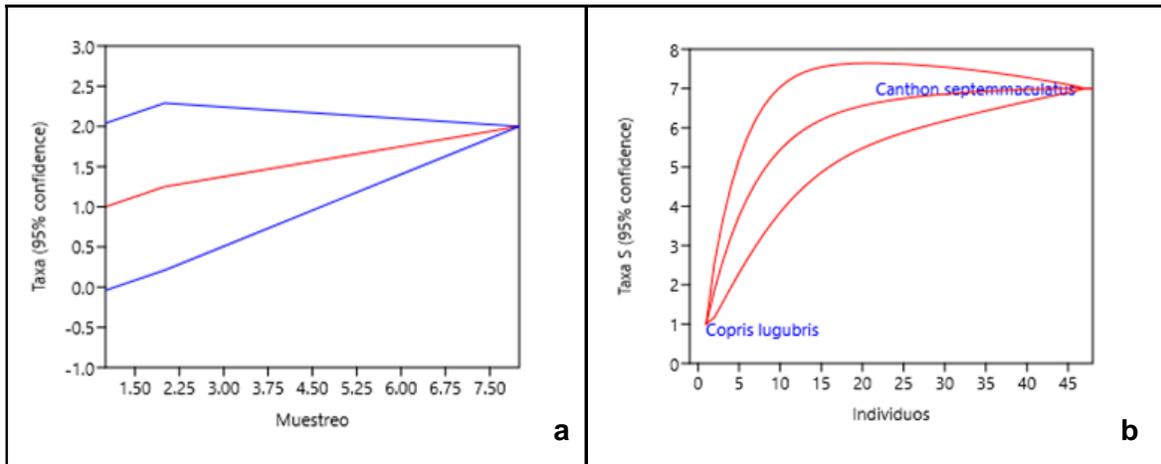


Figura 5. Curva de rarefacción, utilizando indicadores de riqueza, de acuerdo al número de individuos recolectados (a) y número acumulado de especies registradas (b), Estación Experimental El Ejido, para PSR. Los Santos.

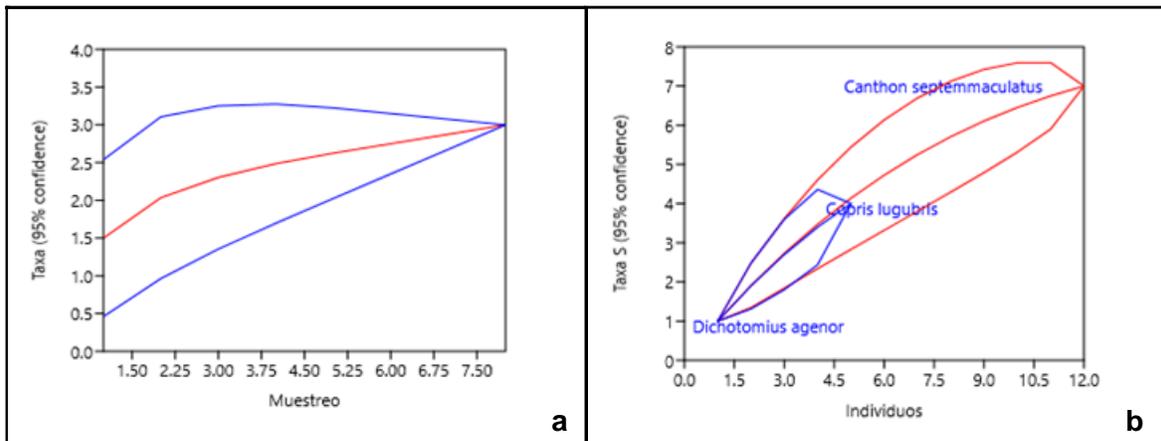


Figura 6. Curva de rarefacción, utilizando indicadores de riqueza, de acuerdo número de individuos recolectados (a) y número acumulado de especies registradas (b), Estación Experimental Ejido, para SLR. Los Santos.



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Riqueza y abundancia

Hubo una menor riqueza y mayor abundancia en el PSR, donde la distribución de la abundancia en los dos sitios mostró un notable dominio de *Canthon septemmaculatus* (59 individuos), seguido de *Copris lugubris* (5 individuo), *Dichotomius agenor* (1 individuo) y patrón de nidificación observado (Cuadro 1). El análisis de dominancia reveló diferencias entre las dos parcelas ($D = 0,95$ y $0,55$, respectivamente). El índice de diversidad de Shannon presentó diferencias entre los dos sitios ($H' = 0,75$ para el SLP y $H' = 0,10$ para PSR) y el de similitud de Morisita fue de 91% entre los dos sistemas SLP y PSR en la finca (Cuadro 2). Esto ratifica la importancia de la vegetación primaria en el mantenimiento de la biodiversidad de especies y los servicios ecosistémicos que estos proveen.

Cuadro 1. Riqueza, abundancia y patrón de nidificación de escarabajos coprófagos en sistema silvopastoril y pradera en rotación en Estación Experimental, El Ejido, Los Santos.

Especie	Sistema silvopastoril (Media \pm SD)	Pradera en rotación (Media y SD)	Patrón nidificación
<i>Canthon septemmaculatus</i> Latrielle, 1811	12 (1,5 \pm 0,92)	47 (5,25 \pm 384,52)	Patrón V
<i>Copris lugubris</i> Boheman, 1858	4 (0,62 \pm 0,74)	1 (0,125 \pm 0,35)	Patrón II
<i>Dichotomius agenor</i> Harold, 1869	1 (0,12 \pm 0,35)	0	Patrón II
Abundancia	17	48	
Riqueza de Especies	3	2	

Cuadro 2. Comparación de diversidad (índice de Shannon) y dominancia (índice de Simpson) por hábitat, en Estación Experimental de El Ejido, Los Santos.

Hábitat	Shannon H	Dominancia-D	Simpson 1-D	Chao 1
SLP*	0,753	0,9592	0,0408	3
PSR	0,10131	0,5571	0,4429	2

*SLP: Silvopastoril sistema de pastoreo. PSR: Pastoreo Rotacional.



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Los estimadores de riqueza Chao 1 sugieren un mayor número de especies dominantes en SLP. Cabe destacar que, si se toma como referencia otros trabajos realizados en otras latitudes y diferentes hábitats utilizando el mismo tipo de trampa y cebo (estiércol bovino), se observan diferencias. Esta diferencia radica en diversidad de atrayentes utilizados, donde solo se utiliza un tipo de excremento y un solo tipo de muestreo, lo cual hubiese probablemente incrementado las cifras del inventario. La proximidad (± 2 km), es un factor que influye en el recambio de especies entre los sitios, puesto que este grupo de insectos posee una amplitud de vuelo de poco más de un kilómetro, permitiendo que la conectividad se mantenga (Sánchez et al., 2018).

Este factor pudiese influir que en sitios de muestreo formen parte de una sola comunidad, a pesar de que cada hábitat de muestreo posee condiciones diferentes, entre la vegetación secundaria, áreas perturbadas por cambio de uso de suelos como monocultivos o potreros. La especie *C. septemmaculatus* parece mostrar un amplio espectro de tolerancia ambiental, pudiendo considerarse una especie euritípicas (Sánchez et al., 2018), ya que se encuentra en altas proporciones en los dos hábitats. Se encontró un patrón típico de distribución de las especies, donde una especie domina sobre el resto; esto se lo asocia con áreas intervenidas e inclusive se encuentra en áreas completamente abiertas y sin cobertura arbórea. En cuanto a composición de las especies, se encontró una tendencia similar a otros trabajos en bosque seco con *Canthon* como género dominante (Rangel-Acosta y Martínez-Hernández, 2017).

Los SLP (bancos mixtos de forraje, potreros con árboles dispersos, cercas vivas y sistemas silvopastoriles intensivos) que incorporan árboles y arbustos al sistema productivo incrementan la cobertura vegetal en las áreas de uso ganadero, lo cual genera ambientes favorables para la diversidad local de escarabajos del estiércol y promueven la movilidad de las especies en los paisajes ganaderos, de manera que éstas sean capaces de salir del bosque, colonizar y reproducirse en los potreros ganaderos (Montoya-Molina et al., 2016; Murillo et al., 2016).

Entre los paracópridos presentes se encontraron *C. lugupris* y *D. agenor*, que tienen preferencias por estiércol de bovino, lo que es muy importante en ambientes ganaderos. Estas especies son consideradas paracópridos grandes y tienen una alta tasa de



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

descomposición (Pacho-Avilés et al., 2014). Sin embargo, se puede señalar que la modificación del paisaje por intervención humana del sistema afecta la diversidad (Vargas-Pérez y Martínez-Revelo, 2016).

Las tres especies de escarabajos del estiércol asociadas a sistemas ganaderos demostraron una fuerte relación con los sistemas SLP y PSR, donde la evidencia indica que la estructura del sistema productivo puede determinar la composición de especies. Es importante continuar los estudios de grupos de escarabajos para tener un panorama más amplio de los posibles efectos causados por diversas alteraciones de origen natural y antropogénico en la región.

La presente contribución, hasta donde se conoce, es el primer estudio formal sobre biodiversidad de Scarabaeinae asociado a una finca ganadera en Panamá, a partir del cual se requiere seguir trabajando otras fincas en el corredor del Arco Seco del país.

CONCLUSIONES

- La especie *C. septemmaculatus*, es la más abundante en ambos sistemas SLP y PSR. Siendo los sistemas silvopastoriles los que generan mayor heterogeneidad y diversidad, lo que indica el efecto positivo que tienen estos sistemas sobre la riqueza, abundancia y diversidad de la biota funcional. Esto indica la respuesta que tiene la modificación del hábitat en la comunidad de escarabajos estercoleros.
- Es uno de los primeros esfuerzos para catalogar y medir la biodiversidad de especies de escarabajos estercoleros asociados a una superficie bajo un sistema de producción de ganado bovino en Panamá, cuyos resultados acentúan la necesidad de seguir monitoreando las poblaciones de escarabajos estercoleros, utilizando un protocolo estandarizado para estudiar los mecanismos que influyen en la disminución de la diversidad de los escarabajos, especialmente aquellos que incurren con determinados cambios del paisaje y manejo del hato.



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

REFERENCIAS

- Andresen, E. (2005). Interacción entre primates, semillas y escarabajos coprófagos en bosques húmedos tropicales: un caso de diplocoria. *Universidad y Ciencia*, 2, 73 - 84. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=15421208>
- Camberfort, Y. (1991). *Biogeography and evolution*. p. 51-67 en: I Hanski & Y Camberfort (eds.) *Dung beetle ecology.*, Prinenton University Press, Pricenten, NJ.
- Cambra, R. (2006). Diversidad de escarabajos peloteros (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) del parque nacional Darién, Panamá. Universidad de Panamá. *Scientia*, 21(1), 105-111. <file:///C:/Users/neysa.garrido/Downloads/486-Texto%20del%20art%C3%ADculo-1871-1-10-20210205.pdf>
- Chamorro, W., Marín-Armijos, D., Granda, V., y Vaz-de-Mello, F. Z. (2018). Listado de especies y clave de géneros y subgéneros de escarabajos estercoleros (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) presentes y presuntos para Ecuador. *Revista Colombiana de Entomología*, 44(1), 72-100. <https://doi.org/10.25100/socolen.v44i1.6545>
- De la Vega, C., Elizalde, H. F., González, M., y Reyes, C. (2014). Escarabajos Estercoleros para la Ganadería de la Región de Aysén. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Coyhaique, Chile. Boletín INIA N° 295. 85 p. <https://puntoganadero.cl/imagenes/upload/5db885571c33f.pdf>
- Delgado, I., Pérez, A., y Blackaller, J. (2000). Claves para determinar a los taxones genéricos y supra genéricos de Scarabaeoidea Latreille, 1802 (Coleoptera) de México. *Folia Entorno. Mex.*, 110, 33-87. <https://biblat.unam.mx/es/revista/foolia-entomologica-mexicana/9>
- Gotelli, J. N., y Colwell, K. R. (2011). *Estimating species richness*. Chapter 4. pp. 39 – 54. En: Magurran A.E. & McGill B.J. (eds.): *Biological Diversity: frontiers in measurement and assessment*. New York: Oxford University Press.



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Gotelli, N., y Colwell, R. K. (2001). Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters*, 4(4), 379-391.
<https://doi.org/10.1046/j.1461-0248.2001.00230.x>

Hammer, O., Harper, D. A. T., y Ryan, P. D. (2015). *PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis*. Oslo, Norway: University of Oslo.
https://palaeo-electronica.org/2001_1/past/past.pdf

Holdridge, L. R. (1978). *Ecología basada en zonas de vida*. San José Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícola. 235 p.
<https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/7936/BVE19040225e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

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

Kohlmann, B., y Solís, A. (1997). El género *Dichotomius* (Coleoptera: Scarabaeidae) en Costa Rica. *G.it. Ent.*, 8, 343-382.

López-Guerrero, I. (2005). *Dichotomius* (Coleoptera: Scarabeidae, Dichotomiini) de la fauna de México. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 36, 195-209.
http://sea-entomologia.org/PDF/BOLETIN_36/B36-034-195.pdf

Medina, C.A., y Lopera, T. A. (2000). Clave ilustrada para la identificación de géneros de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) de Colombia. *Caldasia*, 22(2), 299-315. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/view/17603/18438>

Miranda, C. I. (2011). *Estadística aplicada a la sanidad vegetal*. Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA). 173 p.

Montes de Oca, E. (2001). Escarabajos coprófagos de un escenario ganadero típico de la región de los Tuxtlas, Veracruz, México: importancia del paisaje en la composición



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

de un gremio funcional. *Acta Zool. Mex. (n.s.)*, 82, 111-132.
<https://www.redalyc.org/pdf/575/57508206.pdf>

Montoya-Molina, S., Giraldo-Echeverri, C., Montoya-Lerma, S., Chará, J., Escobar, J. F., y Calle, Z. (2016). Land sharing vs. Land sparing in the dry caribbean lowlands: A dung beetles' perspective. *Applied Soil Ecology*, 98(1), 204-212.
<https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2015.10.017>

Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.

Murillo, R. L., Ayazo, R., y Medina, C. (2016). Diversidad de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) en un remanente ribereño y un fragmento bosque húmedo tropical en Córdoba, Colombia. *Ecología Austral. Asociación Argentina de Ecología*, 26(1), 17-26.
http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1667-782X2016000100003&lng=es&nrm=iso

Pacho-Avilés, J. J., Rodríguez, V. R. I., y Novelo, R. E. (2014). *Catálogo y Clave Ilustrada de Escarabajos coprófagos de Yucatán, México*. Carrera de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Yucatán. Ed. CCBA – UADY. 51 p.

Rangel-Acosta, J. L., y Martínez-Hernández, N. J. (2017). Comparación de los ensamblajes de escarabajos copronecrófagos (Scarabaeinae) entre fragmentos de bosque seco tropical y la matriz adyacente en el departamento del Atlántico- Colombia. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88, 289-401. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rmb.2017.03.012>

Rangel-Acosta, J. L., Martínez-Hernández, N. J., y Yonoff-Zapata, R. (2020). Respuesta de los escarabajos coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) a la modificación del hábitat causada por un incendio forestal en la Reserva Bijibana, Atlántico-Colombia. *Revista mexicana de biodiversidad*, 91, e912879. Epub 01 de marzo de 2021. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2020.91.2879>



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Sánchez, H. G., Gómez, B., Delgado, L., Rodríguez, L. E., y Chamé, V. E. R. (2018). Diversidad de escarabajos copronecrófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) en la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote, Chiapas, México, *Caldasia*, (1), 144-160. <https://doi.org/10.15446/caldasia.v40n1.68602>

Solís, A., y Kohlmann, B. (2003). New species of dung beetles (Coleoptera: Scarabaeinae) from Costa Rica and Panama. *Zootaxa*, 139(1), 1-14. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.139.1.1>

AGRADECIMIENTO

Al ingeniero Jorge Maure, por el apoyo en información referente a la finca. Al Ingeniero Orlando Osorio, por el apoyo en la identificación de las especies de plantas arbustivas. Al Magister Rodrigo Cambra, Entomólogo de la Universidad de Panamá por la colaboración en la identificación de los Scarabainae. Dr. Randy Atencio y Karla Solís por su colaboración en la revisión del documento. Al Ing. Alberto Barahona, por confeccionar el mapa de zona de vida. Al Dr. Eliot García, por la revisión del resumen en inglés.



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).