



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Católica de Loja

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

**Importancia de la caficultura en la conservación de la
biodiversidad y sus servicios ecosistémicos.**

Trabajo de integración curricular previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Autor: Rodríguez Masache, Patricio Ignacio

Director: Marín Armijos, Diego Stalin

LOJA

2024



Esta versión digital, ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NC-SA: Reconocimiento-No comercial-Compartir igual; la cual permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, mientras se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se permiten obras derivadas, siempre que mantenga la misma licencia al ser divulgada. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

2024

Aprobación del director del Trabajo de Integración Curricular

Loja, 15 de marzo de 2024

Doctor

Edwin Daniel Capa Mora

Director de la carrera de Agropecuaria

Ciudad. -

De mi consideración:

Me permito comunicar que, en calidad de director del presente Trabajo de Integración Curricular denominado: Importancia de la caficultura en la conservación de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, realizado por Patricio Ignacio Rodríguez Masache ha sido orientado y revisado durante su ejecución, así mismo ha sido verificado a través de la herramienta de similitud académica institucional, y cuenta con un porcentaje de coincidencia aceptable. Por ello, y por considerar que cumple con los parámetros establecidos por la Universidad, doy mi aprobación para continuar con el proceso académico correspondiente.

Particular que comunico para los fines pertinentes.

Atentamente,

Director: Diego Stalin Marín Armijos

C.I.:1103750558

Correo electrónico: dsmarin@utpl.edu.ec

Declaración de autoría y cesión de derechos

Yo, Patricio Ignacio Rodríguez Masache, declaro y acepto en forma expresa lo siguiente:

Ser autor (a) del Trabajo de Integración Curricular denominado: Importancia de la caficultura en la conservación de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, de la carrera de Agropecuaria, específicamente de los contenidos comprendidos en: Capítulo1: marco teórico, Capítulo: 2 materiales y métodos, Capítulo: 3 resultados, siendo Diego Stalin Marín Armijos, director del presente trabajo; también declaro que la presente investigación no vulnera derechos de terceros ni utiliza fraudulentamente obras preexistentes. Además, ratifico que las ideas, criterios, opiniones, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad. Eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones judiciales o administrativas, con relación a la propiedad intelectual de este trabajo.

Que la presente obra, producto de mis actividades académicas y de investigación, forma parte del patrimonio de la Universidad Técnica Particular de Loja, de conformidad con el artículo 20, literal j), de la Ley Orgánica de Educación Superior; y, artículo 91 del Estatuto Orgánico de la UTPL, que establece: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”, en tal virtud, cedo a favor de la Universidad Técnica Particular de Loja la titularidad de los derechos patrimoniales que me corresponden en calidad de autor/a, de forma incondicional, completa, exclusiva y por todo el tiempo de su vigencia.

La Universidad Técnica Particular de Loja puede ingresar el trabajo al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública, según el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

.....

Autor: Patricio Ignacio Rodríguez Masache

C.I.: 1106019142

Correo electrónico: pirodriguez2@utpl.edu.ec

Dedicatoria

Quiero dedicar esta tesis en primer lugar a Dios, mi fuente de fortaleza y guía en todo momento. Agradezco por su amor incondicional, por haberme dado la sabiduría y la perseverancia para completar este proyecto académico, sin tu bendición y cuidado constante, nada de esto hubiera sido posible.

A mis padres, quienes han sido mi inspiración y mi apoyo incondicional a lo largo de mi vida. Gracias por su amor inmenso, por su sacrificio y por creer en mí incluso cuando yo dudaba de mí mismo, su ejemplo de trabajo arduo y dedicación ha sido fundamental para mi desarrollo académico y personal.

A mis hermanos, quienes han estado a mi lado brindándome aliento y ánimo en cada etapa de este proceso, su cariño y apoyo incondicional me han dado la fuerza necesaria para superar los desafíos y perseverar hasta el final.

A mis docentes y profesores, quienes han compartido su conocimiento y experiencia conmigo. Agradezco su paciencia, orientación y dedicación para enseñarme y guiarme en mi camino académico, sus enseñanzas han dejado una huella duradera en mí y han contribuido significativamente a la realización de esta tesis.

Agradecimiento

En primer lugar, agradezco a mi director de tesis Diego Stalin Marín Armijos por su guía experta, apoyo constante y valiosos comentarios a lo largo de este proceso, gracias a su conocimiento y orientación fueron fundamentales para dar forma a esta investigación y llevarla a buen término.

Agradezco sinceramente a todos mis profesores y docentes que me brindaron una educación de calidad a lo largo de mi carrera, por su dedicación, paciencia y pasión por enseñar sentaron las bases para este trabajo y me inspiraron a ir más allá en mi búsqueda de conocimiento.

Mi gratitud también se extiende a mi familia y seres queridos, quienes me apoyaron incondicionalmente durante este arduo proceso, su amor, aliento y comprensión fueron un pilar fundamental en mi vida, brindándome la confianza y la motivación necesarias para perseverar.

Patricio Ignacio Rodríguez Masache

Índice de contenido

Carátula	I
Aprobación del director del Trabajo de Integración Curricular	II
Declaración de autoría y cesión de derechos	III
Dedicatoria	V
Agradecimiento.....	VI
Índice de contenido	VII
Índice de tablas	VII
Índice de figuras	VII
Resumen.....	1
Abstract	2
Introducción	3
Capítulo uno	6
Materiales y métodos.....	6
1.1 Área de estudio	6
1.2 Especie de estudio.....	8
1.3 Metodología.....	9
1.4 Análisis de datos.....	10
Resultados	11
Discusión	16
Conclusiones	19
Recomendaciones	20
Referencias	21

Índice de tablas

Tabla 1 Promedio y desviación estándar de la comunidad de coprófagos	11
Tabla 2 Contrinución de las especies (SIMPER)	15

Índice de figuras

Figura 1 Cerro Ahuaca Cariamanga	6
Figura 2 Pastizales.....	7
Figura 3 Cafetales	8
Figura 4 Abundacia y riqueza de la comunidad de escarabajos coprófagos presentes en el muestreo12
Figura 5 Estimación de la abundancia de diversas especies de escarabajos en diferentes hábitats	14

Resumen

El presente estudio proporciona una visión detallada de la distribución de escarabajos coprófagos en agroecosistemas cafetaleros en el sur de Ecuador, destacando la importancia de comprender las interacciones entre las especies y su adaptación a diferentes entornos. Además, se destaca la importancia económica y ambiental de la agricultura y señala los impactos negativos, especialmente la pérdida de biodiversidad. El Cantón Calvas, conocido por su producción de café (*Coffea arabica* L.) mediante la implementación de sistemas agroforestales, es una zona de mayor producción de café en la provincia de Loja. A fin de determinar la abundancia y diversidad de escarabajos coprófagos, se realizó un muestreo, utilizando trampas de caída con cebo, ubicadas en bosques, pastizales y cafetales donde se revelan la dominancia de *Canthidium* sp9, adaptándose a diferentes hábitats, y como la distribución varía, destacando la diversidad en pastizales, el estudio concluye resaltando la complejidad de las interacciones ecológicas y la necesidad de considerar la biodiversidad en la gestión de agroecosistemas cafetaleros.

Palabras clave: Escarabajo coprófago, café, agroforestería, usos del suelo.

Abstract

The present study provides a detailed view of the distribution of dung beetles in coffee agroecosystems in southern Ecuador, highlighting the importance of understanding the interactions between species and their adaptation to different environments. In addition, it highlights the economic and environmental importance of agriculture and points out the negative impacts, especially the loss of biodiversity. The Calvas Canton, known for its coffee production (*Coffea arabica* L.) through the implementation of agroforestry systems, is an area with the highest coffee production in the province of Loja. In order to determine the abundance and diversity of dung beetles, sampling was carried out using pitfall traps with bait, located in forests, grasslands and coffee plantations where the dominance of *Canthidium sp9* is revealed, adapting to different habitats, and how the distribution varies., highlighting the diversity in grasslands, the study concludes by highlighting the complexity of ecological interactions and the need to consider biodiversity in the management of coffee agroecosystems.

Keywords: Dung beetle, coffee, agroforestry, land uses.

Introducción

La producción agrícola es una de las actividades humanas de mayor importancia, debido a que contribuye económicamente a las poblaciones rurales que se dedican a estas actividades, brindándoles alimentos sanos y nutritivos (Bautista-Robles et al., 2020). Generan empleos y movimiento económico (Mogrovejo-Lazo & Cara bajo-Alvear, 2023). El aumento de la producción agrícola disminuye los precios de producción, ayudando a regular la inflación, contribuyendo a la disminución de la pobreza (Bula, s. f.). Ambientalmente la agricultura y la biodiversidad son responsables de varios procesos ecológicos indispensables, como la polinización, la regulación biótica la descomposición de la materia orgánica, el ciclado de nutrientes y demás procesos (Sarandón, 2020). Sin embargo, el uso de recursos para lograr dicha actividad ha provocado un cambio en la biodiversidad, producto de la agricultura y ganadería intensiva ya que ha afectado en un 25% de pérdida durante los últimos 50 años (Lanz et al., 2018) El avance del modelo agrícola convencional, también llamado agriculturización, tiene un impacto negativo en los ecosistemas naturales y la biodiversidad, esto se debe a dos acciones principales; la expansión de la agricultura sobre áreas naturales y la intensificación de las prácticas agrícolas para aumentar los rendimientos, lo cual conlleva la pérdida de los beneficios y servicios que brindan los ecosistemas (Baldini, 2020) La destrucción de hábitats y la sobreexplotación son las principales razones de la pérdida de la biodiversidad, en especial por la expansión de la frontera agrícola (Holmes, 2021). Los Andes del sur de Ecuador han experimentado un impacto significativo debido a la alteración causada por la actividad humana, principalmente a través de la expansión de la agricultura y la ganadería en la región (Tapia-Armijos et al., 2015).Segun Almond et al (2020) el 72% de las especies en el mundo son amezadas por las presiones del sistema alimentario y del uso del suelo y los océanos. En donde los los insectos y los organismos del suelo, se encuentran en peligro de extinción, a causa del uso excesivo de productos químicos contaminantes aplicados en la agricultura, los cuales exterminan a especies deseadas (Carrión-Paladines et al., 2021) Las especies mayormente afectadas son las abejas, las hormigas y los escarabajos(de Queiroz et al., 2020).

Frente a esta problemática se plantea que un entorno rural con diversidad de paisajes, así como un agroecosistema variado, ofrecerá una mayor variedad y combinación de servicios ecosistémicos en comparación con paisajes y agroecosistemas que son altamente simplificados (Andrade, 2017).

Urgiles-Gómez et al (2023) Mencionan que la producción de café es una actividad agrícola importancia en varios lugares del mundo, especialmente en los países tropicales, ya que influye a la economía de estos países, debido a que desempeña un papel fundamental en la conservación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, en Ecuador, específicamente la especie *Coffea arábica*, que tiene lugar en 23 de las 24 provincias del país, lo cual confirma su relevancia como un sector económico significativo en este país.

En donde los Andes de sur del Ecuador han sido ampliamente elogiados por su habilidad para albergar una notable variedad de vida biológica y una significativa cantidad de especies endémicas, tanto en su flora como en su fauna (Székely et al., 2020) En el sur del país, los sistemas de producción de café no se basan en grandes plantaciones de monocultivo, por el contrario, se caracterizan por ser implementados utilizando principios de agroforestería, esto implica la combinación de diversos tipos de árboles junto con los cafetos, creando así un sistema mixto (De Beenhouwer et al., 2013) Esta situación tiene un impacto positivo en la diversidad de especies que se ven beneficiadas por la presencia de diversos estratos y tipos de vegetación en el área (Negawo & Beyene, 2017) Además, la caficultura ha adquirido importancia a nivel regional debido a la alta calidad de los productos provenientes de las provincias de Loja y Zamora Chinchipe, como resultado, en la última década, varios premios locales y regionales se han otorgado a los productores de café de estas provincias en reconocimiento a su calidad excepcional (Ordóñez-Delgado et al., 2022)

El cantón Calvas ha experimentado un crecimiento sostenible en Ecuador, gracias a la producción de café que se ha convertido en un componente fundamental en su desarrollo. En donde el café ocupa el segundo lugar en términos de comercialización a nivel global, después del petróleo (cita) Siendo una de las mejores opciones para producción para los agricultores de esta zona. En esta región, uno de los sistemas productivos destacados es la

producción de café, el cual se basa en el uso de la agroforestería como su enfoque principal, garantizando así un manejo respetuoso con el entorno en el que se lleva a cabo, sin embargo, es importante destacar que este sistema ha sido poco investigado en cuanto biodiversidad podría albergar y que servicios ecosistémicos podría ofrecer (Armijos & Ordóñez-Delgado, 2022).

Dentro de la biodiversidad, los escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) son considerados como indicadores del grado de alteración de los hábitats debido a la actividad humana. Esto se debe a que la fragmentación de bosques genera cambios en la diversidad de especies en distintos escenarios ecológicos y biogeográficos (Barba-Alvarado et al., 2023) La diversidad de especies de escarabajos coprófagos puede ser un indicador de la salud y estabilidad de los ecosistemas ²³, y algunos estudios sugieren que juegan un papel importante en la regulación de plagas agrícolas.

Creemos que los cultivos de café situados en zonas donde se asocian otras especies vegetales y tienen suelos más adecuados para la agricultura, presentan una mayor diversidad de animales y plantas, tanto vertebrados como invertebrados y hongos. Además, estos agroecosistemas diversos establecerán un vínculo entre los fragmentos de bosque y propiciarán una mejora en los servicios ecológicos del ecosistema.

Para lo cual nos hemos planteado el siguiente objetivo: Evaluar el efecto del uso del suelo cultivos de café, pastizal y bosque sobre la diversidad taxómica de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) en la región sur del Ecuador.

Capítulo uno

Materiales y métodos

1.1 Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en el sur de Ecuador, específicamente en el cantón Calvas, provincia de Loja. La zona de estudio presenta un clima templado y seco, con temperaturas que oscilan entre los 8 y 22 °C (GAD del Cantón Calvas, 2017). Las precipitaciones son irregulares y fuertes con valores anuales de precipitación registrados en la Estación Cariamanga, de 1543,63 mm al año (INAMHI, 2011).

Los suelos son de tipo inceptisoles formados por materiales líticos de naturaleza volcánica y sedimentaria (GAD Municipal de Calvas, 2015-2019). Tiene una cobertura vegetal a la totalidad natural que se encuentra en la superficie terrestre, incluyendo una diversidad de biomásas con diversas características ambientales y fisonómicas, que abarcan desde pastizales hasta bosques naturales (MAG, 2018).

El estudio se realizó en tres diferentes usos del suelo:

Bosque

Figura 1

Cerro Ahuaca Cariamanga



El Cerro Ahuaca se ubica en la ciudad de Cariamanga en la provincia de Loja, al sur de Ecuador. Es una montaña reconocida por su riqueza en flora y fauna. Su altitud máxima es de 2403 m s.n.m, donde se albergan diversos ecosistemas que sustentan una amplia

variedad de especies nativas como el Helecho Marranero (*Pteridium arachnoideum*), calaguala (*Niphidium albopunctatissimum*) y especies introducidas como el cedro (*Cedrela spp.*), pino (*Pinus spp*), eucalipto (*Eucalyptus spp*) (Martínez et al.,2018). Estas especies vegetales contribuyen a la belleza y diversidad de los paisajes naturales que se encuentran en la montaña. La fauna de este lugar se destaca por ser el hábitat de diferentes animales, entre ellos puma (*Puma concolor*), venado (*Mazama spp.*) y tapir (*Tapirus spp*), así como otros mamíferos autóctonos. Así mismo, se pueden avistar diversas especies de aves, como el majestuoso cóndor andino (*Vultur gryphus*), águila (*Aquila chrysaetos*), búho (*Strigiformes*) y otras aves características de la región.

Pastizal

Ubicado en el barrio "San Pedro Mártir", con una altitud de 1798 m s.n.m se encuentra una diversa mezcla de razas de ganado, entre ellas Giro landó, Holstein y Brown Swiss (*Bos taurus*), sumando un total de 87 ejemplares. El pasto predominante en esta área es la variante chilena (*Eragrostis curvula*).

Figura 2

Pastizales



Cafetal

Ubicado en el barrio "La Chirimoya" con una altitud 1726.4 m s.n.m. Se encuentra asociado a cultivos de guineos, plátanos y arbustos de sombra, crean un microclima propicio para su desarrollo óptimo. Las variedades de café cultivadas son Nestlé 1, Carter y Borbón Rojo.

Figura 3

Cafetales



1.2 Especies de estudio

Los escarabajos coprófagos son un grupo de insectos que se alimentan principalmente de excrementos, tanto de mamíferos como de aves, juegan un papel importante en los ecosistemas al descomponer los residuos animales y reciclar nutrientes, desempeñan un papel importante en la descomposición de excrementos (Nichols et al., 2008). Así como mejora la fertilidad del suelo y la estructura del ecosistema, su presencia y actividad contribuyen a los ciclos de nutrientes y al funcionamiento general de los ecosistemas donde se encuentran (Martínez et al, 2009).

Los escarabajos coprófagos pertenecen al orden Coleóptera, que es el orden más grande de insectos y que incluye a los escarabajos, estos escarabajos se encuentran en la familia Scarabaeidae, que es una de las familias más grandes y diversas de escarabajos se subdivide en varias subfamilias en donde existen aproximadamente 6500 especies distribuidas en 279 géneros (Schoolmeesters, 2019).

La biología de los escarabajos coprófagos puede variar según las especies, pero en general tienen un ciclo de vida típico de los escarabajos, comienzan como huevos, que son depositados por las hembras en los excrementos frescos. Las larvas emergen de los huevos y se alimentan de los excrementos, lo que les proporciona los nutrientes necesarios para su desarrollo, durante esta etapa larval, las larvas pueden pasar por varias etapas de crecimiento o instares antes de pasar a la etapa de pupa que es una etapa de transformación en la que

el escarabajo se desarrolla dentro de una cápsula protectora llamada pupa, finalmente, emerge como un escarabajo adulto (Uribe & Quintero, 2022).

Los escarabajos coprófagos desempeñan un papel importante en la ecología de los ecosistemas donde se encuentran, su actividad de alimentación y reproducción contribuye a la descomposición de los excrementos, lo que ayuda a eliminar los residuos y reciclar nutrientes en el suelo. Al enterrar los excrementos, los escarabajos coprófagos también contribuyen a la fertilidad del suelo y ayudan a mejorar su estructura. Además, su actividad de excavación puede afectar la composición y la estructura de la vegetación en ciertos ecosistemas.

Algunos escarabajos coprófagos también se relacionan con microorganismos, como bacterias y hongos, que ayudan a la descomposición de los excrementos, pueden vivir en el tracto digestivo de los escarabajos y ayudarles a digerir y aprovechar los nutrientes presentes en los excrementos. desempeñan un papel importante en la descomposición de la materia orgánica y la fertilización del suelo., también son importantes para la dispersión de semillas, ya que algunos de ellos transportan pequeñas semillas en sus heces.

1.3 Metodología

En cada uso de suelo se realizaron tres transectos de 300 metros en cada parcela, con puntos de muestreo ubicados a 0 m, 150 m y 300 m. Para el muestreo, se utilizarán trampas de caída, las cuales consisten en tarrinas soperas enterradas al nivel del suelo y cebadas con heces de cerdo. Cada punto de muestreo consta de dos trampas, y cada trampa contiene una cuchara plástica con 30 g de heces de cerdo como cebo. Estas trampas estuvieron activas durante un máximo de 48 horas.(Gallina, 2015).

Los especímenes recolectados se colocaron en fundas plásticas con alcohol al 90 % y se trasladaron al Museo de Zoología de la UTPL, para identificarlos con claves taxonómicas (Chamorro., et al 2020) y revisar muestras de referencia en la Colección de Invertebrados Sur del Ecuador CISEC-MUTPL.

1.4 Análisis de datos

Para evaluar riqueza utilizamos estimadores no paramétricos Chao 1 y ACE, herramientas para evaluar la riqueza de especies en comunidades biológicas, especialmente cuando no se han observado todas las presentes, Chao 1 se centra en la abundancia de especies raras, estimando el número total, mientras que ACE ajusta la abundancia según su frecuencia de ocurrencia, buscan corregir la subestimación de la riqueza real por la presencia de especies poco comunes o no observadas.

Para evaluar si las comunidades de escarabajos se ordenan en función del uso del suelo se realizó un análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) sobre estos datos, y los resultados se representarían gráficamente para visualizar las relaciones entre las muestras en un espacio multidimensional reducido. Cada punto en el plot representaría una muestra, y la distancia entre los puntos reflejaría la similitud o diferencia entre las muestras en términos de la composición de especies.

El procedimiento SIMPER (Similarity Percentage Analysis), permite identificar las especies que más contribuyen a las diferencias observadas entre diferentes condiciones o hábitats.

Para diagnosticar los efectos del uso del suelo, tenemos: (Café, Bosque, Pastizal) sobre la composición de escarabajos coprófagos, se aplicó el Modelo Lineal Generalizado (GLM), que permite medir la incidencia del uso del suelo con la relación al número de escarabajos coprófagos encontrados en el muestreo.

Resultados

Dentro del estudio se capturo **368** escarabajos coprófagos, determinando que la especie *Canthidium sp9* lidera la lista con 233 individuos, seguido por *Scatimus mostrosus* con 42, *Onthophagus curvicornis* ocupa el tercer lugar con 30 individuos, mientras que *Aphodius sp1* y *Deltochilum sp1* tienen 7 y 5 individuos, respectivamente, *Onoreidium ohausi* comparte el quinto lugar con *Deltochilum sp1*, ambos con 5 individuos; las especies menos abundantes son *Canthon sp1* y *Onthophagus nabelecki*, ambas con 2 individuos, y *Canthidium sp8* con solo 1 individuo (Tabla 1).

Tabla 1

Promedio y desviación estándar de la comunidad de coprófagos

<i>Species</i>	COF5	FOR1	PAS2
<i>Aphodius sp1</i>	-	7	-
<i>Canthidium sp8</i>	-	1	-
<i>Canthidium sp9</i>	233	-	9
<i>Canthon sp1</i>	-	2	-
<i>Canthon sp4</i>	-	-	21
<i>Deltochilum sp1</i>	-	5	-
<i>Onoreidium ohausi</i>	-	5	-
<i>Onthophagus curvicornis</i>	-	7	30
<i>Onthophagus nabelecki</i>	1	1	-
<i>Onthophagus rubescens</i>	2	2	-
<i>Scatimus mostrosus</i>	-	42	-
Richness	6	6	5
Abudance	249	956	250
iChao-1	3,498	9,986	3
ACE	4	10,13	3

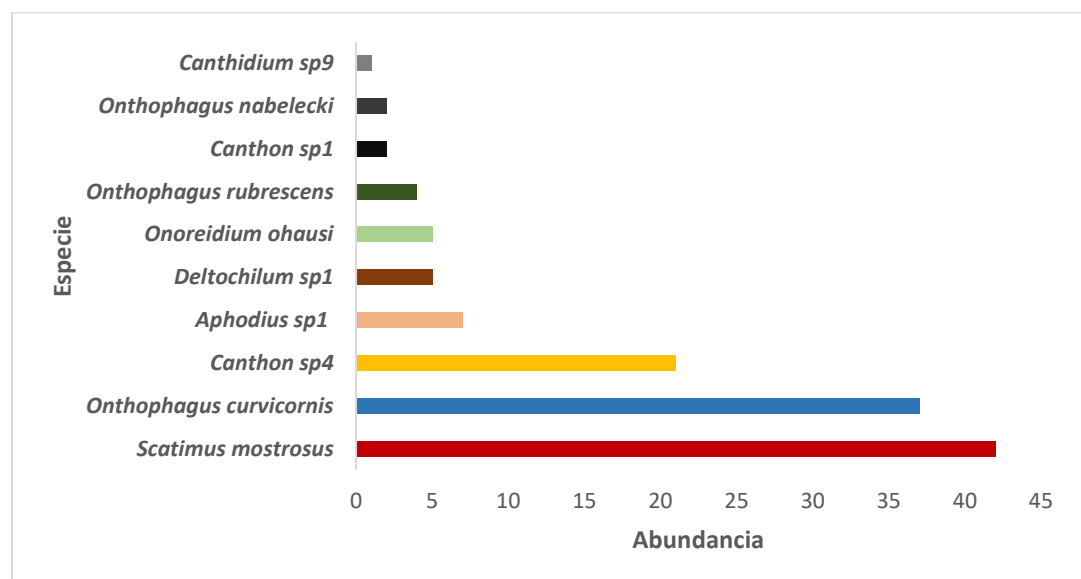
Estimación de la abundancia de diversas especies de escarabajos en diferentes hábitats, en el hábitat de café, *Onthophagus rubescens* y *Canthidium sp9* destacan como especies dominantes, mientras que, en el bosque, *Onthophagus curvicornis* y *Scatimus mostrosus* son prominentes. Por otro lado, el pastizal exhibe una mayor diversidad, con especies como *Canthon sp4*, *Canthon sp9* y *Deltochilum sp1* presentes en diferentes proporciones. Se observa variabilidad en la abundancia de especies entre diferentes plots,

incluso dentro del mismo hábitat, la abundancia de *Scatimus mostrosus*, varía de 1 a 10 en bosque, indicando la influencia de factores locales en la distribución de las especies, algunas están asociadas específicamente con ciertos hábitats, *Aphodius sp1* y *Onthophagus rubrescens* son más prevalentes en el café, mientras que *Canthon sp4* se encuentra principalmente en el pastizal. Chao 1 es un estimador de riqueza que se encuentra en la zona.

La riqueza observada dentro de los 3 lugares es 3 en el caso del café es de 3.5 a 4, lo cual significa que se encuentra dentro de los parámetros correctos, en el bosque se observó 9 que está dentro de estos parámetros y en los pastos es 3 de 3, en este análisis toda la fauna cumple con los estimadores, es por ello por lo que se termina que el muestreo se realizó de forma correcta.

Figura 4

Abundancia y riqueza de la comunidad de escarabajos coprófagos presentes en el muestreo



De acuerdo con el NMDS, se encontraron que las comunidades de escarabajos se diferencian en relación con el uso del suelo, a través de SIMPER se determinó que *Canthidium sp9* destaca como la especie más influyente, contribuyendo notablemente en CAFÉ - BOSQUE (59.85%) y CAFÉ - PASTIZAL (42.28%). Esto sugiere una adaptabilidad distintiva de la especie a diferentes entornos. Por otro lado, *Scatimus mostrosus* muestra una

preferencia marcada por BOSQUE PASTIZAL, con una contribución del 35.72%, destacando su papel específico en este tipo de hábitat.

Canthon sp4, indica una especialización única, siendo prácticamente ausente en otros usos del suelo, pero contribuyendo significativamente con un 21.97% en BOSQUE PASTIZAL. *Onthophagus curvicornis*, en contraste, demuestra una distribución más generalizada, con contribuciones destacadas en PASTIZAL (17.02%) y BOSQUE (18.75%).

La variabilidad en las contribuciones totales entre las especies y los usos del suelo sugiere una compleja red de interacciones ecológicas, especies como *Canthidium sp9* y *Scatimus mostrosus* muestran adaptaciones notables a entornos específicos, en análisis resalta la importancia de comprender las interacciones entre las especies y su papel en diferentes hábitats.

Tabla 2

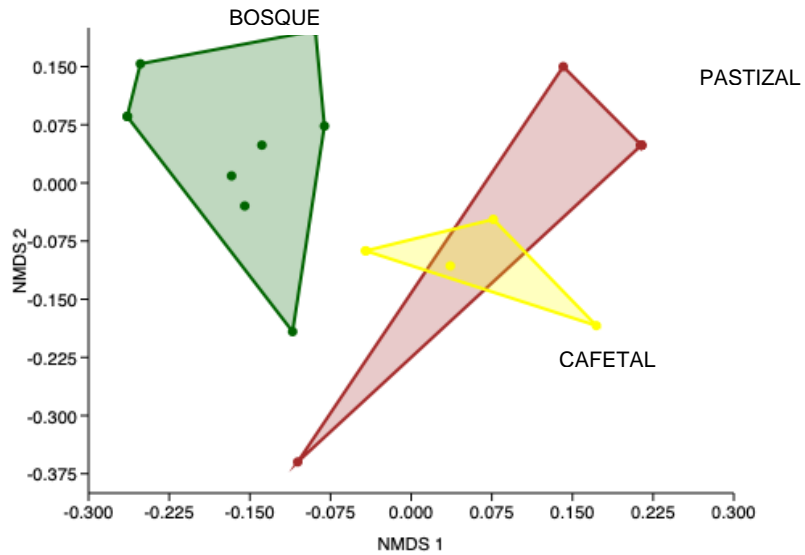
Contribución de las especies (SIMPER)

Especie	Usos			Contribución total (%)
	CAFÉ – BOSQUE	CAFÉ - PASTIZAL	BOSQUE PASTIZAL	
	Contribución (%)			
<i>Aphodius sp1</i>	3,15	0,00	4,87	2,67
<i>Canthon sp1</i>	1,55	0,00	2,77	1,44
<i>Canthon sp4</i>	0,00	15,81	21,97	12,59
<i>Canthidium sp8</i>	0,54	0,00	0,88	0,47
<i>Canthidium sp9</i>	59,85	62,68	4,31	42,28
<i>Deltochilum sp1</i>	2,50	0,00	4,04	2,18
<i>Onthophagus curvicornis</i>	3,73	17,02	18,75	13,17
<i>Onthophagus nabelecki</i>	0,75	0,15	1,07	0,65
<i>Onthophagus rubrescens</i>	3,29	4,35	1,39	3,01
<i>Onoreidium ohausi</i>	2,63	0,00	4,24	2,29
<i>Scatimus mostrosus</i>	22,01	0,00	35,72	19,24

En la (Tabla 2), del análisis multivariado SIMPER; se determina que, de todas las especies analizadas en el presente estudio, es la especie *Canthidium sp9* con el 42,28% la que más contribuye; mientras que del resto de especies analizadas se encuentran: *Canthidium sp8* y *Onthophagus nabelecki*, se obtuvieron valores muy reducidos o poco representativos.

Figura 5

Estimación de la abundancia de diversas especies de escarabajos en diferentes hábitats



De la información de campo obtenida, se realizó la ordenación NMDS, que resultó en que las comunidades de pastizales y cafetales se agrupan según el tipo y uso del suelo (figura 5).

Del análisis realizado, se puede deducir que la comunidad de escarabajos coprófagos fue significativamente diferente entre los tres usos del suelo.

Tabla 3

Modelo lineal generalizado

Variable de respuesta	Variable explicatoria	Error Estándar	Z-valor	P-valor
Abundancia	Usos del suelo			
	(Intercept)	0.118	8.976	p<0.001
	Café	0.135	16.406	p<0.001
	Pastizal	0.175	5.475	p<0.001
Chi test:				
Usos				p<0.001
Abundancia	Especies			
	(Intercept)	0.378	5.148	p<0.001
	Canthidium_sp8	1.069	-1.820	0.069
	Canthidium_sp9	0.383	3.817	p<0.001
	Canthon_sp1	0.802	-1.562	0.118
	Canthon_sp4	0.436	0.000	1.000
	Deltochilum_sp1	0.586	-2.942	0.003
	Onoreidium_ohausi	0.586	-2.451	0.014
	Onthophagus_curvicornis	0.412	-1.291	0.197
	Onthophagus_nabelecki	0.802	-2.427	0.015
	Onthophagus_rubrescens	0.627	-1.999	0.046
	Scatimus_mostrosus	0.408	-0.705	0.481
	Chi test:			
	Especies			p<0.001

Como consta en la (Tabla 3), en suelos con cultivos de café predomina la abundancia de los escarabajos coprófagos; mientras que en los cultivos de pastos la abundancia es significativamente menor.

Referente a las especies, se puede evidenciar que, si existen diferencias significativas sobre la comunidad de escarabajos coprófagos, cuya diferencia en algunas especies es menor a 0005 como son: *Canthidium_sp9*, *Canthon_sp4*, *Onthophagus_curvicornis* y *Scatimus_mostrosus*

Discusiones

Los análisis estadísticos de la presente investigación se realizaron mediante el programa Past que es una herramienta que permite realizar diversas funciones como análisis de datos, representación gráfica, manipulación y descripción de datos, así como análisis estadísticos como inferenciales, multivariados y especializados para ecología y arqueología (Manfredo, 2014).

En este estudio, se estimó la abundancia de diversas especies de escarabajos en diferentes hábitats, destacando patrones interesantes que ofrecen una visión valiosa de la ecología de estos insectos. *Canthidium sp9* emerge como una especie dominante, especialmente en entornos de café y pastizal, lo que indica una notable adaptabilidad a diversos hábitats.

Noriega et al., (2007) en su estudio menciona que, en un bosque de galería, en los Llanos Orientales Meta-Colombia, se estudiaron los escarabajos coprófagos asociados a tres secciones dentro del bosque que presentaban diferentes tiempos de alteración: 50, 5 y 1 año, provocados por procesos de entresacado de árboles maderables. En cada sección del bosque, con trampas de caída, se calculó la riqueza, abundancia y diversidad en julio (época de lluvias). Se capturaron un total de 2358 individuos pertenecientes a 22 especies, la especie dominante durante el muestreo fue *Canthidium cupreum*, para las tres secciones, del total de especies, el 27,3% son específicas para una sección en particular, el 40,9% se encuentran en dos de las tres secciones y el 31,8% son generalistas, el índice de Brillouin, mostró que la sección del bosque con 5 años de alteración, posee la mayor diversidad, con un total de 1233 individuos y 16 especies, seguido por la sección del bosque con 1 año, con 607 individuos y 14 especies y finalmente la sección del bosque con 50 años, con 518 individuos y 15 especies.

Estos resultados indican que no existe una relación proporcional, entre la conservación de un bosque y la diversidad de coprófagos, y menciona una correlación positiva entre áreas intervenidas y altos índices de diversidad, la actividad selectiva de entresacado de árboles maderables está contribuyendo en este ecosistema a la conservación

de poblaciones de escarabajos, manteniendo procesos funcionales para este tipo de bosques.

Según Barba-Alvarado et al (2023) en su estudio tiene objetivo de determinar la diversidad de escarabajos estercoleros en sistemas de producción de bovinos de leche doble propósito, específicamente en pastoreo rotacional y sistema silvopastoril, se utilizó trampas de caída en dos transectos en cada área de muestreo, registrando tres especies de escarabajos estercoleros, *Canthon septemmaculatus*, *Copris lugubris* y *Dichotomius agenor*. *C. septemmaculatus* fue la especie dominante, y la mayor diversidad se encontró en áreas cercanas a sistemas silvopastoriles, estos hallazgos representan los primeros registros asociados a sistemas de producción ganadera en Panamá.

La diversidad de mamíferos, la abundancia de estiércol y la riqueza de hábitats en el agroecosistema contribuyen a la funcionalidad de los escarabajos, estos resultados tienen implicaciones importantes para el manejo sustentable de la Estación Experimental y destacan la influencia positiva de los sistemas silvopastoriles en la diversidad de escarabajos estercoleros en el contexto de la producción ganadera.

La diversidad en el pastizal sugiere que este hábitat podría servir como un refugio para diversas especies de escarabajos, sin embargo, algunos muestran una ausencia notable de ciertas especies, lo que destaca la heterogeneidad en la distribución de escarabajos en diferentes hábitats y áreas específicas.

La adaptabilidad de *Canthidium sp9* a diferentes entornos sugiere estrategias de supervivencia versátiles, la preferencia de *Scatimus mostrosus* por bosque-pastizal destaca la especificidad de ciertas especies a hábitats particulares, La variabilidad en la abundancia, como se observa en la cantidad de *Scatimus mostrosus* varía notablemente, podría atribuirse a factores locales, como la disponibilidad de recursos alimenticios o la presencia de competidores. Cobos Hernández (2018) menciona que la variabilidad en la diversidad entre las zonas de vida se atribuyó principalmente a las características específicas de altitud y temperatura en cada área, la riqueza de especies alcanzó un 96.66% de las especies conocidas en la región de Norte de Santander, destacando el bosque húmedo premontano

como la zona más rica, seguido por el bosque seco y el bosque húmedo montano bajo. En diversidad, el bosque húmedo premontano destacó con 4.97 especies efectivas, 0,16 veces más diverso que el bosque seco y 1,83 veces más diverso que el bosque húmedo montano bajo.

Conclusiones

En conclusión, el estudio sobre la abundancia y distribución de escarabajos coprófagos en agroecosistemas cafetaleros del sur de Ecuador revela patrones significativos en la composición de especies en diferentes usos del suelo. *Canthidium sp9* destaca como una especie dominante, mostrando adaptabilidad a diversos entornos, especialmente en áreas de café y bosque, *Scatimus mostrosus* muestra preferencia por el bosque-pastizal, mientras que *Canthon sp4* exhibe especialización en este último. La variabilidad en las contribuciones sugiere complejas interacciones ecológicas. *Aphodius sp1* y *Onthophagus rubrescens* son prevalentes en el café, y *Canthon sp4* se encuentra principalmente en el pastizal. Aunque el pastizal muestra mayor diversidad, la heterogeneidad en la distribución destaca la importancia de comprender las interacciones entre las especies y su papel en diferentes hábitats. Además, el análisis de riqueza revela que el muestreo se realizó de manera adecuada, cumpliendo con los estimadores establecidos. En conjunto, estos hallazgos destacan la complejidad y la importancia de considerar la biodiversidad al gestionar agroecosistemas cafetaleros para promover la sostenibilidad y la conservación de la fauna local.

Recomendaciones

Se recomienda implementar prácticas agrícolas sostenibles y amigables con la biodiversidad en los agroecosistemas cafetaleros, ya que ciertas especies de escarabajos coprófagos muestran preferencias específicas por diferentes hábitats, se sugiere fomentar sistemas agroforestales y prácticas de agroecología que promuevan la diversidad vegetal y la preservación de áreas boscosas cercanas, y también favorecerán la preservación de servicios ecosistémicos esenciales, como la polinización y la regulación de plagas.

Se sugiere llevar a cabo monitoreos continuos de la diversidad biológica en agroecosistemas para evaluar el impacto a largo plazo de las prácticas agrícolas y realizar ajustes según sea necesario, esto contribuirá a desarrollar estrategias más efectivas para conservar la biodiversidad y garantizar la sostenibilidad de la producción cafetalera en la región, la integración de enfoques de agroecología y conservación de la biodiversidad puede ser clave para lograr un equilibrio entre la producción agrícola y la preservación del entorno natural.

Referencias

- Almond, R. E. A. (ed), Grooten, M. (ed), Juffe Bignoli, D. (ed), & Petersen, T. (ed). (2020). *Informe Planeta Vivo 2022: Hacia una sociedad con la naturaleza en positivo*.
<https://bvearmb.do/handle/123456789/3368>
- Andrade, F. (Ed.). (2017). *Los desafíos de la agricultura argentina: Satisfacer las futuras demandas y reducir el impacto ambiental*. Presidencia de la Nación, Ministerio de Agroindustria, INTA, Dirección Nacional Asistente de Información, Comunicación y Calidad.
- Armijos, D., & Ordóñez-Delgado, L. (2022). *Reserva El Cristal: Cafetales como refugio de vida silvestre en un área clave de biodiversidad*.
- Baldini, C. (2020). La diversidad del paisaje y su importancia en los agroecosistemas. En *Biodiversidad, agroecología y agricultura sustentable*. Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales.
<https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/126756>
- Barba-Alvarado, A., Jaén-Torrijos, M., & Vigil-Moreno, O. (2023). DIVERSIDAD DE ESCARABAJOS COPRÓFAGOS (Coleoptera: Scarabaeidae) EN UNA FINCA LECHERA. *Ciencia Agropecuaria*, 36, Article 36.
- Bautista-Robles, V., Ken Rodríguez, C. A., Keita, H., Bautista-Robles, V., Ken Rodríguez, C. A., & Keita, H. (2020). El papel de la agricultura en la seguridad alimentaria de las comunidades rurales de Quintana Roo: Un ciclo autosostenido. *Estudios sociales. Revista de alimentación contemporánea y desarrollo regional*, 30(56).
<https://doi.org/10.24836/es.v30i56.987>
- Bula, A. (s. f.). *Importancia de la Agricultura en el Desarrollo socioeconómico*.
- Carrión-Paladines, V., Fries, A., Muñoz, A., Castillo, E., García-Ruiz, R., & Marín-Armijos, D. (2021). Effects of Land-Use Change on the Community Structure of the Dung Beetle (Scarabaeinae) in an Altered Ecosystem in Southern Ecuador. *Insects*, 12(4), 306.
<https://doi.org/10.3390/insects12040306>

- Cobos Hernández, R. M. (2018). *Diversidad de escarabajos coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) y su relación con factores ambientales en tres zonas de vida en Norte de Santander, Colombia*.
<http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/handle/20.500.12744/706>
- De Beenhouwer, M., Aerts, R., & Honnay, O. (2013). A global meta-analysis of the biodiversity and ecosystem service benefits of coffee and cacao agroforestry. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 175, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.05.003>
- de Queiroz, A. C. M., Rabello, A. M., Braga, D. L., Santiago, G. S., Zurlo, L. F., Philpott, S. M., & Ribas, C. R. (2020). Cerrado vegetation types determine how land use impacts biodiversity. *Biodiversity and Conservation*, 29(6), 2017-2034. <https://doi.org/10.1007/s10531-017-1379-8>
- Gallina, S. (2015). *Manual de técnicas del estudio de la fauna*.
- Holmes, I. (2021). *Hacia una agricultura sostenible y resiliente en América Latina y el Caribe: Análisis de siete trayectorias de transformación exitosas*. FAO. <https://doi.org/10.4060/cb4415es>
- Lanz, B., Dietz, S., & Swanson, T. (2018). The Expansion of Modern Agriculture and Global Biodiversity Decline: An Integrated Assessment. *Ecological Economics*, 144, 260-277. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.07.018>
- Mogrovejo-Lazo, A. E., & Carabajo-Alvear, R. F. (2023). La importancia de la agricultura en la economía de la provincia de Azuay. *Sociedad & Tecnología*, 6(1), Article 1. <https://doi.org/10.51247/st.v6i1.329>
- Negawo, W. J., & Beyene, D. N. (2017). The Role of Coffee Based Agroforestry System in Tree Diversity Conservation in Eastern Uganda. *Journal of Landscape Ecology*, 10(2), 1-18. <https://doi.org/10.1515/jlecol-2017-0001>
- Noriega, J. A., Realpe, E., & González, G. F. (2007). DIVERSIDAD DE ESCARABAJOS COPRÓFAGOS (Coleoptera: Scarabaeidae) EN UN BOSQUE DE GALERÍA CON TRES ESTADIOS DE ALTERACIÓN. *Universitas Scientiarum*, 12, 51-63.

- Ordóñez-Delgado, L., Quevedo Riofrio, B., Chininin-Ramón, E., & Borja, J. (2022). *Sistemas Agroforestales de Café: El sistema productivo más amigable con las aves en los Andes del sur de Ecuador*.
- Sarandón, S. J. (2020). *Biodiversidad, agroecología y agricultura sustentable*. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP). <https://doi.org/10.35537/10915/109141>
- Székely, P., Eguiguren, J. S., Ordóñez-Delgado, L., Armijos-Ojeda, D., & Székely, D. (2020). Fifty years after: A taxonomic revision of the amphibian species from the Ecuadorian biodiversity hotspot Abra de Zamora, with description of two new *Pristimantis* species. *PLoS ONE*, 15(9), e0238306. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0238306>
- Tapia-Armijos, M. F., Homeier, J., Espinosa, C. I., Leuschner, C., & Cruz, M. de la. (2015). Deforestation and Forest Fragmentation in South Ecuador since the 1970s – Losing a Hotspot of Biodiversity. *PLOS ONE*, 10(9), e0133701. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0133701>
- Urgiles-Gómez, N., Loján, P., Ávila-Salem, M. E., Benavidez-Silva, C., Hurtado, L., Livisaca, F., Guaya, P., Villamagua, M., Poma, L., & Quichimbo, L. (2023). Microorganismos benéficos con potencial agrícola: Una alternativa sostenible para la producción de café y calidad del suelo. *CEDAMAZ*, 13(1), Article 1. <https://doi.org/10.54753/cedamaz.v13i1.1310>