

## Caracterización de ranchos ganaderos y su relación con la diversidad de *Scarabaeinae* en la Frailesca

### Characterization of cattle ranches and their relationship with *Scarabaeinae* diversity in Frailesca

Jorge Alberto Pérez-Pérez<sup>1</sup> , Benigno Gómez y Gómez<sup>1</sup> , Darío Alejandro Navarrete-Gutiérrez<sup>1</sup> , José Antonio Jiménez-Trujillo<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>El Colegio de la Frontera Sur. Carretera Panamericana y Periférico Sur s/n. Barrio de María Auxiliadora, CP. 29290. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México.

<sup>2</sup>Universidad Autónoma de Chiapas. Carretera Ocozocoautla - Villaflores km. 84.5. CP. 30470. Villaflores, Chiapas, México.

\*Autor de correspondencia: jorangeperez0922@gmail.com

#### Artículo científico

Recibido: 17 de julio 2025

Aceptado: 22 de octubre 2025

**RESUMEN.** La ganadería es una actividad económica crucial, sin embargo, puede generar presiones ambientales como la sustitución de la vegetación nativa, la deforestación y la creación de extensas áreas de pastoreo, provocando la disminución de la biodiversidad y la pérdida de funciones ecológicas clave, como las realizadas por los escarabajos peloteros (*Scarabaeinae*). El objetivo de este estudio fue caracterizar las unidades de producción pecuaria y determinar como el tamaño del sistema de producción ganadera afecta la diversidad de escarabajos peloteros. Para ello, se realizaron entrevistas semiestructuradas a 41 ganaderos del área de protección de recursos naturales La Frailesca, seguidas de un muestreo estratificado basado en el tamaño del rancho de ocho de ellos, utilizando 30 trampas de caída cebadas con excremento de bovino por rancho, durante 48 horas. Los datos se analizaron mediante análisis de varianza, análisis de conglomerados e índices de diversidad. Los resultados revelaron la existencia de tres grupos de ganaderos con diferencias significativas en cuanto a número de cabezas de ganado, superficie de suelo de uso ganadero y venta de animales al año. El análisis de riqueza y abundancia mostró una composición de especies de *Scarabaeinae* muy parecida entre los ranchos considerados pequeños y medianos, en comparación con los grandes. Se concluye que la diversidad de escarabajos se vio favorecida en paisajes con una estructura de mosaicos que integren cobertura arbórea, pastizales y cercas vivas. Se sugiere que el establecimiento de un sistema productivo que integre árboles (silvopastoriles) puede ser beneficioso para la conservación de la fauna edáfica.

**Palabras clave:** Agroecosistemas ganaderos, *Scarabaeinae*, La Frailesca, cobertura arbórea, Chiapas.

**ABSTRACT.** Livestock farming is a crucial economic activity, nevertheless, can exert environmental pressures such as the replacement of native vegetation, deforestation, and the creation of extensive grazing areas, leading to a decline in biodiversity and the loss of key ecological functions, such as those performed by dung beetles (*Scarabaeinae*). The aim of this study was to characterize livestock production units and determine how the size of the livestock production system affects dung beetle diversity. To this end, semi-structured interviews were conducted with 41 livestock farmers in the La Frailesca Natural Resource Protection Area, followed by stratified sampling based on ranch size for eight of them, using 30 baited pitfall traps per ranch (baited with bovine dung) for 48 hours. The data were analyzed using analysis of variance, cluster analysis, and diversity indices. The results revealed the existence of three groups of livestock farmers with significant differences in the number of cattle, the area of land used for livestock, and the number of animals sold per year. The species richness and abundance analysis showed a very similar composition of *Scarabaeinae* species between ranches classified as small and medium-sized, compared to large ones. It was concluded that beetle diversity was favored in landscapes with a mosaic structure integrating tree cover, grasslands, and live fences. It is suggested that establishing a production system that integrates trees (silvopastoral systems) may be beneficial for the conservation of soil fauna.

**Keywords:** Livestock agroecosystems, *Scarabaeinae*, La Frailesca, tree cover, Chiapas.

## INTRODUCCIÓN

La ganadería es una actividad que con las prácticas inadecuadas contribuye a problemas ambientales como la deforestación, reemplazo o pérdida de vegetación nativa. Estos cambios afectan la estructura de los bosques, modificando el paisaje y disminuyendo las funciones ecológicas de los organismos que los habitan (Molina y Albarran 2013, Pateiro *et al.* 2020). Dentro de los organismos más afectados por estas transformaciones se encuentran los insectos, específicamente los escarabajos esterceroleros o peloteros (Coleoptera: *Scarabaeidae: Scarabaeinae*) (Sánchez-Bayo y Wyckhuys 2019). Se estima que esta subfamilia es una de las más abundantes (Ahrens *et al.* 2014), con aproximadamente 6 900 especies de escarabajos peloteros a nivel mundial (Schoolmeesters 2025). En México se han registrado 294 especies, de las cuales 122 se encuentran en Chiapas (Darling y Génier 2018, Sánchez-Hernández *et al.* 2019, 2020).

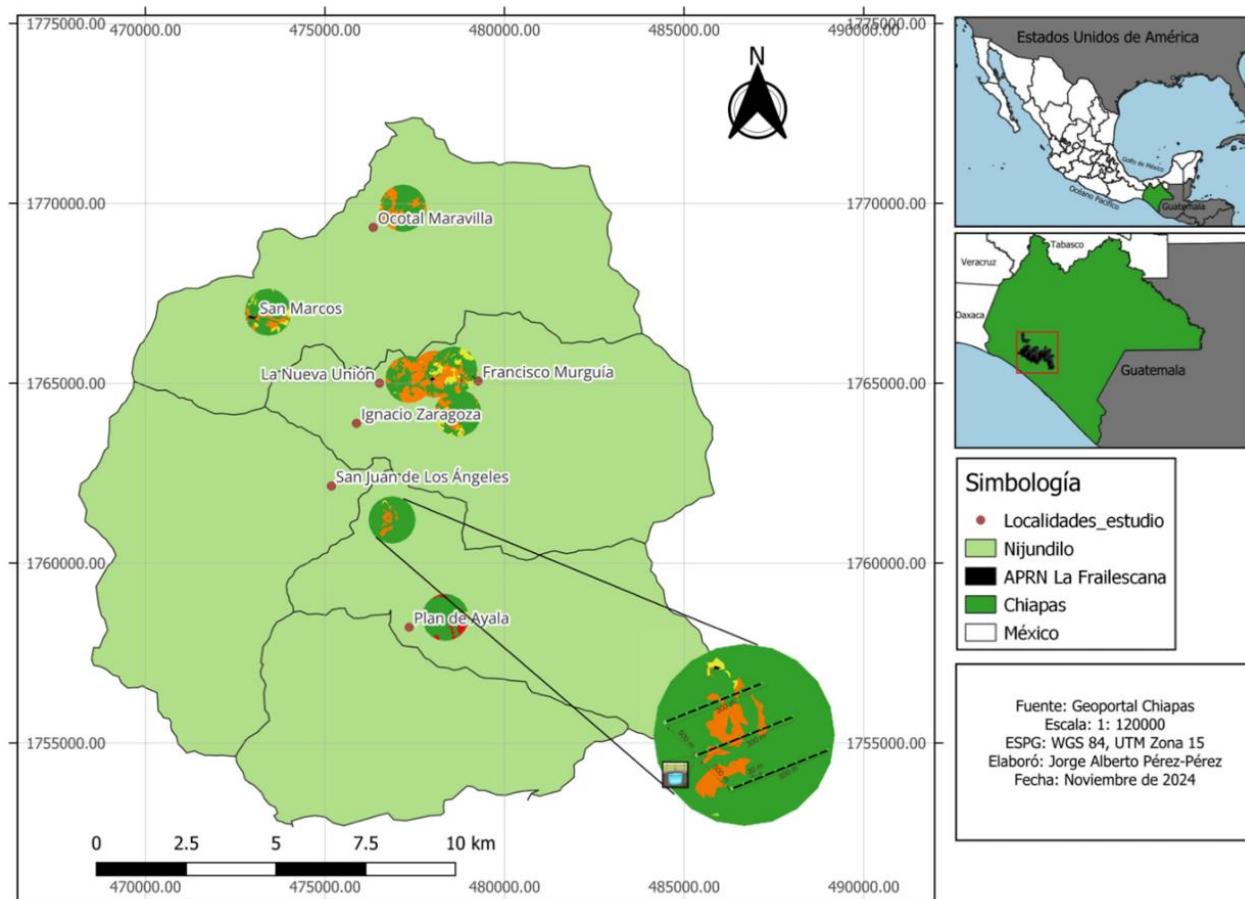
Se ha documentado que estos organismos son altamente susceptibles a los cambios en los hábitats debido a perturbaciones como la urbanización, el uso de insecticidas y fertilizantes, así como la deforestación (Sánchez-Bayo y Wyckhuys 2019, Wagner *et al.* 2021, INECOL y FMCN 2022 y Gómez *et al.* 2023). Esta última es una de las actividades con mayor repercusión en la estructura y función de los ecosistemas, ya que da lugar a cambios en el uso del suelo, convirtiendo los bosques y selvas en zonas para asentamientos urbanos o parcelas para cultivos agrícolas (Gómez-Méndez *et al.* 2023), lo que modifica la estructura y composición de las especies. Como resultado suelen predominar un conjunto de especies generalistas, de menor talla corporal y hábitos diurnos, lo que conlleva a una pérdida de diversidad taxonómica y funcional (Sánchez-Hernández *et al.* 2022, Gómez *et al.* 2023). Así, la riqueza de especies disminuye y la dominancia de algunas especies tiende a ser mayor (Gómez-Méndez *et al.* 2023). La presencia de estos organismos en los sistemas ganaderos es crucial para mantener el equilibrio ecológico, ya que realizan diversas funciones como el reciclado de nutrientes, la bioturbación, el secuestro de carbono y la limpieza de los pastos (Tonelli 2021, Gómez-Beltrán y Villar Argaiz 2022, INECOL y FMCN 2022, Gómez *et al.* 2023). Por lo tanto, la presencia de estos organismos permite evaluar la salud de la ganadería y su entorno (Lumaret y Martínez 2005, Martínez y Cruz 2009).

El sureste de México posee una alta diversidad biológica; sin embargo, también presenta altos niveles de deforestación (Soto-Pinto *et al.* 2012). Por ello, para mantener la biodiversidad de estos organismos en los sistemas ganaderos, se requiere implementar prácticas y actividades que favorezcan las condiciones físicas y bióticas del suelo (aireación, descompactación, capacidad de infiltración y presencia de organismos) (Ros *et al.* 2024), la cobertura vegetal y la sombra (implementación de árboles en los sistemas ganaderos) (Sánchez-Hernández *et al.* 2022, Gómez *et al.* 2023). Por lo tanto, es indispensable conocer aquellas actividades que repercuten en la comunidad de *Scarabaeinae* durante el establecimiento y manejo del hato ganadero. Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue describir el manejo de los ranchos ganaderos del Área de Protección de Recursos Naturales La Frailescana y determinar cómo el tamaño del rancho y las prácticas de manejo (caracterizadas mediante entrevistas) repercuten en la riqueza y abundancia de los escarabajos del estiércol.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El trabajo se realizó en el Área de Protección de Recursos Naturales (APRN) La Frailesca (Longitud 93° 37' 36" LO y Latitud 16° 16' 08" LN) (Figura 1) ubicada en el municipio de Villa Corzo, Chiapas. La altitud varía de 800 a 2 100 msnm, con un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano (AW<sub>2</sub>(w)(i'), (García 2004) La precipitación anual oscila entre 2 500 y 4 000 mm, y las temperaturas entre los 22 y 26°C (CONANP 2019).



**Figura 1.** Sitios muestreados y círculos en homotetia muestra el diseño de muestreo y la disposición de las trampas en cada línea.

### Entrevistas

En los meses de septiembre y octubre de 2023, se aplicó una entrevista semiestructurada con preguntas mixtas (abiertas y cerradas), a 41 ganaderos de la zona de estudio, 40 fueron hombres y una mujer, el rango de edad fue entre 21 y 78 años. La entrevista incluyó preguntas relacionadas con el capital humano (conocimiento y experiencia), social (estructura familiar), económico (productividad), y natural de cada una de las unidades de producción pecuaria (UPP). Para el apartado del capital natural se consideraron las especies de árboles y arbustos mencionados en la

zona, se corroboró el nombre científico a través de guías especializadas (Pinto-Ruiz *et al.* 2010, Alayón-Gamboa *et al.* 2022).

### Muestreo de escarabajos

El muestreo se realizó en ocho ranchos ganaderos en octubre de 2023 coincidiendo con uno de los picos de abundancia de estos escarabajos en la región, debido a su estrecha relación con la precipitación (Rodríguez-López *et al.* 2019, Sánchez-Hernández *et al.* 2021). Se realizó un muestreo estratificado en los ranchos considerando la vegetación y manteniendo como un factor de restricción a la elevación (640- 880 msnm). Para la captura de escarabajos, se utilizaron trampas de caída cebadas con 30 g de estiércol fresco de ganado (de menos de 24 horas). Las trampas consistieron en recipientes de plástico de 500 ml enterrados a nivel del suelo. A cada recipiente se le agregó ~250 ml de etilenglicol para preservar los organismos capturados (Gómez y Jones 2002, Noriega y Fagua 2009).

En cada rancho se instalaron 30 trampas, distribuidas en tres transectos de 300 m de longitud, con una separación de 500 m entre ellos. Cada transecto contenía 10 trampas, separadas entre sí por 30 m. Este diseño espacial y el número de trampas se consideraron para evitar la interferencia odorífica, asegurando la independencia entre trampas. Las trampas permanecieron activas durante 48 horas (Mora-Aguilar *et al.* 2023). Para la identificación de los organismos colectados se utilizaron claves y descripciones dicotómicas (Matthews 1961, Rivera-Cervantes y Halffter 1999, Cook 2002, Solís y Kohlmann 2002, Génier y Kohlmann 2003, Howden y Génier 2004, Delgado y Kohlmann 2007, Edmonds y Zidek 2010, Edmonds y Zídek 2012, Génier 2012, Chamé-Vázquez *et al.* 2020, Solís y Kohlmann 2022). Los organismos colectados se montaron y quedaron depositados en las colecciones entomológicas de El Colegio de la Frontera Sur (ECO-SC-E).

### Análisis del paisaje

Para conocer el tipo de cobertura y uso del suelo en cada uno de los ranchos donde se llevó a cabo el muestreo de escarabajos, se realizó una clasificación supervisada mediante una interpretación visual considerando cinco tipos de clases. Para realizar el análisis del paisaje se evaluaron tres métricas que se relacionan con la fragmentación de la cobertura de bosque (número de parches, densidad de borde y permeabilidad de la matriz) (Kupfer 2012). Este análisis consideró el centroide de las trampas, y se implementó un buffer de 650 m, considerando la capacidad de movilidad de los escarabajos esterceroleros (Arellano *et al.* 2008)

### Análisis de la información

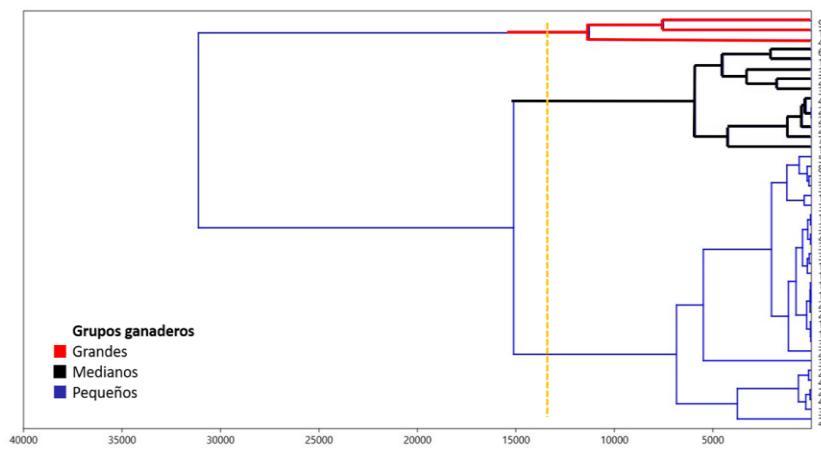
Para seleccionar los ocho ranchos donde se llevaría a cabo el muestreo de escarabajos, se realizó un análisis de conglomerados (con distancias euclidianas) para agrupar a los 41 ranchos ganaderos, para esta agrupación se consideró la superficie de suelo de uso ganadero (ha). Posteriormente, para el análisis de los datos productivos de las entrevistas, se utilizó el paquete estadístico SPSS v.25. Se reportaron aquellas variables que mostraron diferencias significativas mediante una prueba de Kruskal-Wallis ( $p < 0.05$ ). Para determinar las diferencias entre grupos, se aplicó una prueba *post hoc* de Duncan considerando un nivel de confianza de  $p < 0.05$ . Para estimar la productividad anual de carne y leche, se consideró la producción (carne o leche) como la variable de respuesta, mientras que como variable explicativa se consideró la superficie del rancho. Como covariante se consideró

el grupo de ganaderos, para esto se unieron los ranchos grandes y medianos que tuvieran una superficie similar (mayor a 28 hectáreas). Dado que el rancho con 150 ha se identificó como un valor atípico estadístico extremo (evaluado mediante diagrama de cajas), se decidió excluirlo del ANCOVA para evitar que sesgara los resultados. Posteriormente, se realizó el análisis de la producción de carne y leche entre los ranchos dependiendo su superficie (ha). Se transformaron las variables a logaritmos y se realizaron dos análisis de covarianza (ANCOVA), considerando los supuestos de linealidad, homogeneidad de las pendientes de regresión, normalidad y homocedasticidad. Este análisis se realizó usando el programa R (R Core Team 2024).

Para explorar la composición de la fauna de escarabajos en los diferentes grupos ganaderos se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP). Además, para confirmar los patrones observados con una técnica más robusta ante la falta de normalidad de los datos, se realizó un Escalamiento Multidimensional No Métrico (NMDS) basado en una matriz de Bray-Curtis. Para comparar la diversidad alpha entre los grupos de ranchos con un esfuerzo de muestreo estandarizado, se utilizó el paquete iNEXT (Hsieh *et al.* 2025) en R v.4.2.2. Este método permite calcular las curvas de acumulación de especies basadas en rarefacción y extrapolación y comparar los números de Hill ( $q = 0, 1, 2$ ) que representan la riqueza de especies, el exponente de Shannon y el inverso de Simpson, respectivamente, junto con sus intervalos de confianza al 95% (R Core Team 2024)

## RESULTADOS

El análisis de conglomerados permitió identificar tres grupos distintivos de productores, los cuales fueron clasificados como pequeños, medianos y grandes ganaderos (Figura 2). Esta clasificación se basó fundamentalmente en el número de cabezas de ganado y el área total destinada a la actividad pecuaria.

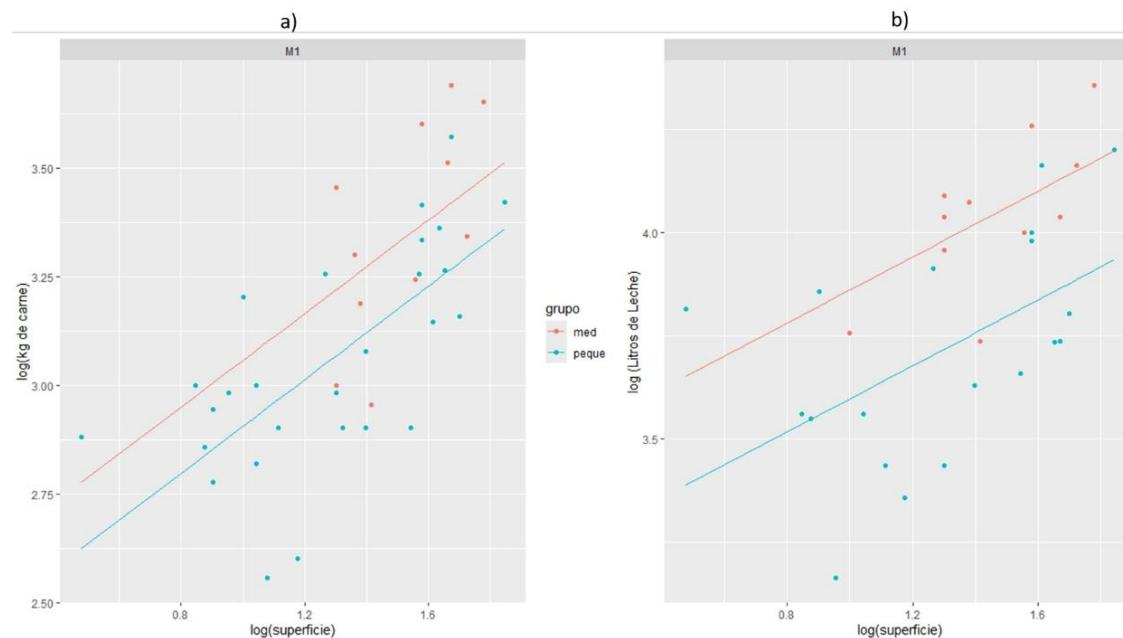


**Figura 2.** Grupos de ganaderos identificados en el Área de Protección de Recursos Naturales La Frailescana, Chiapas.

La edad promedio de los ganaderos ( $n = 41$ ) fue de 52 años (rango: 21-78 años). En cuanto al nivel educativo, el 43.9% tiene educación primaria, seguido de un 39% con secundaria y un 4.8% con

estudios superiores. La mayoría de los ranchos practican ganadería y la agricultura. La ganadería es una actividad reciente en la zona, con una antigüedad promedio de 23 años, en comparación con la agricultura, que se practica desde hace 31 años en promedio. Un 53.6% de los productores tiene conocimiento limitado sobre el manejo ganadero. El 41.5% de los ganaderos corresponden a la primera generación dedicada a esta actividad, mientras que el 58.5% restante ha heredado la tierra y la práctica de generaciones anteriores. Esta tendencia a la continuidad intergeneracional se ve reforzada por la intención mayoritaria (82.9%) de no vender sus tierras, con el objetivo de que las futuras generaciones mantengan la actividad ganadera.

Para el 60% de los productores entrevistados, la ganadería es la principal fuente de ingresos. La actividad central es la producción de leche bajo un sistema de doble propósito (ordeña con apoyo del ternero), la cual se comercializa con acopiadores locales. La producción anual promedio de leche por productor mostró una variación estacional, siendo significativamente mayor en la temporada de lluvias ( $\bar{x} = 7\,694 \pm d.e = 3.73$  litros) que en la temporada seca ( $\bar{x} = 5\,605 \pm d.e = 3.76$  litros). Adicionalmente, la venta de animales en pie representa un ingreso complementario importante. Anualmente, los productores venden en promedio ocho cabezas de ganado, con un peso vivo entre 200 y 250 kg, a un precio de aproximadamente \$45.00 MXN por kilogramo (Figura 3). El análisis de covarianza (ANCOVA) indicó que la producción reportada de leche se correlacionó positivamente con el tamaño de la superficie del rancho, sin encontrar diferencias significativas entre los grupos de productores (pequeños, medianos, grandes) una vez controlado por el efecto del área (Tabla 1). Un patrón similar se observó para la producción de carne.



**Figura 3.** Producción de carne (a) y leche (b) anual en ranchos ganaderos del Área de Protección de Recursos Naturales La Frailescana, Chiapas.

**Tabla 1.** Modelos de ANCOVA de la producción de carne y leche.

**Producción de carne**

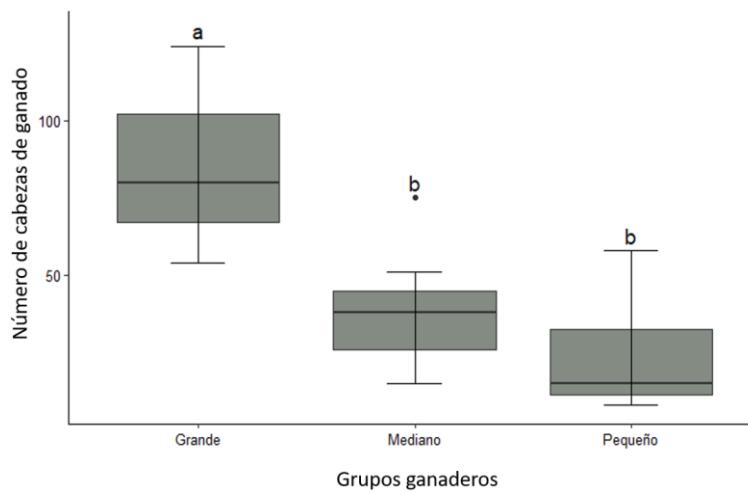
Variable	Suma de cuadrados	df	Cuadrado medio	F	P
log_superficie	0.847	1	0.847	23.54	< .001
Grupo	0.149	1	0.149	4.139	0.052
grupo * log_superficie	0.172	1	0.172	4.77	0.038
Residuals	0.936	26	0.036		

**Producción de leche**

Variable	Suma de cuadrados	df	Cuadrado medio	F	P
log(superficie)	0.484	1	0.484	10.841	0.003
Grupo	0.457	1	0.457	10.253	0.003
Residuals	1.205	27	0.045		

Nota. Suma de cuadrados tipo III

Las razas predominantes fueron Suizo y Cebú. Además de Holstein, Gyr, Nelore, Beefmaster, Girolando, Brahman rojo y gris, así como cruces entre estas. El análisis del tamaño del hato mostró diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos de productores (prueba de Kruskal-Wallis,  $H = 12.11$ ,  $gl = 2$ ,  $p = 0.002$ ). La prueba post hoc de Duncan indicó que el número de cabezas de ganado en los ranchos grandes era significativamente mayor que en los ranchos pequeños ( $p < 0.01$ ) y medianos ( $p < 0.05$ ). No se encontraron diferencias significativas en el tamaño del hato entre los productores pequeños y medianos ( $p > 0.05$ ) (Figura 4).


**Figura 4.** Número promedio de cabezas de ganado con respecto al tamaño de los ranchos ganaderos

La infraestructura reportada consistió principalmente en corrales de alambre y postes, con un uso minoritario de cercas vivas. Para el almacenamiento de forraje, se utilizan bodegas de ladrillo con techos de lámina. En cuanto a sanidad animal, el 100% de los productores utiliza antiparasitarios internos. El principio activo más empleado fue la doramectina, seguida de ivermectina y albendazol, aplicados cada seis meses 1 mL/50 kg de peso vivo. Un hallazgo relevante fue que el 63% de los ganaderos no respeta el período de retiro de estos fármacos, lo que incrementa el riesgo de que sus residuos estén presentes en el estiércol.

Para el control de ectoparásitos, los garrapaticidas más comunes fueron el Asuntol® (32%) y el Taktic® (29%), aplicados por aspersión tópica cada 15 días. La aplicación se realiza mediante mochilas aspersoras y la dosis se mide de tres maneras: 1) a través de la tapa del envase (medida para 10 a 20 litros), 2) en mililitros por kilogramo (1 ml por 10 kg) y 3) en mililitros por litros (1 mL por un litro), siendo esta última la más común. Adicionalmente, el 76% de los ganaderos aplica herbicidas, principalmente Pastar® (49%), con una frecuencia anual y un consumo promedio de dos litros por hectárea. El uso generalizado de estos insumos veterinarios y agroquímicos representa un factor de perturbación potencialmente significativo para los organismos no objetivo, como los escarabajos estercoleros.

El manejo del hato fue predominantemente extensivo. Los ranchos contaban con al menos dos potreros, con una superficie media de 12 hectáreas cada uno. La densidad de árboles dispersos en los potreros (ADP) fue en promedio de 20 árboles. La delimitación de los potreros se realiza usando cercas vivas en el 52% de los casos, permitiendo la rotación del ganado y un manejo más eficiente de su alimentación. Las especies arbóreas utilizadas en estas cercas fueron principalmente de doble propósito, proporcionando tanto delimitación como forraje (Tabla 2). El análisis estadístico reveló diferencias significativas entre los tipos de productor en variables clave del capital natural (Tabla 3). Como era de esperar, la superficie ganadera total y el tamaño del hato mostraron diferencias altamente significativas ( $p < 0.01$ ). Respecto a las variables restantes, se muestran aquellas que presentaron un nivel de significancia según la prueba de Kruskal-Walis. Se incluyeron variables relacionadas con el manejo del ganado, tanto en el espacio en el que habitan (superficie y ubicación) como en el uso del suelo y el número de animales (Tabla 3).

El análisis de componentes principales (ACP) permitió reducir la dimensionalidad de las variables analizadas. Los dos primeros componentes explicaron en conjunto el 91.3% de la varianza total de los datos (Figura 5). El primer componente (CP1) explicó el 81.5% de la varianza, mientras que el segundo componente (CP2) explicó el 9.8%. El CP1 mostró cargas factoriales positivas y altas ( $> 0.90$ ) para variables asociadas a la escala e intensificación de la producción, como la superficie de suelo para uso ganadero, el tamaño total del hato y la práctica de rotación de potreros, por lo cual se le denominó ganadería sin sombra. Por su parte, el CP2 se correlacionó positivamente con variables vinculadas a la conservación de la estructura forestal dentro de los ranchos, como la superficie total de la Unidad de Producción Pecuaria (UPP), la superficie de uso de suelo forestal y la densidad de árboles dispersos en los potreros (ADP), llamándole a este conjunto ganadería con sombra.

Se capturaron 100 individuos de 19 especies, pertenecientes a 10 géneros y cinco tribus de la subfamilia *Scarabaeinae* (Tabla 4). Los géneros más diversos fueron *Uroxys* y *Dichotomius*, con tres especies cada uno. Las especies más abundantes fueron *Dichotomius centralis* (Harold 1869) (21.1% de los individuos), *Dichotomius amplicolis* (15.8%) y *Uroxys microcularis* (Howden y Young 1981) (10.5%). La mayoría de las especies (55%, 11 de 19) fueron raras, con menos de nueve individuos, incluyendo cinco "singletons" (especies con un solo individuo).

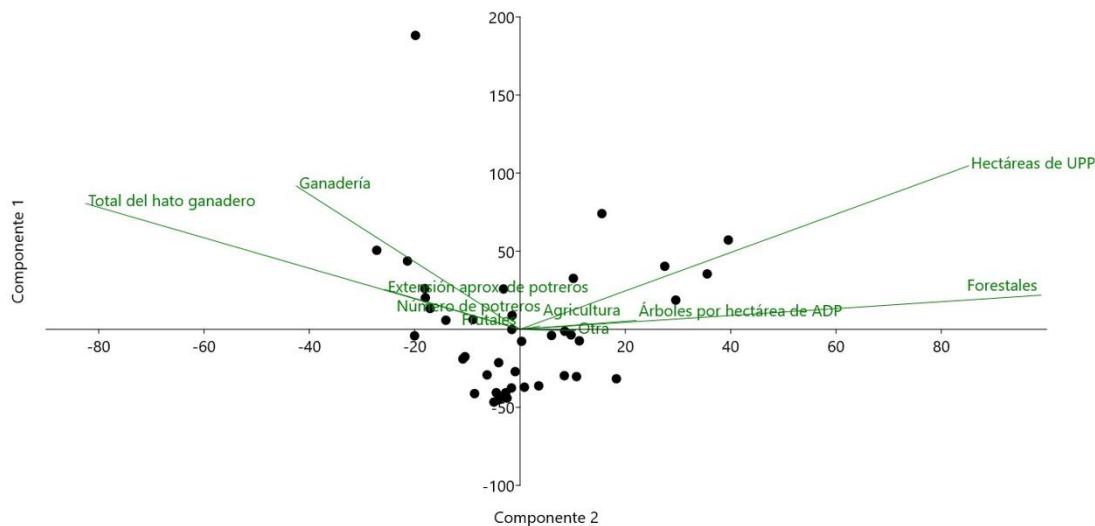
**Tabla 2.** Especies de árboles usados dentro de los sistemas de producción pecuaria en ranchos del APRN La Frailesca, Chiapas.

Nombre común	Nombre científico	Uso
Capulín	<i>Muntingia calabura</i>	ADP
Mulato	<i>Bursera simaruba</i>	ADP Y CV
Roble	<i>Quercus peduncularis</i>	ADP
Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i>	ADP Y CV
Matarratón	<i>Gliricidia sepium</i>	ADP Y CV
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	ADP
Taray	<i>Tamarix gallica</i>	ADP
Matilisguate	<i>Tabebuia rosea</i>	ADP Y CV
Encino	<i>Quercus spp</i>	ADP
Pino	<i>Pinus spp</i>	ADP
Huanacaxtle	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	ADP
Amate	<i>Ficus insipida</i>	ADP
Quebracho	<i>Acacia milleriana</i>	ADP
Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	ADP
Sauce	<i>Salix babylonica</i>	ADP
Piñon	<i>Jatropha curcas</i>	CV
Pimavera	<i>Tabebuia donnell-smithii</i>	CV
Guamuchil	<i>Pithecellobium dulce</i>	CV
Pitillo	<i>Erythrina goldmanii</i>	CV

ADP = Árboles Dispersos en potrero y CV = Cercas Vivas.

**Tabla 3.** Comparación de variables productivas en tres grupos de ganaderos del APRN La Frailesca, Chiapas.

Variables	Grupo ganadero			DF	H-value	P-value
	Pequeños	Medianos	Grandes			
Venta de animales al año (n)	6.59 ± 3.89	8 ± 4.33	18.33 ± 2.88	2	9.59	0.0083
Tamaño del hato (número de cabezas)	23.74 ± 15.83	37.63 ± 16.67	86 ± 35.38	2	12.12	0.0023
Superficie del suelo para uso ganadero (ha)	24.74 ± 17.27	29.54 ± 13.81	82.66 ± 59.34	2	6.59	0.0371



**Figura 5.** Análisis de componentes principales con una varianza del 91.3 % de varianza.

**Tabla 4.** Especies de escarabajos esterceroleros (Scarabaeidae: Scarabaeinae) presentes en los diferentes grupos ganaderos del APRN La Frailescana, Chiapas.

Tribu	Especie	Chicos	Medianos	Grandes
Ateuchini	<i>Agamopus lampros</i> Bates, 1887	1	1	0
	<i>Scatimus ovatus</i> Harold, 1662	3	5	0
	<i>Uroxys micros</i> Bates, 1887	3	0	0
	<i>Uroxys Platypygia</i> Howden y Young, 1981	0	4	0
	<i>Uroxys microcularis</i> Howden y Young, 1981	4	6	0
Coprini	<i>Copris incertus</i> Say, 1835	1	0	0
	<i>Copris lugubris</i> Boheman, 1858	0	1	0
	<i>Dichotomius amplicollis</i> (Harold, 1869)	12	1	2
	<i>Dichotomius centralis</i> (Harold, 1869)	20	0	0
	<i>Dichotomius colonicus</i> (Harold, 1867)	5	1	1
Deltochilini	<i>Euoniticellus intermedius</i> Reiche, 1849	0	1	0
	<i>Canthon femoralis</i> (Chevrolat, 1835)	3	0	0
	<i>Canthon indigaceus</i> Harold, 1868	5	0	0
	<i>Onthophagini</i> <i>Digitonthophagus gazella</i> (Fabricius, 1787)	3	1	0
	<i>Onthophagus anthracinus</i> Harold, 1873	0	4	0
Phanaeini	<i>Onthophagus batesi</i> Howden y Cartrigth, 1963	0	4	0
	<i>Onthophagus corrosus</i> Bates, 1887	0	0	1
	<i>Phanaeus balthasari</i> Arnaud, 2001	0	1	0
	<i>Phanaeus chiapanecus</i> Moctezuma y Halffter, 2021	5	0	0
	Estimador de cobertura por grupo ganadero	0.9702	0.7693	0.4857

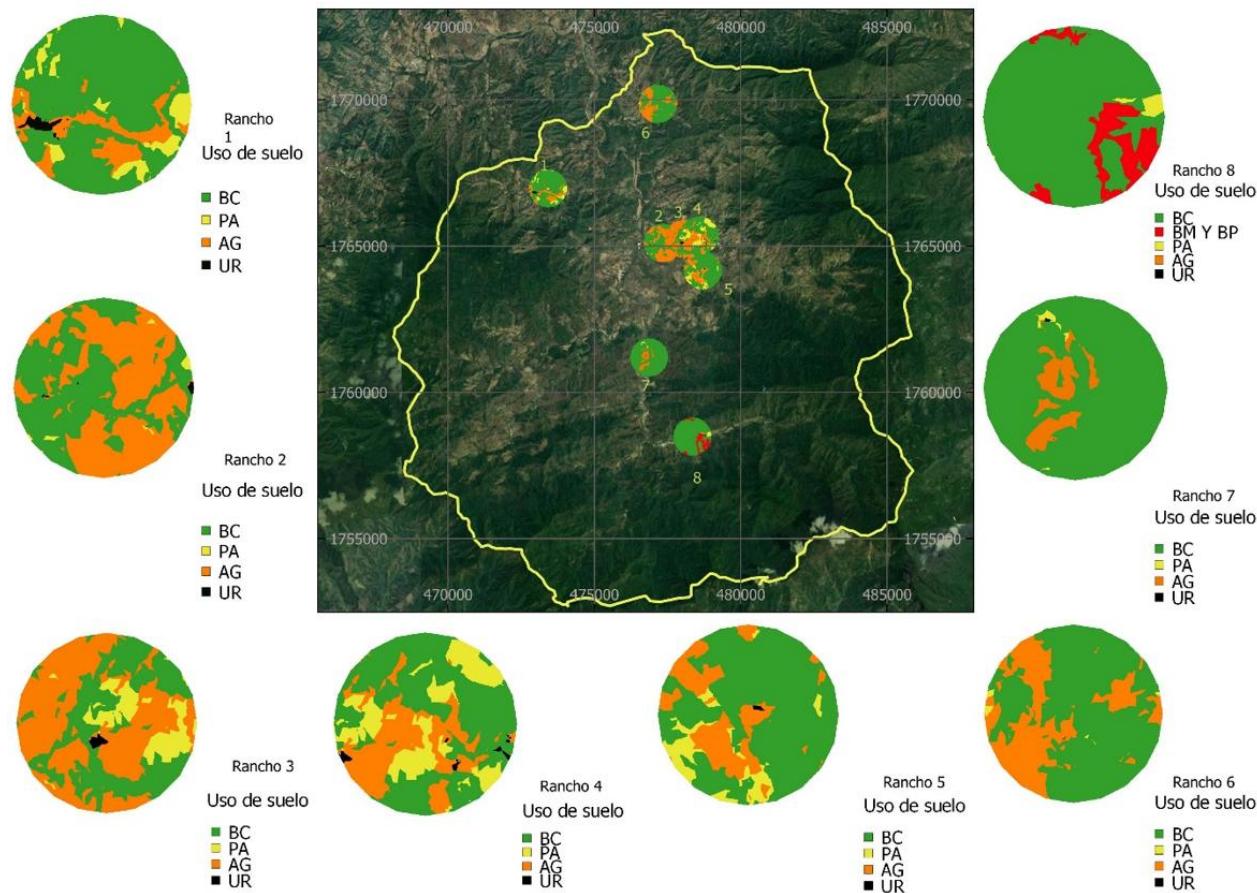
El análisis de diversidad alpha mediante números de Hill mostró diferencias entre los tipos de ranchos (Tabla 5). La riqueza de especies ( $q = 0$ ) fue significativamente mayor en los ranchos pequeños y medianos ( $D_0 = 12$ ), que en los ranchos grandes ( $D_0 = 4$ ). Debido a la falta de superposición de los intervalos de confianza al 95%. Sin embargo, la extrapolación (Tabla 5) sugiere que en el grupo de pequeños y medianos se esperarían por lo menos seis especies más. La mayor abundancia se presentó en el grupo de ranchos medianos ( $D_1 = 9.2081$ ), seguido de los ranchos pequeños ( $D_1 = 8.4513$ ) y grandes ( $D_1 = 3.7892$ ). Respecto a la dominancia, se siguió la misma tendencia con el valor más alto en los ranchos de tamaño mediano ( $D_2 = 7.7586$ ), seguido de los pequeños ( $D_2 = 6.2776$ ) y grandes ( $D_2 = 3.5714$ ), siendo las diferencias entre los grupos grande y pequeño/mediano estadísticamente significativas.

**Tabla 5.** Extrapolación para estimar el número de individuos de los grupos de ganaderos.

Grupo	SC	Rarefacción	Q0		Q1		Q2	
			Observado	Extrapulado	Observado	Extrapulado	Observado	Extrapulado
Pequeños	0.9702	1	12	12.8513	8.4513	9.023181	6.27786	6.54785
Medianos	0.7693	1	12	17.8923	9.208142	11.455503	7.758621	8.781965
Grandes	0.4857	1	4	5.9344	3.789291	5.722495	3.571429	5.263158

Se identificaron cinco categorías de uso del suelo en los ranchos muestreados: Bosque de Coníferas (BC), Pastizal (PA), Agricultura (AG), Zonas Urbanas (UR) y Bosque Mesófilo de Montaña (BM)

(Figura 6). El análisis de las métricas de paisaje mostró una alta variabilidad entre ranchos (Tabla 6).



**Figura 6.** Principales usos de suelo en los diferentes ranchos ganaderos del Área de Protección de Recursos Naturales La Frailesca, Chiapas.

**Tabla 6.** Índices de fragmentación de los ranchos del Área de Protección de Recursos Naturales La Frailesca, Chiapas.

Sitios de interés	Densidad de borde ( $m \text{ ha}^{-1}$ )	Número de parches	Tamaño de malla efectivo (ha)
Rancho 1	0.007125	11.5	112711.822
Rancho 2	0.0077	12.25	103809.261
Rancho 3	0.0089	12	67683.7491
Rancho 4	0.009	14.25	68794.8334
Rancho 5	0.006375	9.5	142859.952
Rancho 6	1.691625	10	142325.417
Rancho 7	0.00395	6.5	256297.185
Rancho 8	1.78092	3.8	155949.827

El número de parches, indicador de fragmentación, fue mayor en los ranchos 2 (12.2) y 4 (14.2), mientras que el rancho 8 presentó el valor más bajo (3.8), reflejando un paisaje más continuo. La densidad de borde fue más alta en los ranchos 6 y 7. Finalmente, los valores de permeabilidad de

la matriz, que indican conectividad del hábitat, fueron más altos en el rancho 7, seguido del rancho 8, donde los parches de bosque (BC, BM) presentaban una mayor continuidad (Figura 6, Tabla 6).

El ordenamiento NMDS mostró una superposición en la composición de especies de escarabajos entre los diferentes grupos de ranchos (Figura 7). Por lo que hay especies que están presente en los tres grupos de ranchos, como lo son: *Agamopus lampros* Bates, 1887; *Canthón femoralis* (Chevrolat, 1835); *Copris incertus* Say, 1835; *Copris lugubris* Boheman, 1858; *Digitonthophagus gazella* (Fabricius, 1787); *Onthophagus currosus* Bates, 1887; *Phanaeus balthasari* Arnaud, 2001; *Uroxys microcularis* Howden y Young, 1981 y *Uroxys micros* Bates, 1887. Un análisis de similitudes (ANOSIM) confirmó que no hay diferencias estadísticamente significativas en la estructura de la comunidad entre los grupos de pequeños, medianos y grandes productores ( $R = 0.35$ ,  $p = 0.056$ ).

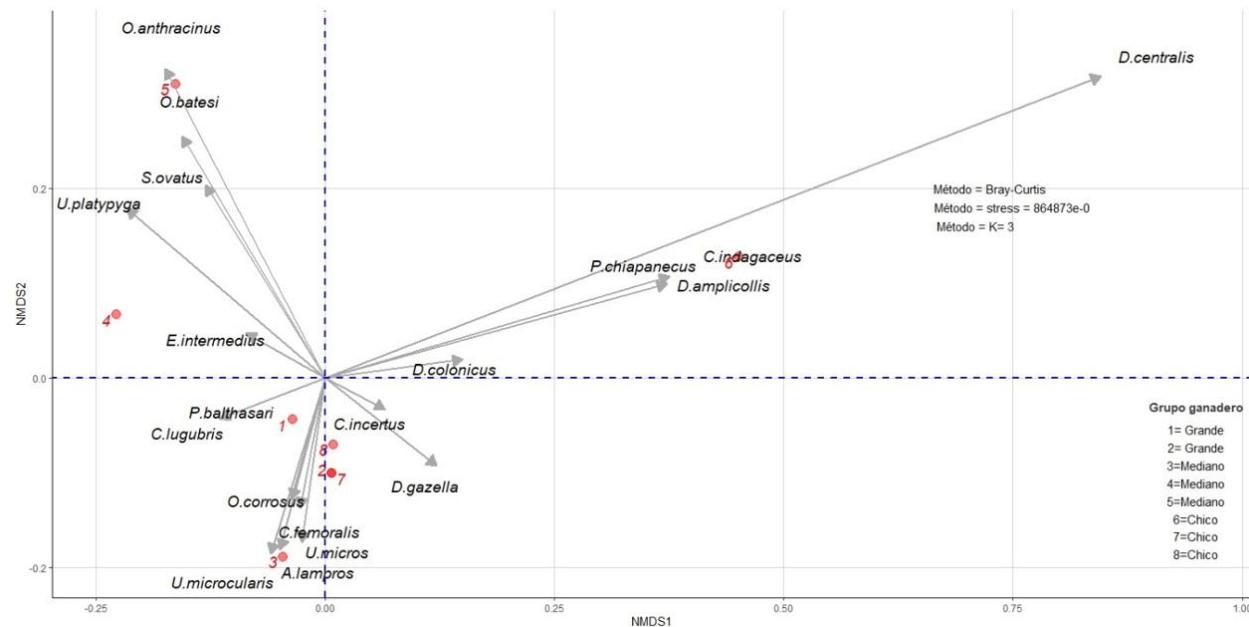


Figura 7. Análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) con índice de Bray-Curtis.

Se identificaron 10 especies [*Canthón indigaceus* Harold, 1868; *Uroxys platypygia* Howden y Young, 1981; *Scatimus ovatus* Harold, 1662; *Phanaeus chiapanecus* Moctezuma y Halffter, 2021; *Euoniticellus intermedius* Reiche, 1849; *Onthophagus anthracinus* Harold, 1873; *Onthophagus batesi* Howden y Cartwright , 1963; y *Dichotomius amplicollis* (Harold, 1869); *Dichotomius centralis* (Harold, 1869) y *Dichotomius colonicus* (Harold, 1869)], que solo se registraron en los ranchos clasificados como medianos. Lo que sugiere que este tipo de sistema podría albergar una porción más especialista de la comunidad, aunque la prueba global no fue significativa.

## DISCUSIÓN

La actividad ganadera poco a poco se va abriendo espacio en la zona, la mayoría de los productores esperan heredar esta actividad a sus futuras generaciones negándose a la venta de las tierras, por lo que invierten en la mejora del ganado a través de la crusa de razas que se adapte a las zonas

tropicales (Romero-López *et al.* 2015). Un factor importante en el manejo es la elección de la raza, en este caso la raza que más predomina es el cebú debido a su capacidad de adaptación, por lo que se utiliza como base para las cruzas (Romero-López *et al.* 2015) complementándolo con razas especializadas en carne o leche según el objetivo del productor; elegir la raza y número adecuado de cabezas de ganado puede tener efecto positivo con respecto al entorno que lo rodea, ya que marca el tipo producción del rancho, evitando la sobreexplotación y degradación de los recursos.

A pesar de las deficiencias en la infraestructura y en el manejo del hato ganadero, la ganadería es la actividad que sustenta la economía básica de muchas familias. El manejo es un factor importante en la producción, más que el tamaño de la UPP. Como se observa en el análisis de ANCOVA la producción de carne mostró relación directa con la superficie de los ranchos; a pesar de tener significancia marginal al comparar entre grupos de rancho. Lo que indica que ambos factores son dependientes entre sí. La superficie del rancho tuvo efecto directo sobre la producción de carne, como se ha demostrado en otros estudios (Gómez-Castro *et al.* 2002). En el caso de la producción de leche, las diferencias obtenidas al considerar la superficie del rancho y el grupo al que pertenecen pueden deberse a una gestión más eficiente por parte de los pequeños ganaderos. Al tener menos cabezas de ganado, el área que gestionan les permite estar al pendiente del hato y al mismo tiempo el animal tiene un gasto energético menor, lo que se traduce en ganancias productivas. Por ello se observó una producción igual o mejor a pesar de tener menos superficie. Los resultados mostraron que el 63% de los ganaderos no respeta el período de retiro de los antiparasitarios; lo que nos hace pensar que existe poca asesoría técnica con respecto al manejo del ganado. Esta práctica, reportada también por Rodríguez-Vivas *et al.* (2014), podría estar contribuyendo a la abundancia de los escarabajos (100 individuos en 240 trampas-día) observado, ya que los residuos de ivermectina en el estiércol tienen efectos letales y subletales sobre los Scarabaeinae (Pérez-Cogollo *et al.* 2018, Gómez-Beltrán y Villar-Argaiz 2022, Lumaret *et al.* 2022). La desparasitación se debe de aplicar dos veces al año (abril y septiembre) para reducir la carga parasitaria en las UPP, sin embargo, los resultados mostraron diferentes intervalos de aplicación de antiparasitarios evidenciando una falta de asesoría técnica (Nahed-Toral *et al.* 2013, Nahed *et al.* 2016, Rodríguez-Moreno *et al.* 2020). Esto ocasiona un impacto en los escarabajos estercoleros al mantener todo el año a las lactonas macrocíclicas (Lumaret *et al.* 2012).

Algunas actividades de manejo como la rotación de potrero, la implementación de cercas vivas y arboles dispersos en el potrero ayudan a complementar la alimentación de los animales en la UPP, lo cual reduce costos al ganadero e indirectamente beneficia a otras especies como aves y fauna edáfica en los ranchos (Ferguson 2015, Ferrer *et al.* 2015, Villanueva *et al.* 2015, López-Vigoa *et al.* 2017, Gil-Vázquez *et al.* 2022). La importancia de estas prácticas se ve respaldada por el segundo componente del ACP, asociado a la superficie forestal y la densidad de árboles dispersos (ADP), que fue un factor diferenciador. Los ranchos con mayores valores en este componente, generalmente pequeños y medianos, presentaron una riqueza de especies significativamente mayor ( $D_0 = 12$ ) que los ranchos grandes con menor cobertura arbórea ( $D_0 = 4$ ), coincidiendo con lo reportado por Tonelli (2021), Gómez-Beltrán y Villar-Argaiz (2022), INECOL y FMCN (2022), y Gómez *et al.* (2023)

La cobertura de muestreo fue suficiente para dos de los tres grupos. No obstante, aumentar el esfuerzo de muestreo (dos temporadas) podría incrementar el registro de especies en especial para el grupo de ranchos grandes, y permitiría obtener un inventario más preciso de la zona de estudio (Sánchez-Hernández *et al.* 2019). La mayor diversidad de Scarabaeinae observada se encuentran en los ranchos pequeños y medianos, pero el análisis de diversidad sugiere mayor riqueza en los ranchos medianos, esto puede deberse a la heterogeneidad paisajística de los sistemas de producción, al contar con pastizales y remanentes de bosques (parches). Esta composición les permite albergar escarabajos generalistas de áreas abiertas y especies asociadas a bosques tal como lo indican INECOL y FMCN (2022), Sánchez-Hernández *et al.* (2022), y Gómez *et al.* (2023).

A nivel de paisaje, los ranchos pequeños y medianos mostraron mayor densidad de borde y número de parches, indicando mayor fragmentación. Pero estos disturbios pueden crear mosaicos de hábitats que favorecen mayor riqueza de especies pequeñas (Osman 2015) y generalistas observadas en estos grupos (Sánchez-Hernández *et al.* 2022, Gómez *et al.* 2023). De igual manera la apertura de bosques trae consigo una ventana de oportunidades para la colonización de especies exóticas (*D. gazella* y *E. intermedius*) en el área, la presencia de estas especies supone una amenaza para las especies nativas, pudiendo llegar a desplazarlas (Rivera-Gasperín *et al.* 2022).

## CONCLUSIONES

La diversidad de escarabajos estercoleros (Scarabaeinae) en los sistemas ganaderos de La Frailesca está influenciada por la estructura de la vegetación y las prácticas de manejo del rancho. Los ranchos pequeños y medianos, tienen mayor complejidad del paisaje (densidad de árboles dispersos y cercas vivas), riqueza y abundancia que los ranchos grandes con paisajes más homogéneos. La liberación de superficie mediante la intensificación en ranchos pequeños y medianos indican que un manejo intensivo en la producción de leche es viable basada en la optimización de recursos. Las prácticas de manejo animal adecuadas, representan una oportunidad clave para establecer sistemas silvopastoriles que permitan una mayor diversidad de fauna benéfica como los escarabajos estercoleros. Paisajes con predominancia de matriz ganadera ocasionan mayor homogenización biótica y la incursión de especies invasoras como *Digitonthophagus gazella* y *Euoniticellus intermedius*.

## AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Gibran Sánchez Hernández, Dr. Filiberto Gonzales del Campo, M en C. Edith Yosibi Gómez Rodríguez y a los Ingenieros Gustavo Andrés Pereyra Fuentes y Yuseli Montejo Velázquez por el apoyo en las diferentes etapas y procesos de esta investigación. De igual manera al Biol. Emilio Roldán Velasco, al Ing. Sergio Montes Quintero responsable del Área de Protección de Recursos Naturales La Frailesca (CONANP) y al personal por el acompañamiento y facilidades para acceder a cada una de las localidades.

## CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran que no tienen intereses en competencia.

## LITERATURA CITADA

- Ahrens D, Schwarzer J, Vogler AP (2014) The evolution of scarab beetles tracks the sequential rise of angiosperms and mammals. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 281(1791): 20141470. <https://doi.org/10.1098/rspb.2014.1470>
- Alayón-Gamboa JA, Ortiz-Colín P, Albores-Moreno S (2022) Guía de árboles y arbustos de uso múltiple para la ganadería de Campeche. 1ra Edición. El Colegio de la Frontera Sur. México. Campeche. México. 81p.
- Arellano L, León-Cortés JL, Ovaskainen O (2008). Patterns of abundance and movement in relation to landscape structure: A study of a common scarab (*Canthon cyanellus cyanellus*) in Southern Mexico. *Landscape Ecology* 23(1): 69-78. <https://doi.org/10.1007/s10980-007-9165-8>
- Chamé-Vázquez ER, Sánchez-Hernández G, Bautista E (2020) Presence of *Dichotomius* (*dichotomius*) *centralis* (Harold) in México and a new state record for *Dichotomius amplicollis* (Harold) (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *The Coleopterists Bulletin* 74(2): 384. <https://doi.org/10.1649/0010-065X-74.2.384>
- CONANP (2019) Programa de Manejo Área de Protección de Recursos Naturales, Zona de Protección Forestal en los terrenos que se encuentran en los municipios de La Concordia, Ángel Albino Corzo, Villa Flores y Jiquipilas, Chiapas. Primera Edición. Ciudad de México, México. 240p
- Cook J (2002) A revision of the neotropical genus *Cryptocanthon* Balthasar (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *The Coleopterists Bulletin* 56: 3-96. [https://doi.org/10.1649/0010-065X\(2002\)56 \[3:AROTNG\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1649/0010-065X(2002)56[3:AROTNG]2.0.CO;2)
- Darling JDG, Génier F (2018) Revision of the taxonomy and distribution of the Neotropical *Copris incertus* species complex (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *The Canadian Entomologist* 150(5): 539-577. <https://doi.org/10.4039/tce.2018.32>
- Delgado L, Kohlmann B (2007) Revisión de las especies del género *Uroxys* westwood de México y Guatemala (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Folia Entomológica Mexicana* 46(1): 1-36.
- Edmonds WD, Zidek J (2010) A taxonomic review of the neotropical genus *Coprophanaeus* Olsoufieff, 1924 (Coleoptera: Scarabaeidae, Scarabaeinae). *Insecta Mundi* 1(9): 1-111.
- Edmonds WD, Zídek 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* 02(74): 1-108.
- Ferguson BG (2015) Experiencias de ganadería holística en Chiapas. *Ecofronteras* 19(54): 18-20.
- Ferrer GJ, Pinto LS, Luna EP, Vera JCK, Burgos AA, López GV, Gamboa AA (2015) Ganadería y cambio climático: Avances y retos de la mitigación y la adaptación en la frontera sur de México. *Sociedades rurales, Producción y Medio Ambiente* 15(30): 51-70.
- García E (2004) Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen: Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. UNAM. México. 97p.
- Génier F (2012) A new species and notes on the subgenus *Deltochilum* (*Deltochilum*) *Eschscholtz*, 1822 (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae: Deltochilini). *Zootaxa* 3357(1): 25-36. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3357.1.2>
- Génier F, Kohlmann B (2003) Revision of the Neotropical dung beetle genera *Scatimus* Erichson and *Scatrichus* gen. Nov. (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Fabreries* 28(2): 57-111.

- Gil-Vázquez ZA, Iturbe O, Serrano R, Vega T, Bonifaz MdelR, Rodas J, Avalos-Rodríguez I, Jiménez-Trujillo J (2022) Lineamientos para la promoción de la Ganadería Sustentable en el estado de Chiapas. 1ra Edición. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 60p.
- Gómez B, Jones RW (2002) Manual de métodos de colecta, preservación y conservación de insectos. 1ra Edición. El colegio de la Frontera Sur. Chiapas, México. 35p.
- Gómez B, del Val de Gortari E, Jones RW (2023) Mexican Insects in the Anthropocene. In: Jones RW, Ornelas-García R, Pineda-López, F Álvarez (eds). Mexican fauna in the anthropocene. Springer. pp. 47-67P. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-17277-9>
- Gómez-Beltrán DA, Villar-Argaiz D (2022) Efectos colaterales del uso de la ivermectina en ganadería: Comunidad de las boñigas en Colombia. CES Medicina Veterinaria y Zootecnia 17(1): 58-77. <https://doi.org/10.21615/cesmvz.6591>
- Gómez-Castro H, Tewolde A, Nahed J (2002) Análisis de los sistemas ganaderos de doble propósito en el centro de Chiapas, México. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal 10(17): 5-183.
- Gómez-Méndez AC, Sánchez-Hernández G, Gómez B, González-Martín del Campo F (2023) Habitat type affects the structure but not the composition of dung beetle (Coleoptera: Scarabaeinae) assemblages in a tropical deciduous forest of southeastern Mexico. The Canadian Entomologist 155: e25. <https://doi.org/10.4039/tce.2023.12>
- Howden HF, Génier F (2004) Seven new species of Onthophagus Latreille from Mexico and the United States (Coleoptera: Scarabaeidae, Scarabaeinae). Fabreries 29(1): 53-76.
- Hsieh TC, Ma KH, Chao A (2025). INEXT: iNterpolation and EXTrapolation for species diversity (Versión 3.0.2) [Software]. <http://chao.stat.nthu.edu.tw/wordpress/software-download/>. consulta: 9 de agosto de 2024
- INECOL, FMCN (2022) Guía de escarabajos estercoleros de Chiapas y el centro-sur de Veracruz. FMCN-Agencia Francesa de Desarrollo, México. 36p.
- Kupfer JA (2012) Landscape ecology and biogeography: Rethinking landscape metrics in a post-FRAGSTATS landscape. Progress in Physical Geography: Earth and Environment 36(3): 400-420. <https://doi.org/10.1177/030913312439594>
- López-Vigoa O, Sánchez-Santana T, Iglesias-Gómez JM, Lamela-López L, Soca-Pérez M (2017) Los sistemas silvopastoriles como alternativa para la producción animal sostenible en el contexto actual de la ganadería tropical. Pastos y Forrajes 40(2): 83-95.
- Lumaret JP, Martínez MI (2005) El impacto de productos veterinarios sobre insectos coprófagos: Consecuencias sobre la degradación del estíercol en pastizales. Acta Zoológica Mexicana 21(3): 137-148. <https://doi.org/10.21829/azm.2005.2131977>
- Lumaret JP, Errouissi F, Floate K, Rombke J, Wardhaugh K (2012) A review on the toxicity and non-target effects of macrocyclic lactones in terrestrial and aquatic environments. Current Pharmaceutical Biotechnology 13(6): 1004-1060. <https://doi.org/10.2174/138920112800399257>
- Lumaret JP, Kadiri N, Martínez MI (2022) The global decline of dung beetles. In: DellaSala DA, Michael I (eds) GoldsteinThe encyclopedia of conservation: International system for agricultural science and technology. Elsevier. pp. 553-562. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821139-7.00018-0>
- Martínez I, Cruz M (2009) El uso de químicos veterinarios y agrícolas en la zona ganadera de Xico, centro de Veracruz, México y el posible impacto ambiental. Acta Zoológica Mexicana 25(3): 673-681. <https://doi.org/10.21829/azm.2009.253672>
- Matthews E (1961) A revision of the genus *Copris* of the western hemisphere (Coleoptera, scarabaeidae). Entomología Americana 41: 1-139.
- Molina GZ, Albaran AJ (2013) Análisis multitemporal y de la estructura horizontal de la cobertura de la tierra: Parque Nacional Yacambú, estado Lara, Venezuela. Revista Colombiana de Geografía 22(1): 25-40. <https://doi.org/10.15446/rcdg.v22n1.36305>

- Mora-Aguilar EF, Arriaga-Jiménez A, Correa CMA, da Silva PG, Korasaki V, López-Bedoya PA, Hernández, MIM, Pablo-Cea JD, Salomão RP, Valencia G, Vulinec K, Edwards FA, Edwards DP, Halffter G, Noriega JA (2023) Toward a standardized methodology for sampling dung beetles (Coleoptera: Scarabaeinae) in the Neotropics: A critical review. *Frontiers in Ecology and Evolution* 11: 1-16. 1096208. <https://doi.org/10.3389/fevo.2023.1096208>
- Nahed J, Grande D, Aguilar JR, Sánchez B (2016) Possibilities for converting conventional cattle production to the organic model in the Grijalva River Basin, Mexico. *Cogent Food & Agriculture* 2(1): 1-15. <https://doi.org/10.1080/23311932.2016.1153767>
- Nahed-Toral J, Sanchez-Muñoz B, Mena Y, Ruiz-Rojas J, Aguilar-Jimenez R, Castel JMa, de Asis Ruiz F, Orantes-Zebadua M, Manzur-Cruz A, Cruz-Lopez J, Delgadillo-Puga C (2013) Feasibility of converting agrosilvopastoral systems of dairy cattle to the organic production model in southeastern Mexico. *Journal of Cleaner Production* 43: 136-145. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.12.019>
- Noriega J, Fagua G (2009) Monitoreo de escarabajos coprófagos (coleóptera: Scarabaeidae) en la región neotropical. En: Acosta A, Fagua G, Zapata AM (eds) Manual para el monitoreo en ecosistemas acuáticos y artrópodos terrestres. Editorial Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia. pp: 165-188.
- Osman RW (2015) The intermediate disturbance hypothesis. In: Fath B (ed) *Encyclopedia of Ecology*. Elsevier. pp. 441-450. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.09480-X>
- Pateiro M, Munekata PES, Domínguez R, Lorenzo Rodríguez JM (2020) Ganadería extensiva frente al cambio climático en España. Revisión bibliográfica. *Informacion Tecnica Economica Agraria* 116(5): 444-460. <https://doi.org/10.12706/itea.2020.024>
- Pérez-Cogollo LC, Rodríguez-Vivas RI, Basto-Estrella Gdels, Reyes-Novelo E, Martínez-Morales I, Ojeda-Chi MM, Favila ME (2018) Toxicidad y efectos adversos de las lactonas macrocíclicas sobre los escarabajos esterceroleros: Una revisión. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 89(4): 1239-1314. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2018.4.2508>
- Pinto-Ruiz R, Hernández D, Gómez H, Cobos M, Quiroga R, Pezo D (2010) Árboles forrajeros de tres regiones ganaderas de Chiapas, México: Usos y características nutricionales. *Universidad y Ciencia* 26(1): 19-31.
- R Core Team (2024) R: Un lenguaje y entorno para la computación estadística (Versión 4.4.2) [Software]. Fundación R para Computación Estadística. <https://www.R-project.org/>. Fecha de consulta: 2 de febrero de 2025.
- Rivera-Cervantes LE, Halffter G (1999) Monografía de las especies mexicanas de Canthon del subgenero Glaphyrocanthon (Coleoptera: Scarabaeidae:Scarabaeinae). *Acta Zoológica Mexicana* 77: 23-150.
- Rivera-Gasperín SL, Escobar-Hernández F, Halffter G (2022) Los Deltochilina (Coleoptera: Scarabaeinae), un grupo indicador biogeográfico en el sureste de México. *Acta Zoológica Mexicana* 38: 1-13. <https://doi.org/10.21829/azm.2022.3812457>
- Rodríguez-López ME, Sánchez-Hernández G, Gómez B (2019) Escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) en la reserva El Zapotal, Chiapas, México. *Revista Peruana de Biología* 26(3): 339-350. <https://doi.org/10.15381/rpb.v26i3.16778>
- Rodríguez-Moreno OG, Nahed-Toral J, Guevara-Hernández F, Alayón-Gamboa JA, Grande-Cano D (2020) Historia y caracterización técnica y socioeconómica de la ganadería bovina en la costa de Chiapas, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 23(2): 1-13. <https://doi.org/10.56369/tsaes.3058>
- Rodríguez-Vivas R, Castillo-Chab C, Rosado-Aguilar J, Ojeda-Chi M (2014) Evaluación de la eficacia y persistencia de la moxidectina (10%) e ivermectina (3,15%) contra infecciones naturales de nematodos gastrointestinales en bovinos del trópico mexicano. *Archivos de Medicina Veterinaria* 46(1): 69-74. <https://doi.org/10.4067/S0301-732X2014000100010>

- Romero-López AR, Manzo-Ramos F, Gómez-García L (2015) Modelo de trabajo para el desarrollo de la ganadería de pequeña escala en México. En: Cavallotti B, Ramírez B, Cesín A, Ramírez J (eds) Estudios socioeconómicos y ambientales de la ganadería. Universidad Autónoma Chapingo. Estado de México. pp: 559-579.
- Ros, M., Medrano L, Sacristán D, Delgado-Baquerizo M, Sánchez-Rodríguez AR, Ochoa-Hueso R, Pascual JA (2024) Bioindicadores para el monitoreo de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos del suelo. Revista científica de la Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo 42(2): 226-235.
- Sánchez-Bayo F, Wyckhuys KAG (2019) Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. Biological Conservation 232: 8-27. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.01.020>
- Sánchez-Hernández G, Chamé-Vázquez ER, Gómez B (2019) Nuevos datos de distribución para escarabajos del estiércol (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) en México. Revista Chilena de Entomología 45(4): 515-519. <https://doi.org/10.35249/rche.45.4.19.02>
- Sánchez-Hernández G, Gómez B, Chamé-Vázquez ER, Dávila-Sánchez RA, Rodríguez-López ME, Delgado L (2020) Current status of dung beetles (Coleoptera, Scarabaeidae, Scarabaeinae) diversity and conservation in Natural Protected Areas in Chiapas (México). Neotropical Biology and Conservation 15(3): 219-244. <https://doi.org/10.3897/neotropical.15.e53762>
- Sánchez-Hernández G, Gómez B, Chamé-Vázquez ER, Navarrete-Heredia JL, González-Martín del Campo F (2022) Dung beetle diversity and community composition along a fragmented landscape in an altitudinal gradient in southeastern Mexico. Biología 77(4): 1027-1038. <https://doi.org/10.1007/s11756-022-01036-4>
- Sánchez-Hernández G, Gómez B, Rodríguez-López ME, Dávila-Sánchez RA, Chamé-Vázquez ER (2021) Variation in dung beetle (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) assemblages in a tropical forest remnant from a Mexican National Park. Papéis Avulsos de Zoología 61 e20216150: 1-9. <https://doi.org/10.11606/1807-0205/2021.61.50>
- Schoolmeesters P (2025) World Scarabaeidae Database. In: Bánki O, Roskov Y, Döring M, Ower G, Hernández-Robles DR, Plata-Corredor CA, Stjernegaard-Jeppeisen T, Örn, A, Pape T, Hobern D, Garnett G, Little H, DeWalt RE, Ma K, Miller J, Orrell T (eds) Catalogue of life (Working draft). Catalogue of life. Amsterdam, Netherlands. <https://doi.org/10.48580/dglq4-38g>
- Solís A, Kohlmann B (2002) El género Canthon (Coleoptera: Scarabaeidae) en Costa Rica. Giornale Italiano di Entomologia 10: 1-68.
- Solís Á, Kohlmann B (2022) Dichotomius woodruffi, a new Dichotomius species of the agenor group from Costa Rica and Nicaragua (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). Insecta Mundi 09(18): 1-12.
- Soto-Pinto L, Castillo-Santiago M, Jiménez-Ferrer G (2012) Agroforestry systems and local institutional development for preventing deforestation in Chiapas, Mexico. In: Moutinho P (ed) Deforestation around the world. InTech. pp: 333-350. <https://doi.org/10.5772/35172>
- Tonelli M (2021) Some considerations on the terminology applied to dung beetle functional groups. Ecological Entomology 46(4): 772-776. <https://doi.org/10.1111/een.13017>
- Villanueva G, Martínez P, Van der Wal H (2015) Árboles y arbustos en áreas ganaderas de Tabasco: Un recurso prometedor. Ecofronteras 19(54): 14-17.
- Wagner DL, Grames EM, Forister ML, Berenbaum MR, Stopak D (2021) Insect decline in the Anthropocene: Death by a thousand cuts. Proceedings of the National Academy of Sciences 118(2): e2023989118. <https://doi.org/10.1073/pnas.2023989118>