



**UNL**

Universidad  
Nacional  
de Loja

## Universidad Nacional de Loja

**Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables**

**Carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente**

### **Comparación de la riqueza y la abundancia de escarabajos copronecrófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) en diversos tipos de cobertura vegetal en la parroquia Huertas, cantón Zaruma**

Trabajo de Titulación previo a la  
obtención del título de Ingeniera en  
Manejo y Conservación del Medio  
Ambiente

**AUTORA:**

Nataly Rocío Castro Aguilar

**DIRECTORA:**

Blga. Marina Mazón Morales, Ph.D

Loja - Ecuador

2022

## Certificación

Loja, 24 de agosto de 2022

Blga. Marina Mazón Morales, Ph.D.

### **DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

#### **CERTIFICO:**

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Titulación denominado: **“Comparación de la riqueza y la abundancia de escarabajos copronecrófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) en diversos tipos de cobertura vegetal en la parroquia Huertas, cantón Zaruma”**, previo a la obtención del título de **Ingeniera en Manejo y Conservación del Medio Ambiente**, de la autoría de la estudiante **Nataly Rocío Castro Aguilar**, con cédula de identidad **Nro.0750670010**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.

**MARINA** Firmado  
**MAZON** digitalmente por  
**MORALES** MARINA MAZON  
MORALES  
Fecha: 2022.08.24  
10:57:41 -05'00'

Blga. Marina Mazón Morales, Ph.D.

### **DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

## **Autoría**

Yo, **Nataly Rocío Castro Aguilar**, declaro ser autora del presente Trabajo de Titulación: **“Comparación de la riqueza y la abundancia de escarabajos copronecrófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) en diversos tipos de cobertura vegetal en la parroquia Huertas, cantón Zaruma”** y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Integración Curricular o de Titulación, en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

**Firma:** 

**Cédula de identidad:** 0750670010

**Fecha:** 22 de noviembre de 2022

**Correo electrónico:** nataly.castro@unl.edu.ec

**Teléfono:** 0986676782

**Carta de autorización por parte del autor, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Titulación.**

Yo, **Nataly Rocío Castro Aguilar**, declaro ser autora del Trabajo de Titulación denominado: **“Comparación de la riqueza y la abundancia de escarabajos copronecrófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) en diversos tipos de cobertura vegetal en la parroquia Huertas, cantón Zaruma”**, como requisito para optar por el título de **Ingeniera en Manejo y Conservación del Medio Ambiente**, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los veintidós días del mes de noviembre del dos mil veintidós.

**Firma:**



**Autora:** Nataly Rocío Castro Aguilar

**Cédula:** 0750670010

**Dirección:** Barrio La Argelia, Loja.

**Correo electrónico:** nataly.castro@unl.edu.ec

**Teléfono:** 0986676782

**DATOS COMPLEMENTARIOS**

**Directora del Trabajo de Titulación:** Blga. Marina Mazón Morales, Ph.D.

## **Dedicatoria**

A Dios quien me dio fortaleza y sabiduría para poder continuar y culminar con mi trabajo de titulación. A mis padres Manuel Castro y Germania Aguilar por siempre apoyarme en la realización de mis sueños. A mi hermana Lisbeth, mi sobrino Matías y mis abuelitos por sus palabras de aliento, oraciones y gestos de amor hacia mí. A mis queridos amigos por su sincera amistad y a quienes considero mi familia: Brenda, Enrique y Dalila quienes a pesar de la distancia siempre están para escucharme, aconsejarme y compartir de los buenos y malos momentos.

Esto no hubiera sido posible sin el apoyo y cariño de ustedes, muchísimas gracias.

***Nataly Rocío Castro Aguilar***

## **Agradecimiento**

Mi sincero agradecimiento a mi directora de tesis la Dra. Marina Mazón por su apoyo desinteresado y guía constante en la realización de la tesis. A la Dra. Aura Paucar por su ayuda en la verificación de los géneros de escarabajos de la subfamilia Scarabaeinae. Así mismo a los pasantes de la Dra. Marina Mazón y la Dra. Aura Paucar quienes fueron de valiosa ayuda en el montaje y etiquetado de los especímenes. Al Ing. Christian Mendoza por su apoyo en la realización del anteproyecto.

A los señores Fernando Aguilar y Monfilio Toro quienes amablemente me permitieron realizar el muestreo de la tesis en sus terrenos.

A la Universidad Nacional de Loja y en específico a los docentes de la carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente quienes me brindaron de sus conocimientos para formarme profesionalmente.

A mi familia, amigos y compañeros que hicieron posible cumplir esta meta.

*Nataly Rocío Castro Aguilar*

## Índice de Contenidos

<b>Portada .....</b>	<b>i</b>
<b>Certificación.....</b>	<b>ii</b>
<b>Autoría.....</b>	<b>iii</b>
<b>Carta de autorización.....</b>	<b>iv</b>
<b>Dedicatoria... ..</b>	<b>v</b>
<b>Agradecimiento.....</b>	<b>vi</b>
<b>Índice de Contenidos .....</b>	<b>vii</b>
Índice de Tablas .....	ix
Índice de Figuras.....	x
Índice de Anexos .....	xi
<b>1. Título.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Resumen.....</b>	<b>2</b>
2.1. Abstract .....	3
<b>3. Introducción .....</b>	<b>4</b>
<b>4. Marco Teórico .....</b>	<b>6</b>
4.1. Familia Scarabaeidae y subfamilia Scarabaeinae en el mundo, América del Sur y Ecuador.....	6
4.2. Efectos de la destrucción y fragmentación del hábitat en los escarabajos peloteros... 6	
4.3. Los escarabajos copronecrófagos como bioindicadores.....	7
<b>5. Metodología .....</b>	<b>10</b>
5.1. Área de estudio.....	10
5.2. Muestreo e identificación de los géneros de escarabajos copronecrófagos registrados en tres tipos de cobertura vegetal de la parroquia Huertas.....	11
5.3. Estimación de la riqueza y abundancia de escarabajos copronecrófagos en los tres tipos de cobertura vegetal de la parroquia Huertas .....	13

5.4. Comparación de riqueza, abundancia y recambio de géneros de escarabajos copronecrófagos entre los tres tipos de cobertura vegetal de la parroquia Huertas .....	14
<b>6. Resultados.....</b>	<b>15</b>
6.1. Identificación de los géneros de escarabajos copronecrófagos registrados en tres tipos de cobertura vegetal de la parroquia Huertas .....	15
6.2. Estimación de la riqueza y abundancia de escarabajos copronecrófagos en los tres tipos de cobertura vegetal de la parroquia Huertas .....	16
6.3. Comparación de la riqueza, abundancia y el recambio de géneros entre los tres tipos de cobertura vegetal de la parroquia Huertas .....	20
<b>7. Discusión.....</b>	<b>22</b>
<b>8. Conclusiones .....</b>	<b>28</b>
<b>9. Recomendaciones .....</b>	<b>29</b>
<b>10. Bibliografía .....</b>	<b>30</b>
<b>11. Anexos.....</b>	<b>37</b>



## Índice de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Identificación de individuos a nivel de género colectados con coprotrampas y necrotrampas en las tres coberturas vegetales (mosaico agropecuario, pastizal y bosque nativo) en la parroquia Huertas. ....	16
<b>Tabla 2.</b> Porcentajes de similaridad (SIMPER) de géneros que caracterizan a las coberturas de Bosque Nativo y Mosaico Agropecuario. ....	21
<b>Tabla 3.</b> Porcentajes de similaridad (SIMPER) de géneros que caracterizan a las coberturas de Mosaico Agropecuario y Pastizal. ....	22
<b>Tabla 4.</b> Porcentajes de similaridad (SIMPER) de géneros que caracterizan a las coberturas de Bosque Nativo y Pastizal. ....	22

## Índice de Figuras

- Figura 1.** Mapa de ubicación de la zona de estudio a) ubicación en referencia a la zona Sur del Ecuador b) Ubicación con referencia al cantón Zaruma c) Coberturas vegetales del área de estudio de la parroquia Huertas. .... 11
- Figura 2.** Modelo de etiquetado de especímenes de los escarabajos copronecrófagos colectados en la parroquia Huertas del cantón Zaruma..... 12
- Figura 3.** Curva de acumulación de géneros para los escarabeíños (Scarabaeidae: Scarabaeinae) de Huertas. Se indica el número de géneros obtenido en el muestreo (datos reales) y el número estimado por el estimador de riqueza no paramétrico Chao 2. .... 17
- Figura 4.** Número de géneros de Scarabaeinae colectados en cada una de las coberturas vegetales de la parroquia Huertas..... 17
- Figura 5.** Número de individuos de Scarabaeinae colectados en cada cobertura vegetal. .... 18
- Figura 6.** Curva de rango abundancia de las coberturas vegetales: a) Bosque Nativo, b) Mosaico Agropecuario y c) Pastizal. El eje X corresponde al rango de géneros y el eje Y representa las proporciones de cada uno de los géneros presentes en la cobertura vegetal.  
20
- Figura 7.** Dendrograma del análisis de similitud de Bray-Curtis, para la comparación de la semejanza entre las coberturas vegetales en Huertas: P (pastizal), B (bosque nativo) y M (mosaico agropecuario)..... 20
- Figura 8.** Representación 2D del escalamiento multidimensional no métrico (NMDS), con el uso del índice de Bray-Curtis, para la comparación de riqueza y abundancia de géneros de escarabajos copronecrófagos entre las coberturas vegetales en Huertas: Bosque Nativo, Mosaico Agropecuario y Pastizal. .... 21

## Índice de Anexos

<b>Anexo 1.</b> Colocación de trampas pitfall en pastizal .....	37
<b>Anexo 2.</b> Área de bosque nativo en la parroquia Huertas .....	37
<b>Anexo 3.</b> Colocación de trampas pitfall en el área de mosaico agropecuario .....	38
<b>Anexo 4.</b> Tabla de temperatura y humedad registradas en la parroquia Huertas .....	38
<b>Anexo 5.</b> Ejemplares de géneros de Scarabaeinae capturados en las coberturas vegetales de la parroquia Huertas: a) <i>Ateuchus</i> , b) <i>Canthon</i> , c) <i>Coprophanæus</i> , d) <i>Dichotomius</i> , e) <i>Eurysternus</i> , f) <i>Ontherus</i> , g) <i>Onthophagus</i> , h) <i>Scatimus</i> , i) <i>Uroxys</i> .....	39
<b>Anexo 6.</b> Certificación de traducción del Resumen (Abstract) .....	42

## **1. Título**

Comparación de la riqueza y la abundancia de escarabajos copronecrófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) en diversos tipos de cobertura vegetal en la parroquia Huertas, cantón Zaruma.

## 2. Resumen

La parroquia Huertas del cantón Zaruma enfrenta degradación de sus recursos naturales. La transformación del paisaje y la intensificación de los monocultivos han provocado cambios en los ecosistemas, como cambios en la estructura de la comunidad vegetal y pérdida de diversidad. El presente estudio se realizó en la parroquia Huertas, y tuvo como objetivo comparar la riqueza y abundancia de escarabajos copronecrófagos de la subfamilia Scarabaeinae en tres coberturas vegetales: bosque nativo, mosaico agropecuario y pastizal a nivel de género. Se instalaron tres transectos lineales por cada cobertura vegetal con 6 puntos de muestreo en cada transecto. Para la captura de especímenes se utilizaron trampas pitfall cebadas con heces humanas para las coprotrampas y con vísceras de pollo para las necrotrampas, realizando un muestreo cada tres semanas de agosto a octubre de 2021. Se analizaron la riqueza y abundancia de la comunidad de Scarabaeinae, y se describieron las diferencias en la composición entre las coberturas vegetales. Se capturaron 2998 individuos pertenecientes a 10 géneros, la mayor riqueza se registró en pastizal con 8 géneros mientras que en el bosque nativo se encontraron 5 géneros. La mayor abundancia se halló en mosaico agropecuario con 2260 individuos en tanto que pastizal contó con 340 individuos. La comunidad de Scarabaeinae presentó diferencias en cuanto a su composición y estructura en los tres tipos de coberturas vegetales. El análisis de similitud mostró que la composición de escarabajos en las coberturas vegetales difiere entre sí. La subfamilia Scarabaeinae en la parroquia Huertas mostró ser un buen indicador del estado de la cobertura vegetal debido a la presencia de los géneros *Canthon*, *Ateuchus* y *Uroxys* con una alta abundancia en las coberturas mejor conservadas: bosque nativo y mosaico agropecuario.

**Palabras claves:** abundancia, cobertura vegetal, composición, escarabajos coprófagos, riqueza.

## 2.1. Abstract

The Huertas parish of the Zaruma canton faces degradation of its natural resources. The transformation of the landscape and the intensification of monocultures have caused changes in the ecosystems, such as changes in the structure of the plant community and biodiversity loss. This study was carried out at Huertas, and aimed to compare the richness and abundance of copronecrophagous beetles of the Scarabaeinae subfamily at the genus level in three plant covers: native forest, agricultural mosaic and grassland. Three linear transects were installed for each vegetation cover with six sampling points in each transect. For the capture of specimens, pitfall traps baited with human feces for the copro-traps, and with chicken viscera for the necro-traps were used, sampling every three weeks from August to October 2021. The richness and abundance of the Scarabaeinae community were analyzed, and the differences in the composition between the plant covers were described. A total of 2998 individuals, belonging to 10 genera, were captured. The highest richness was recorded in grassland with eight genera while in the native forest five genera were found. The highest abundance was found in agricultural mosaic with 2260 individuals, while in grassland 340 individuals were recorded. The Scarabaeinae community presented differences in terms of its composition and structure in the three types of plant cover. The similarity analysis showed that the composition of beetles in the plant covers differed from each other. The Scarabaeinae subfamily in the Huertas parish proved to be a good indicator of the state of the plant cover due to the presence of individuals of *Canthon*, *Ateuchus* and *Uroxys* genera with a high abundance in the best preserved covers: native forest and agricultural mosaic.

**Keywords:** abundance, plant cover, composition, coprophagous beetles, richness.

### 3. Introducción

Los escarabajos copronecrófagos, comúnmente llamados estercoleros, pertenecen a la subfamilia Scarabaeinae (Chamorro et al., 2019). Son muy utilizados a nivel mundial en estudios de biodiversidad, conservación y ecología, especialmente porque son un grupo de insectos de fácil recolección (Chamorro et al., 2019). Además, están distribuidos en casi todos los biomas naturales, cuentan con suficiente bibliografía especializada y el costo de muestreo resulta bastante económico (Chamorro et al., 2019). En América del Sur se han realizado varios estudios sobre la diversidad de escarabajos coprófagos en diferentes ecosistemas (Carrión-Paladines et al., 2021). En Ecuador, pocos son los estudios que tratan sobre taxonomía y biodiversidad a través de inventarios locales para este grupo de escarabajos (Chamorro et al., 2019).

Los Scarabaeinae son indicadores biológicos en la evaluación de impacto ambiental dada su respuesta sensible a los cambios causados por diferentes presiones antrópicas como la deforestación, la tala selectiva, la quema, la fragmentación y la caza de mamíferos (Nichols et al., 2008).

La parroquia Huertas del cantón Zaruma enfrenta degradación de sus recursos naturales esto es debido a que existen dos tipos de conflictos de uso de su territorio, el primero es el sobreexplotado, presente en la zona baja de la parroquia, aquí se localizan las áreas de mayor extracción auríferas del sector, actividad que ha desplazado por completo otras actividades locales como la ganadería, cultivos y pesca; llegando al nivel máximo de explotación, generando impactos ambientales (GAD Huertas, 2015). En las zonas media y alta del territorio se considera que se encuentran subutilizadas ya que al igual que en la zona baja existe presencia de minería a menor escala o de sustento, la topografía es más manejable a esta altitud, evidenciándose la presencia de pastizales instalados con un mal manejo y destinado a actividades de ganadería extensiva actividad que no es atractiva para el campesino (GAD Huertas, 2015).

El monitoreo de la biodiversidad es de vital importancia para prevenir el declive o la extinción inminente de las especies, crear mecanismos de intervención en la gestión, cuantificar la eficacia de las prácticas de gestión destinadas a la conservación de la biodiversidad y acumular los datos necesarios para establecer indicadores que reflejen el estado de la biodiversidad (Lindenmayer et al., 2012). Actualmente en Huertas no se dispone de una lista descrita con especies faunísticas por lo que con el presente estudio se suma información de importancia para la parroquia. Por lo tanto, un aspecto que necesita ser tratado en el sur del

Ecuador y específicamente en la provincia de El Oro es la falta de investigaciones referentes a la composición de la fauna de insectos y en especial aquellos que contemplan a los escarabajos estercoleros y necrófagos.

El presente estudio busca describir la variación de riqueza y abundancia de escarabajos copronecrófagos de la subfamilia Scarabaeinae existentes en diferentes tipos de coberturas vegetales de la parroquia Huertas.

### **Objetivo General**

- Evaluar la variación de la riqueza y abundancia de escarabajos copronecrófagos en tres coberturas vegetales de la parroquia Huertas.

### **Objetivos Específicos**

- Identificar los géneros de escarabajos copronecrófagos registrados en tres tipos de cobertura vegetal de la parroquia Huertas.
- Estimar la riqueza y abundancia de escarabajos copronecrófagos en los tres tipos de cobertura vegetal de la parroquia Huertas.
- Comparar la riqueza, abundancia y el recambio de géneros entre los tres tipos de cobertura vegetal de la parroquia Huertas.



## **4. Marco Teórico**

### **4.1. Familia Scarabaeidae y subfamilia Scarabaeinae en el mundo, América del Sur y Ecuador**

Los coleópteros, también conocidos como escarabajos, son el grupo de insectos más diverso y rico en especies de la Tierra (Zhang et al., 2018). Con más de 380.000 especies existentes descritas, los escarabajos constituyen aproximadamente el 25% de todas las especies animales descritas en el planeta, y aún quedan muchas especies por describir (Zhang et al., 2018).

La familia Scarabaeidae es una de las familias más grandes dentro de Coleoptera, con cerca de 30.000 especies, siendo diversa no solamente en morfología sino también en biología, ecología y comportamiento (Villamarín-Cortez, 2010). La familia Scarabaeidae se subdivide en 13 subfamilias, el presente estudio se enfatiza en la subfamilia Scarabaeinae cuyos representantes, escarabajos copronecrófagos, juegan un papel importante en los ecosistemas tropicales al participar en el proceso de reciclaje de la materia orgánica (Cabral-de-Mello et al., 2008).

Los escarabajos copronecrófagos, también llamados peloteros o rodadores, son un grupo muy diverso y abundante con una amplia distribución global (Scholtz et al., 2009). Actualmente, los escarabajos peloteros (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) representan más de 6000 especies distribuidas en 250 géneros en todo el mundo (Bouchard et al., 2011), y 2000 especies en 91 géneros en el Neotrópico (Vaz-de-Mello et al., 2011). Aproximadamente 220 especies han sido reportadas para Ecuador (Villamarín-Cortez, 2010).

En el Neotrópico en particular, existen áreas de muy alta endemividad como la Región Amazónica y los bosques de alta montaña de los Andes (Moret, 2009). A pesar de esta gran diversidad y alta endemividad, existen grandes áreas que no han sido inventariadas y se desconoce su riqueza de especies, este es el caso de varias regiones del Ecuador (Carvajal et al., 2011).

### **4.2. Efectos de la destrucción y fragmentación del hábitat en los escarabajos peloteros**

Uno de los mayores problemas ambientales globales es la pérdida de biodiversidad como consecuencia de las actividades humanas, principalmente causada por la destrucción del hábitat (Sarmiento-Garcés y Hernández, 2021). La transformación del paisaje y la intensificación de los monocultivos han provocado cambios en los ecosistemas, como cambios en la estructura de la comunidad vegetal y pérdida de diversidad, ya que la agricultura o la

ganadería sustituyen ecosistemas naturales más diversos y heterogéneos por ecosistemas homogéneos y simples (Sarmiento-Garcés y Hernández, 2021).

Se conoce que los escarabajos peloteros responden negativamente a las prácticas agrícolas intensivas, que incluyen la pérdida de refugios térmicos asociados con la simplificación del paisaje y la exposición no objetivo a antihelmínticos veterinarios (Manning y Cutler, 2018).

En la ganadería comercial actual, es una práctica común controlar los parásitos externos e internos utilizando compuestos químicos con propiedades insecticidas, acaricidas o antihelmínticas (Scholtz et al., 2009). Hasta cierto punto, la mayoría de estos agentes y/o sus metabolitos se eliminan en las heces de los animales tratados (Scholtz et al., 2009). A través de esta ruta, los residuos ingresan al ambiente de los pastos y pueden tener efectos nocivos sobre los organismos benéficos no objetivo que utilizan el estiércol, por ejemplo de escarabajos peloteros (Floate et al., 2005). Algunos residuos pueden persistir en el estiércol de los animales durante meses después del tratamiento/deposición y, por lo tanto, afectar negativamente la ecología de los pastos durante un período prolongado (Floate et al., 2005).

También ocurren cambios en la composición de las especies, con posible extinción local de algunas de éstas, y dado que los escarabajos peloteros responden rápidamente a los efectos de la degradación del hábitat, como destrucción, fragmentación y aislamiento, son utilizados como bioindicadores de la calidad ambiental (De Farias y Medina Hernández, 2017).

Bajo el contexto de alteración del hábitat, es fundamental comprender cómo los paisajes naturales y antropogénicos pueden modificar la distribución espacial de las comunidades ecológicas a lo largo de grandes áreas geográficas (Alvarado et al., 2020).

De acuerdo con Sánchez-de-Jesús y sus colaboradores (2016) la cantidad de cobertura forestal a escala de paisaje es uno de los principales impulsores de los conjuntos de escarabajos peloteros.

#### **4.3.Los escarabajos copronecrófagos como bioindicadores**

Prácticamente todos los ecosistemas de la tierra están dominados por invertebrados, ya sea en términos de riqueza de especies, biomasa de fauna o funciones ecológicas críticas (Spector, 2006). Muchos taxones de invertebrados se caracterizan por una hiper-diversidad en términos de riqueza de especies, pero también en términos de nichos ecológicos que ocupan (Spector, 2006). Por esta razón, no es factible monitorear todos los taxones de invertebrados o

realizar estudios exhaustivos de todas las especies de invertebrados a una escala determinada (Spector, 2006).

Faltan datos sobre la riqueza y el endemismo de especies para muchos grupos de invertebrados y, por lo tanto, no es sorprendente que aún hoy en día la mayoría de las decisiones relevantes para la conservación se basen en datos de plantas y algunos grupos de vertebrados como aves o mamíferos, mientras que ignoran por completo un componente desproporcionadamente grande y funcionalmente importante de la biodiversidad: los insectos (Myers 2003; Stein et al. 2002).

Varios autores han sugerido listas de rasgos que debería poseer el taxón focal de invertebrados ideal. Por lo general, estas listas implican que el grupo debe ser amplio y abundante, con una taxonomía bien resuelta, funcionalmente importante y sensible a las perturbaciones de la comunidad (Scholtz et al., 2009).

Los escarabajos peloteros cumplen todos los requisitos para ser considerados bioindicadores. Por tanto, su aplicación como sustitutos de la biodiversidad permite a los investigadores evaluar y comparar el impacto humano en los ecosistemas de todo el mundo (Nichols et al., 2008). Presentan una gran variedad de rasgos morfológicos y de comportamiento, de igual manera cumplen roles ecológicos bien investigados (Scholtz et al., 2009). Su taxonomía alfa está razonablemente bien resuelta, se pueden muestrear de manera fácil y rentable utilizando métodos de captura sencillos y estandarizados (Scholtz et al., 2009). Muestran respuestas rápidas y diferenciadas a las perturbaciones antropogénicas y naturales del ecosistema (Scholtz et al., 2009). Es preciso tener presente que es conveniente estudiarlos ya que son particularmente vulnerables a los cambios de hábitat como la deforestación o cambios en los elementos de la fauna de los mamíferos y se cree que son indicadores útiles de la salud del ecosistema debido a esta sensibilidad (Scholtz et al., 2009). Su asociación principal con los mamíferos también los convierte en indicadores de la abundancia de mamíferos y, posiblemente, también de la diversidad (Scholtz et al., 2009).

Por lo tanto, los escarabajos peloteros han sido identificados repetidamente como un grupo focal ideal para el monitoreo e inventario de la biodiversidad, porque cumplen con todos los requisitos de un bioindicador útil en diferentes contextos y en diferentes niveles (Scholtz et al., 2009).

En estudios previos como el de Korasaki y sus colaboradores (2013) utilizaron los escarabajos coprófagos como grupo indicador para comprender el efecto de la urbanización sobre la biodiversidad, en tres fragmentos del bosque Atlántico en Londrina, Brasil. Evaluaron

la variación en la riqueza, abundancia, composición y gremios tróficos de las especies de escarabajos coprófagos. A medida que la distancia a la urbanización fue mayor, la riqueza y abundancia de especies fue menor, con una fuerte dominancia de algunas especies, en contraste con fragmentos de bosque más lejanos donde la distribución de la abundancia estuvo menos dominada.

En la investigación de Puker y sus colaboradores (2014), de un total de 13 especies de Deltochilini y Phanaeini muestreadas, cuatro eran exclusivas del ecosistema nativo, dos del ecosistema introducido y siete eran comunes en ambos. *Phanaeus palaeno* fue la especie más abundante en ambos ecosistemas estudiados. Los resultados demostraron que es una especie indicadora de pastizales nativos, una de las fisonomías del Cerrado (sabana brasileña), por lo tanto adaptada a áreas abiertas naturales (pastizales nativos) y probablemente por eso también se ha adaptado a pastos exóticos, que son estructuralmente similares a los pastizales nativos.

En el estudio de Filgueiras y sus colaboradores (2015) las especies indicadoras representaron el 36 % de todas las especies registradas en el paisaje de la Serra Grande según las siguientes categorías: indicadores de interior de bosque (siete especies), indicadores de borde de bosque (una especie) e indicadores de matriz (cinco especies). Además, la mayoría de las especies registradas en hábitats forestales (como *Deltochilum calcaratum* de cuerpo grande y *Dichotomius mormon*) no se registraron en los hábitats de matriz, mientras que *Canthon* aff. *piluliformis*, *Canthon* sp.2, *Dichotomius nisus* y *Trichilum externepunctatum* fueron exclusivas de estos entornos.

## 5. Metodología

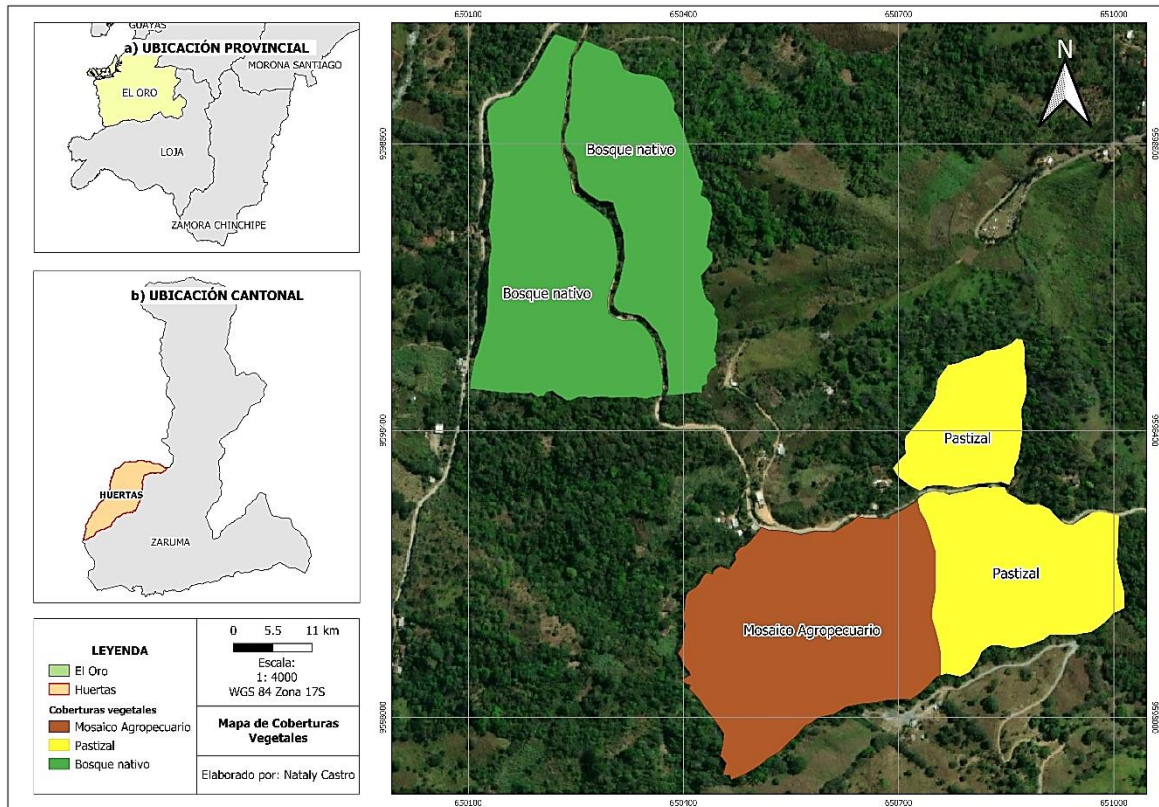
### 5.1. Área de estudio

Este estudio se realizó en la parroquia Huertas ubicada en el sector Sur Oriental de la provincia de El Oro y al oeste del cantón Zaruma (Figura 1). Su extensión es aproximadamente de 47,08 km<sup>2</sup>, su elevación va desde 1 330 m s.n.m, posee un clima templado, y la temperatura varía entre 25 °C y 28 °C (GAD Huertas, 2015). El área de estudio se encuentra cerca de una concesión minera que realiza explotación de metales en el barrio El Quisphe.

Está compuesta por coberturas vegetales tales como bosque nativo, cultivo semipermanente, mosaico agropecuario, páramo, pastizal, vegetación arbustiva y vegetación herbácea (GAD Huertas, 2015). La unidad de mosaico agropecuario es la cobertura de mayor relevancia en el territorio de la parroquia Huertas abarcando un área de 1460,95 ha., lo que representa el 31,03 % de la totalidad de la parroquia, seguido por pastizales con una ocupación del suelo del 30,33 % es decir 1427,87 ha.; el bosque nativo se ha reducido enormemente ocupando tan solo el 21,87 % de la superficie de la parroquia con un área de 1029,49 ha (GAD Huertas, 2015).

La parroquia Huertas se ubica dentro de un ecosistema intervenido, forma parte de un pequeño corredor biológico interconectado con las parroquias aledañas, como es el caso de Huertas y Arcapamba (GAD Huertas, 2015). En cuanto a la flora presente en dicho corredor se tiene a especies de las familias: Acanthaceae, Actinidiaceae, Amaryllidaceae, Anacardiaceae, Annonaceae, Apiaceae, Araceae, Araliaceae, Arecaceae, Asteraceae, Begoniaceae, etc (GAD Huertas, 2015).

En lo que respecta a la fauna, existen mamíferos (ardillas, zorros, guatusas, conejos, armadillos, etc.), aves (colibríes, pericos, palomas, tordos, azulejos, carpinteros, gallinazos, lechuzas, perdices, golondrinas, etc.) y reptiles (iguanas, lagartijas, coral, guaso, culebra verde, etc) (GAD Huertas, 2015). Asimismo, cabe destacar que ha desaparecido una cantidad notoria de animales silvestres, debido a factores tales como la deforestación causada por la extensión de la frontera agropecuaria y minera, así como la cacería indiscriminada (GAD Huertas, 2021).



**Figura 1.** Mapa de ubicación de la zona de estudio a) ubicación en referencia a la zona Sur del Ecuador b) Ubicación con referencia al cantón Zaruma c) Coberturas vegetales del área de estudio de la parroquia Huertas.

### 5.2. Muestreo e identificación de los géneros de escarabajos copronecrófagos registrados en tres tipos de cobertura vegetal de la parroquia Huertas

Para el estudio se seleccionaron tres coberturas vegetales con mayor extensión en Huertas: mosaico agropecuario, pastizal y bosque nativo (Figura 1). Como paso previo, en cada cobertura vegetal se delimitó un buffer de 45 m, con el fin de eliminar el efecto de borde (Armijos-Armijos et al., 2022). El muestreo se realizó con transectos lineales compuestos por seis trampas. Para evitar la interferencia de captura, se mantuvo una separación entre trampas de mínimo 30 m (Cultid-Medina et al., 2012). Como se buscó comparar la riqueza y abundancia de los escarabajos copronecrófagos entre tres tipos de coberturas vegetales, se instalaron tres transectos lineales por cada cobertura vegetal (réplicas espaciales), obteniendo un total de 54 puntos de muestreo en toda el área de estudio. Los procedimientos cartográficos se realizaron en el software QGIS versión 3.4.7 (QGIS Development Team, 2019).

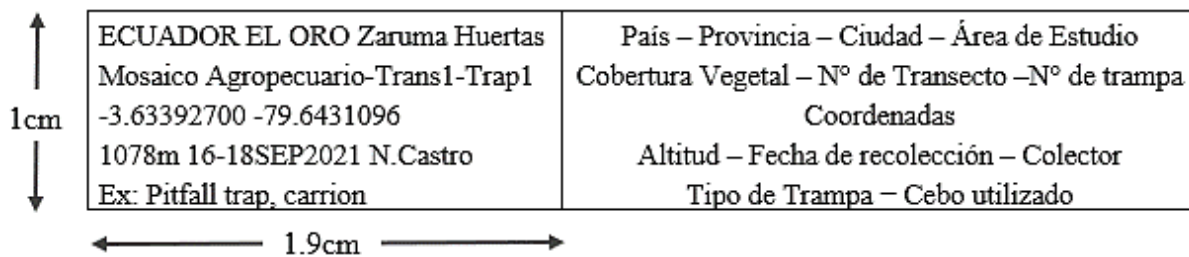
De agosto hasta octubre del 2021, en cada cobertura vegetal se desarrollaron tres muestreos independientes (uno cada tres semanas). Cada periodo de muestreo se lo realizó en

cuatro días continuos. Las capturas se efectuaron mediante trampas de caída (pitfall) que estuvieron cebadas con excremento humano para colectar escarabajos coprófagos (Anexos 1-3), y también se usó otro atrayente como necrocebos (vísceras de pollo) para colectar escarabajos necrófagos que no sean atraídos al excremento humano (Cultid-Medina et al., 2012). Se colocaron los cebos de forma alternada por cada transecto.

Las trampas estuvieron activas durante 72 horas, se realizó una revisión de estas cada 24 horas, momento en el cual de ser necesario se renovaron o reemplazaron los cebos secos o deteriorados y se recolectaron los escarabajos que fueron capturados. Los especímenes colectados en campo fueron guardados en una bolsa de cierre hermético debidamente rotulada, con etanol al 70 % donde los especímenes se conservaron hasta su correspondiente montaje (Cultid-Medina et al., 2012).

Se midió la temperatura y humedad en la mañana a partir de las 8:00 una vez en cada muestreo, en todas las trampas de cada cobertura vegetal para obtener un promedio. El higrómetro Elitech BT-3 cuenta con un sensor interno y uno externo; el interno determina la temperatura y humedad del ambiente, para esto se ubicó el higrómetro próximo a la trampa con 5 min de espera para obtener el valor en °C para la temperatura y el valor en % para la humedad. También se usó el sensor externo que permitió medir la temperatura del suelo en °C.

Para el montaje de los individuos con un largo corporal > 10 mm se utilizó el alfiler entomológico N°1 el cual fue insertado en la parte superior del élitro derecho. Los especímenes con un largo corporal entre 5 y 10 mm fueron montados usando alfileres N°0. A algunos de los individuos de una longitud menor a 10 mm se los montó en un triángulo de cartulina, en función del riesgo de daño serio con alfiler. Todos los especímenes montados fueron etiquetados (Figura 2), y tanto las etiquetas como el triángulo de montaje se realizaron en cartulina (Cultid-Medina et al., 2012).



**Figura 2.** Modelo de etiquetado de especímenes de los escarabajos copronecrófagos colectados en la parroquia Huertas del cantón Zaruma.

Los especímenes se identificaron con la ayuda de la clave taxonómica para las familias y subfamilias de Scarabaeoidea del nuevo mundo (Ratcliffe y Jameson, 2002). Para la

identificación del género de los especímenes se utilizó la clave de géneros y subgéneros de escarabajos estercoleros presentes y presuntos para Ecuador (Chamorro et al., 2018). La identificación a nivel de género se verificó con ayuda de la especialista Aura Paucar-Cabrera del Museo de Zoología de la Universidad Nacional de Loja (LOUNAZ).

Posteriormente los especímenes fueron depositados en la colección de invertebrados del Museo de Zoología de la Universidad Nacional de Loja (LOUNAZ). El muestreo se realizó bajo la autorización de recolección de especies sin fines comerciales número MAAE-ARSFC-2021-1214.

### **5.3. Estimación de la riqueza y abundancia de escarabajos copronecrófagos en los tres tipos de cobertura vegetal de la parroquia Huertas**

Para el cumplimiento del segundo objetivo se realizó el procesamiento, organización, y sistematización de datos con la información obtenida durante los muestreos. Se realizó un listado de los géneros colectados durante el estudio con la abundancia obtenida para cada una de ellas. Los resultados permitieron explicar las variaciones de abundancia y riqueza para cada cobertura vegetal.

También se hizo un análisis de la curva de acumulación de géneros para validar la representatividad del muestreo (Bizerril y Raw, 1998). Para esto, se recurrió al cálculo de estimadores de riqueza específica. Estos estimadores, además de tener en cuenta el número de especies, incorporan la abundancia o datos de presencia/ausencia de cada especie por unidad de muestreo determinada (Colwell y Coddington, 1994).

Para el caso de los escarabajos copronecrófagos es recomendable el uso de estimadores no paramétricos (Cultid-Medina et al., 2012). Se empleó Chao2 que considera la distribución de las especies entre las muestras (Ecuación 1).

$$S_{Chao_2} = S_{obs} + \left(\frac{m-1}{m}\right) \left(\frac{Q_1(Q_1-1)}{2(Q_2+1)}\right) \text{ (Ecuación 1)}$$

donde

S<sub>Chao2</sub>= estimador basado en la incidencia

S<sub>obs</sub>= número de especies observado en todas las muestras.

m= número total de muestras

Q<sub>1</sub>= número de especies únicas

Q<sub>2</sub>= número de especies duplicadas



La riqueza específica y la abundancia de escarabajos copronecrófagos se obtuvo en cada tipo de cobertura vegetal.

Además, se realizaron curvas de rango abundancia en cada cobertura vegetal, para evaluar los cambios en cuanto a la riqueza y equitatividad de géneros colectados en Huertas. Estas curvas constituyen una sencilla herramienta para describir y comparar gráficamente la estructura de los ensambles de escarabajos coprófagos (Feinsinger, 2003). Las curvas se realizaron con el software GraphPad 8.

#### **5.4.Comparación de riqueza, abundancia y recambio de géneros de escarabajos copronecrófagos entre los tres tipos de cobertura vegetal de la parroquia Huertas**

Para comparar la riqueza y abundancia de escarabajos copronecrófagos se realizó un análisis de agrupamiento (Clúster), donde se determinó el grado de similitud entre las coberturas vegetales utilizando el índice de Bray-Curtis. El clúster se representó gráficamente con un dendrograma.

Además, se utilizó un escalado multidimensional no métrico (nMDS por sus siglas en inglés), el cual permitió visualizar la asociación espacial de la composición con respecto a los sitios de muestreo, es una estrategia ampliamente usada para examinar gradientes ambientales y se basa principalmente en los valores del índice de Bray – Curtis (Cultid-Medina et al., 2012).

También se realizó un Análisis de Similitud (ANOSIM por sus siglas en inglés) que permitió establecer el grado de significancia estadística de la disimilitud o similitud (medida con Bray – Curtis) (Ecuación 2) entre grupos (sitios o hábitats) y dentro de los grupos. En términos de la composición, este análisis permitió establecer estadísticamente, si las diferencias entre grupos son más importantes que dentro de cada grupo, igualmente detecta si no hay diferencias (Cultid-Medina et al., 2012).

$$I_{BC} = 1 - \frac{\Sigma(x_i - y_i)}{\Sigma(x_i + y_i)} \text{ (Ecuación 2)}$$

donde

$I_{BC}$ = índice de Bray-Curtis

$x_i$ = abundancia o densidad de especies  $i$  en un conjunto

$y_i$ = abundancia de las especies en el otro

La información se analizó mediante el software PAST versión 4.10 como herramienta estadística (Hammer et al., 2001).

Se utilizó el porcentaje de similitud SIMPER (Clarke, 1993) para determinar la contribución de los géneros individuales en cada cobertura vegetal. Los análisis se realizaron utilizando el software PAST (Hammer et al., 2001).

## 6. Resultados

### 6.1. Identificación de los géneros de escarabajos copronecrófagos registrados en tres tipos de cobertura vegetal de la parroquia Huertas

En el periodo de agosto a octubre de 2021 en la parroquia Huertas, se registraron 2998 individuos de la subfamilia Scarabaeinae, clasificados en 10 géneros: *Ateuchus*, *Canthon*, *Coprophanaeus*, *Deltochilum*, *Dichotomius*, *Eurysternus*, *Ontherus*, *Onthophagus*, *Scatimus* y *Uroxys* (Anexo 5).

El género que presentó mayor número de individuos fue *Canthon* (1456 individuos), seguido por *Ateuchus* (676 individuos), *Onthophagus* (549 individuos), *Uroxys* (191 individuos), *Ontherus* (107 individuos), *Eurysternus* (13 individuos) y *Scatimus* (3 individuos), mientras que *Coprophanaeus*, *Deltochilum* y *Dichotomius* solo presentaron un individuo cada uno (Tabla 1).

La mayor cantidad de especímenes fueron capturados en las coprotrampas con 2056 individuos colectados, mientras que las necrotrampas lograron capturar 942 individuos. En el caso de las coprotrampas se observó menor eficiencia de colecta en pastizal con 183 individuos. Por otra parte, las necrotrampas presentaron menor eficiencia en el bosque nativo con 98 individuos (Tabla 1).

**Tabla 1.** Identificación de individuos a nivel de género colectados con coprotrampas y necrotrampas en las tres coberturas vegetales (mosaico agropecuario, pastizal y bosque nativo) en la parroquia Huertas.

**Fuente:** Elaboración propia.

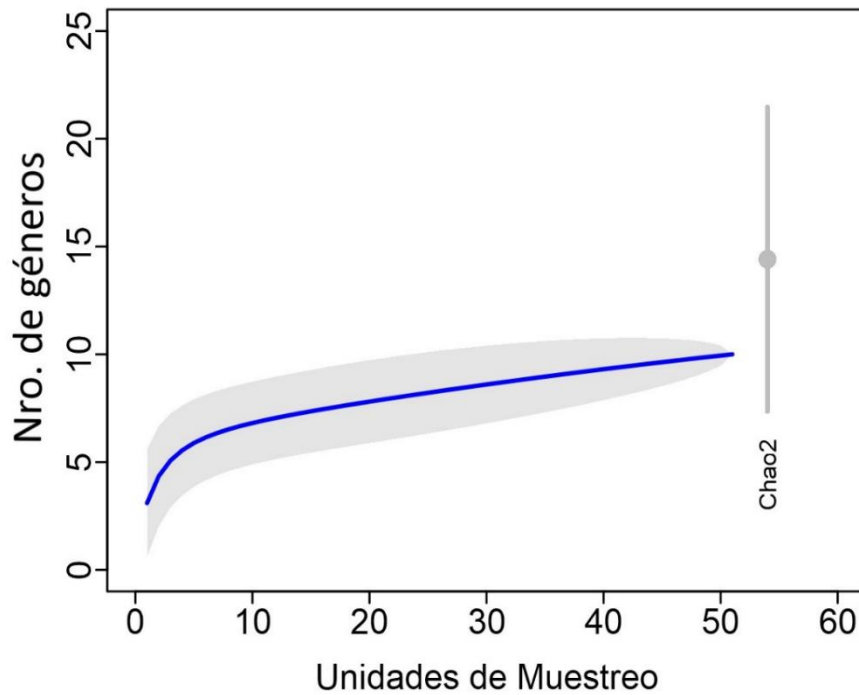
Género	COBERTURA VEGETAL						TOTAL DE INDIVIDUOS POR GÉNERO
	Mosaico Agropecuario		Pastizal		Bosque Nativo		
	Necrotrampa	Coprotrampa	Necrotrampa	Coprotrampa	Necrotrampa	Coprotrampa	
<i>Ateuchus</i>	125	423	0	1	29	98	676
<i>Canthon</i>	460	849	3	0	50	94	1456
<i>Coprophanaeus</i>	0	0	1	0	0	0	1
<i>Deltochilum</i>	0	1	0	0	0	0	1
<i>Dichotomius</i>	0	1	0	0	0	0	1
<i>Eurysternus</i>	1	9	0	1	0	2	13
<i>Ontherus</i>	0	0	51	56	0	0	107
<i>Onthophagus</i>	74	144	99	122	15	95	549
<i>Scatimus</i>	0	0	3	0	0	0	3
<i>Uroxys</i>	27	146	0	3	4	11	191
<b>TOTAL INDIVIDUOS</b>	<b>687</b>	<b>1573</b>	<b>157</b>	<b>183</b>	<b>98</b>	<b>300</b>	<b>2998</b>

El parámetro de temperatura ambiente máxima y mínima promedio en la cobertura de mosaico agropecuario fue de 26,6°C y 21,8°C respectivamente, en pastizal 29°C y 23,1°C y en bosque nativo 27,9°C y 22,5°C. Asimismo la temperatura máxima y mínima promedio medidas con el sensor externo en mosaico agropecuario fue de 30,7°C y 20,5°C, en pastizal 31,5°C y 24,4°C y en bosque nativo 31,2°C y 21°C. En cuanto a la humedad promedio en mosaico agropecuario se registró un 69,3 %, en pastizal 62 % y en bosque nativo 67 % (Anexo 4).

## 6.2. Estimación de la riqueza y abundancia de escarabajos copronecrófagos en los tres tipos de cobertura vegetal de la parroquia Huertas

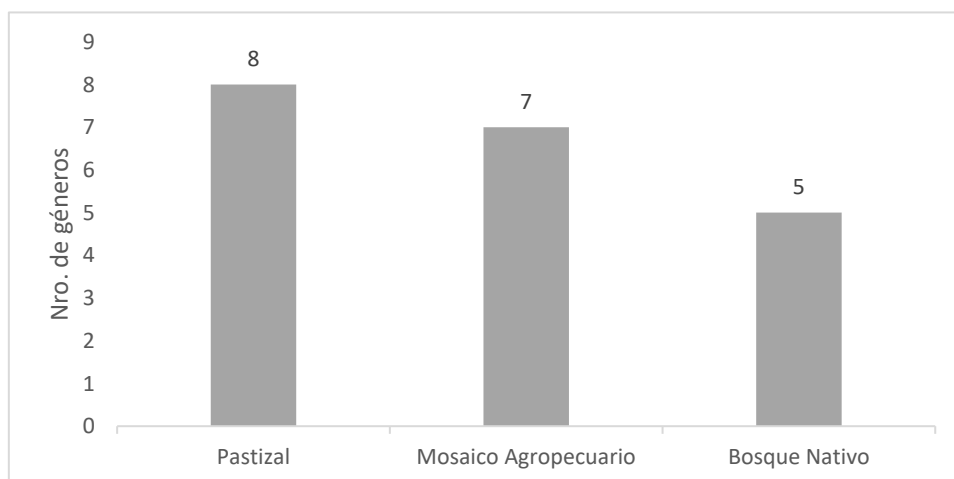
Para la subfamilia Scarabaeinae, la curva de acumulación de géneros basada en el estimador Chao2 mostró una riqueza total esperada de 14 géneros (Figura 3). Los resultados indican que se registró el 71 % del total estimado para el sitio, ya que se registraron 10 géneros de los 14 géneros esperados y por tanto no se alcanza una asíntota.

Del total de 162 trampas colocadas durante los tres meses de duración del muestreo, el 24,69 % de trampas no fueron efectivas, es decir que no capturaron ningún ejemplar en todo el muestreo, mientras que el 75,31 % fueron trampas efectivas.



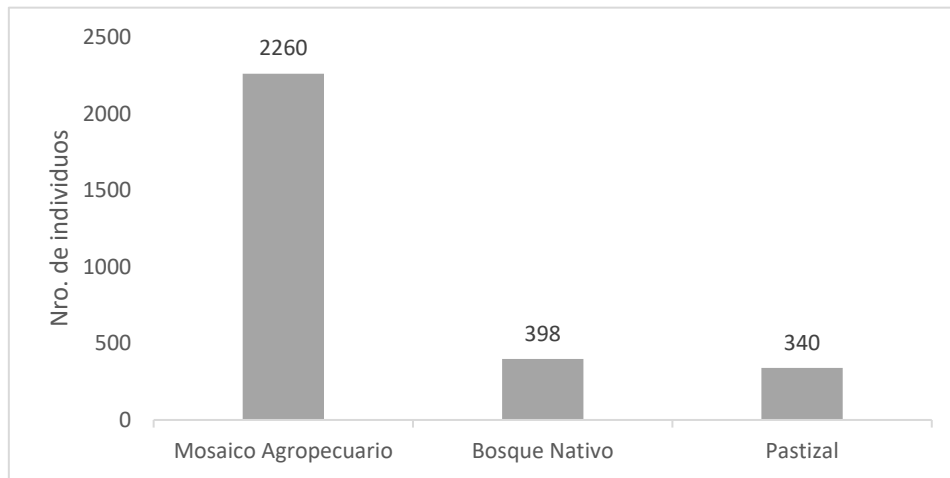
**Figura 3.** Curva de acumulación de géneros para los escarabeíneos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) de Huertas. Se indica el número de géneros obtenidos en el muestreo (datos reales) y el número estimado por el estimador de riqueza no paramétrico Chao 2.

La riqueza de géneros más alta entre las tres coberturas vegetales de estudio se presentó en pastizal con 8 géneros, seguida por mosaico agropecuario con 7 géneros y la menor riqueza corresponde a bosque nativo donde se registraron 5 géneros (Figura 4).



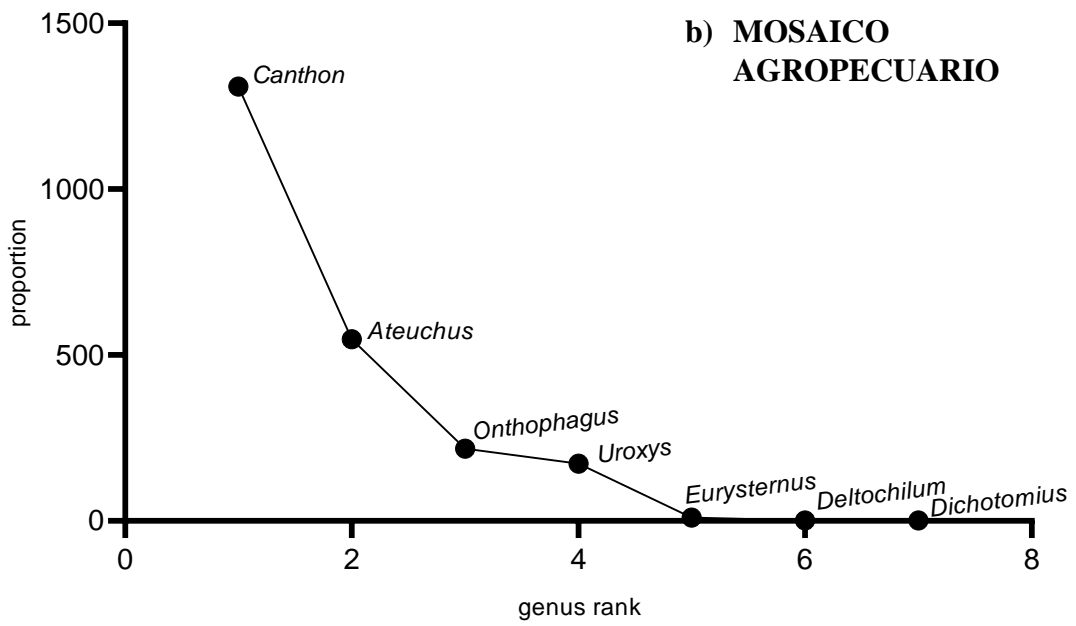
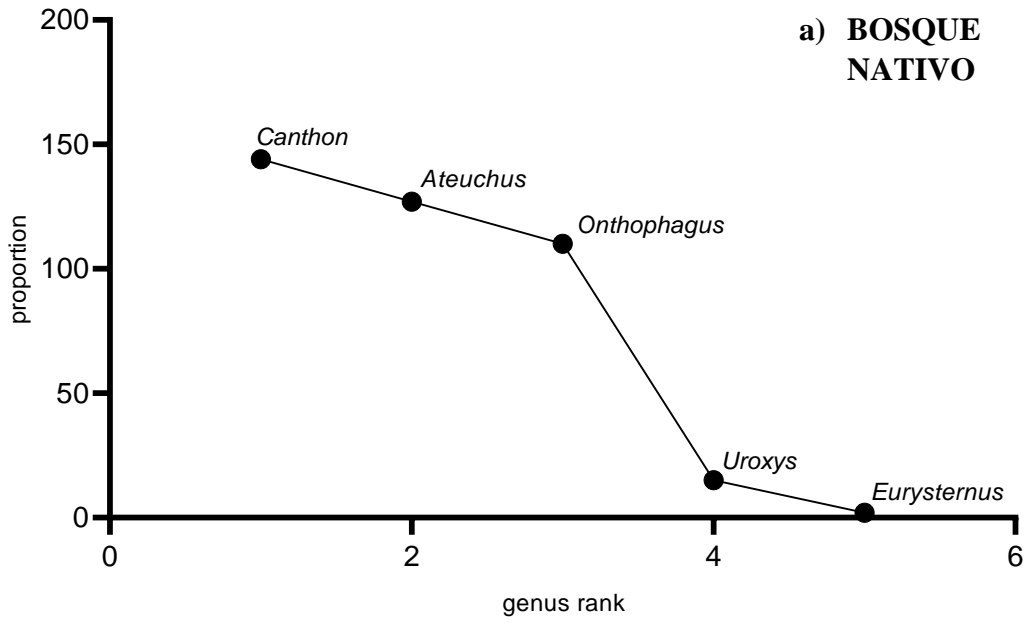
**Figura 4.** Número de géneros de Scarabaeinae colectados en cada una de las coberturas vegetales de la parroquia Huertas.

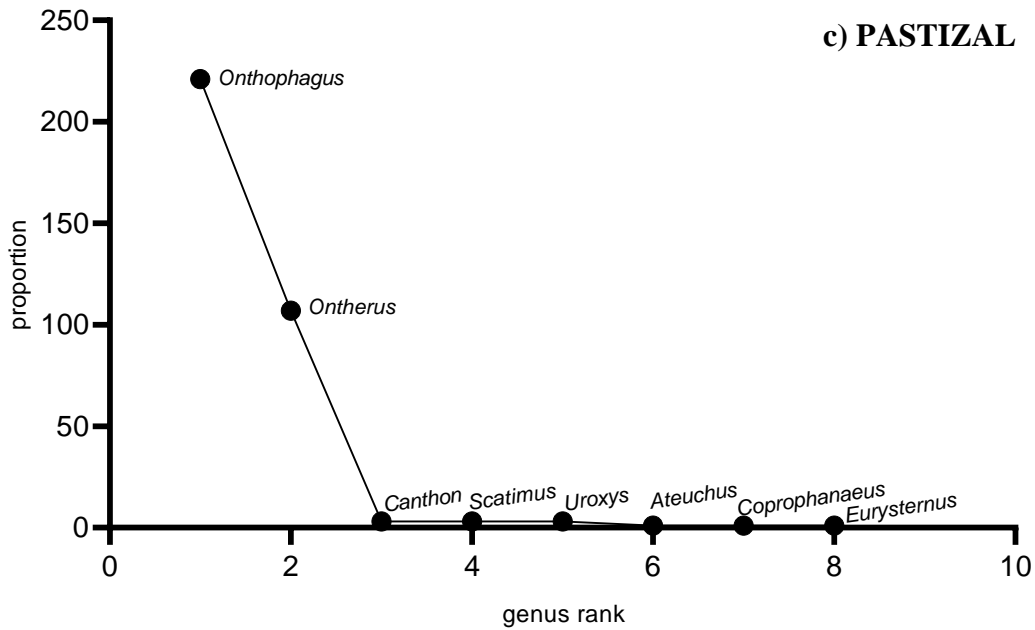
La abundancia en mosaico agropecuario fue de 2260 individuos de la subfamilia Scarabaeinae, mientras que en bosque nativo se registraron 398 individuos y en pastizal 340 individuos (Figura 5).



**Figura 5.** Número de individuos de Scarabaeinae colectados en cada cobertura vegetal.

Las curvas de rango-abundancia mostraron que hay diferencias entre los géneros dominantes registrados en las tres coberturas vegetales, donde *Canthon* fue el género mayoritario en bosque nativo y mosaico agropecuario con una proporción de 36,2 % y 57,9 % respectivamente (Figura 6a–b), mientras que *Onthophagus* fue el dominante en pastizal con una proporción de 65 % (Figura 6c). Por otro lado, en la cobertura de bosque nativo, el género con menor proporción fue *Eurysternus* (0,5 %) (Figura 6a). La cobertura mosaico agropecuario presentó una menor proporción de los géneros *Deltochilum* y *Dichotomius* con el 0,04 % (Figura 6b). Finalmente, en la cobertura de pastizal los géneros con menor proporción fueron *Ateuchus*, *Coprophanaeus* y *Eurysternus* con (0,3 %) (Figura 6c).

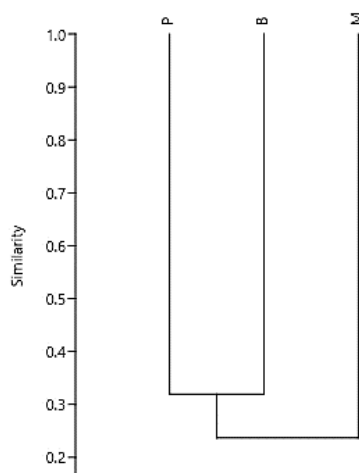




**Figura 6.** Curva de rango abundancia de las coberturas vegetales: a) Bosque Nativo, b) Mosaico Agropecuario y c) Pastizal. El eje X corresponde al rango de géneros y el eje Y representa las proporciones de cada uno de los géneros presentes en la cobertura vegetal.

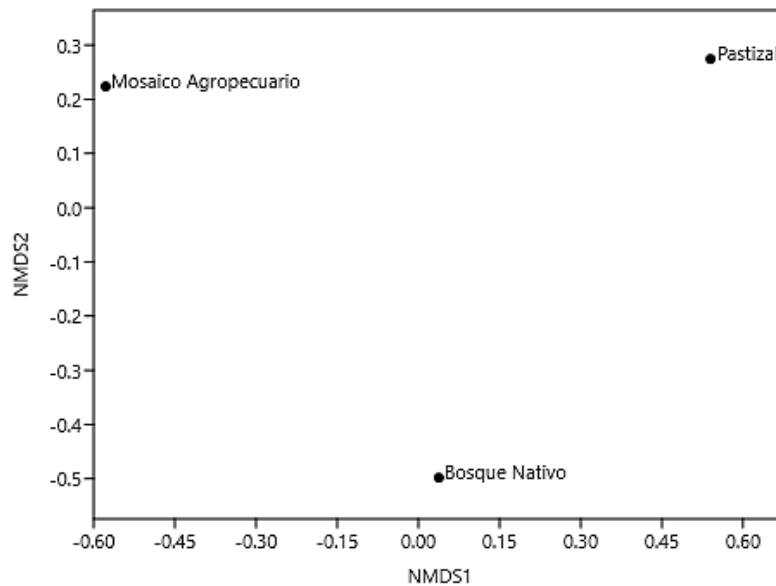
### 6.3. Comparación de la riqueza, abundancia y el recambio de géneros entre los tres tipos de cobertura vegetal de la parroquia Huertas

Considerando el índice de Bray-Curtis, y analizando la abundancia por cobertura vegetal (Figura 7), pastizal y bosque nativo tienen una similitud del 0,32; a su vez, este subgrupo con mosaico agropecuario que es la cobertura más distante posee una baja similitud con un valor de 0,24 aproximadamente.



**Figura 7.** Dendrograma del análisis de similitud de Bray-Curtis, para la comparación de la semejanza entre las coberturas vegetales en Huertas: P (pastizal), B (bosque nativo) y M (mosaico agropecuario).

El nMDS mostró una clara separación entre las tres coberturas vegetales de estudio, lo cual denota que la composición comunitaria de escarabajos copronecrófagos es distinta en cada cobertura vegetal (Figura 8).



**Figura 8.** Representación 2D del escalamiento multidimensional no métrico (NMDS), con el uso del índice de Bray-Curtis, para la comparación de riqueza y abundancia de géneros de escarabajos copronecrófagos entre las coberturas vegetales en Huertas: Bosque Nativo, Mosaico Agropecuario y Pastizal.

El análisis de similitud (ANOSIM) mostró diferencias significativas en la composición de escarabajos Scarabaeinae en las tres coberturas vegetales ( $R=0,8683$ ;  $p= 0,004$ ), es decir bosque nativo, mosaico agropecuario y pastizal son diferentes.

La rutina SIMPER indicó que los géneros *Canthon* con un 55,67 % y *Ateuchus* con un 28,22 % caracterizaron a las coberturas de bosque nativo y mosaico agropecuario (Tabla 2). Los mismos géneros con un 52,68 % y 29,52 % respectivamente tipificaron al mosaico agropecuario y pastizal (Tabla 3). Por último, *Canthon* con un 24,23% y *Onthophagus* con 24,18% caracterizan a bosque nativo y pastizal (Tabla 4).

**Tabla 2.** Porcentajes de similitud (SIMPER) de géneros que caracterizan a las coberturas de Bosque Nativo y Mosaico Agropecuario.

Bosque Nativo y Mosaico Agropecuario	
Géneros	Contribución (%)
<i>Canthon</i>	55,67
<i>Ateuchus</i>	28,22



**Tabla 3.** Porcentajes de similaridad (SIMPER) de géneros que caracterizan a las coberturas de Mosaico Agropecuario y Pastizal.

Mosaico Agropecuario y Pastizal	
Géneros	Contribución (%)
<i>Canthon</i>	52,58
<i>Ateuchus</i>	29,52

**Tabla 4.** Porcentajes de similaridad (SIMPER) de géneros que caracterizan a las coberturas de Bosque Nativo y Pastizal.

Bosque Nativo y Pastizal	
Géneros	Contribución (%)
<i>Canthon</i>	24,23
<i>Onthophagus</i>	24,18

## 7. Discusión

En la parroquia Huertas del cantón Zaruma se registraron 10 géneros de escarabajos copronecrófagos de la subfamilia Scarabaeinae, cifra que coincide con otros estudios como el de Zambrano (2016) en la parroquia El Eno en la provincia de Sucumbíos y el de Cuasmiquer (2015) en la parroquia Lita en la provincia de Imbabura ambos realizados en bosque intervenido y bosque no intervenido, por lo tanto la riqueza del presente estudio se puede considerar consistente para zonas rurales. En lo que respecta a la identidad de esos géneros, de acuerdo al listado de géneros, subgéneros y especies (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) presentes en Ecuador, información recolectada por Chamorro y sus colaboradores (2018) y por la Sociedad Entomológica Ecuatoriana (Morejón, 2022), todos los géneros identificados se encuentran en Ecuador, sin embargo no existen datos de distribución en El Oro de los géneros *Coprophanaeus* y *Uroxys*, por lo que podrían ser nuevos registros para la provincia.

En la eficiencia del muestreo, la curva de acumulación de géneros no alcanzó la asíntota, sin embargo según Escobar y sus colaboradores (2008) es muy probable que un muestreo intensivo y extensivo de escarabajos copronecrófagos presente curvas no asíntóticas y porcentajes inferiores al 80 %. Esto generalmente se presenta en hábitats o escenarios con un

grado medio o alto de perturbación antrópica (e.g. matriz agrícola), donde proliferan especies turistas o con una gran capacidad de dispersión (Escobar et al., 2008).

Algunos de los géneros encontrados solo han estado presentes en un tipo de hábitat. Es el caso del género *Ontherus*, que solo fue colectado en la cobertura de pastizal. González y Medina (2015) argumentan que este género se recolecta ampliamente en los Andes colombianos, y algunas especies son típicas de pastizales abiertos, por lo que es posible que esas sean las especies encontradas en la zona.

El género *Eurysternus* en cambio estuvo presente en las tres coberturas vegetales, pero con mayor cantidad en mosaico agropecuario. Estos resultados pueden explicarse por el hecho de que este género se encuentra en una amplia gama de condiciones forestales y consume una dieta variada de carroña, heces e incluso hojas (Edgar y Lobo, 2012), aunque en el presente estudio se lo encontró casi en su totalidad en las coprotrampas. Hay sin embargo otras posibles explicaciones: Edgar y Lobo (2012) indican que las especies de *Eurysternus* con amplios nichos climáticos habitarían principalmente los lugares más lluviosos y fríos de América, razón por la cual en la zona de estudio, donde las temperaturas mínimas no bajaron de 20°C en todo el muestreo, se encontró una baja abundancia de individuos de este género.

Se registró el género *Canthon* en las tres coberturas vegetales, pero con una gran abundancia en mosaico agropecuario y bosque nativo, además este género presentó dominancia en las coberturas mencionadas por encima de los demás géneros. La preferencia por estas coberturas podría estar relacionada con lo mencionado por Larsen y sus colaboradores (2006) quienes señalan que la mayoría de las especies del género *Canthon* son ágiles voladores en comparación con otros escarabajos peloteros que tienen dificultades para desplazarse hacia el alimento incluso a cortas distancias. Esto puede permitirles localizar y utilizar pequeñas cantidades de estiércol que se han adherido a hojas o ramas en el dosel, gracias a esa mayor capacidad de dispersión (Larsen et al., 2006).

El género *Uroxys* se ha registrado en mayor abundancia en mosaico agropecuario. Las especies de este género se distribuyen en las áreas tropicales y subtropicales, principalmente en regiones húmedas, de América, desde Argentina hasta México, excepto en las Antillas Mayores (Escobar, 2000). En el estudio de Armijos-Armijos y sus colaboradores (2022) este género se presentó con mayor abundancia y riqueza de especies en plantaciones forestales, cobertura similar a la de estudio, además Armijos-Armijos y sus colaboradores (2022) manifiestan que el género *Uroxys* en plantaciones forestales cuenta con disponibilidad de recurso alimenticio de los mamíferos silvestres que visitan estas áreas y depositan abundante

excremento del que pueden alimentarse los escarabeíños y desarrollar sus funciones biológicas. En el presente trabajo también se halló la mayoría de individuos de este género en las coprotrampas.

Con una baja abundancia el género *Scatimus* fue registrado solo en el pastizal, un hábitat que parece ser preferido por este género, ya que Díaz y sus colaboradores (2010) hallaron especies de este género solo en potreros, bajo alambrados vivos y alejados de fragmentos en un bosque húmedo tropical fragmentado en México.

El género *Ateuchus* estuvo presente con mayor abundancia en mosaico agropecuario seguido por bosque nativo. *Ateuchus* es un género que se encuentra exclusivamente en el Nuevo Mundo, con una mayor diversidad en América del Sur, donde se estima que existen más de cien especies (Moctezuma et al., 2018). Haciendo alusión al trabajo de Bourg y sus colaboradores (2016) realizado en fragmentos de un bosque tropical y pastos para ganado en México, el género *Ateuchus* estuvo presente tanto en necrotrampas como en la carroña, resultados que coinciden con lo hallado en este estudio.

Se registró al género *Onthophagus* con una alta abundancia en las tres coberturas vegetales. Según Davis y sus colaboradores (2002) este género habita en todos los continentes excepto en la Antártida y en una amplia gama de hábitats que van desde el desierto hasta el bosque húmedo tropical. En el presente estudio los individuos de este género fueron recolectados tanto en las coprotrampas como en necrotrampas, pero el 66 % de los individuos fueron capturados en las coprotrampas. De acuerdo con Emlen y sus colaboradores (2005) muchas especies de *Onthophagus* muestran preferencias fuertes y específicas por el estiércol, y las especies existentes a nivel global se alimentan de una gran variedad de fuentes de estiércol (ciervos, antílopes, marmotas, caballos, monos, tapires, agutíes, elefantes, ratas, canguros, perros de las praderas, perezosos, sapos); algunas especies incluso usan recursos como frutas, hongos y carroña.

De los géneros *Coprophanaeus*, *Deltochilum* y *Dichotomius* solo se recolectó un individuo, por lo cual no se puede asumir su preferencia por un tipo de cobertura vegetal. Estos tres géneros se encuentran ampliamente registrados en la región Neotropical, incluyendo a Ecuador, sin embargo la baja abundancia de los géneros *Coprophanaeus* y *Dichotomius* en el estudio puede estar relacionada con la época de verano en la que fue realizado el muestreo, ya que se ha observado que la temporada de lluvias favorece la presencia de individuos de dichos géneros (Salomão y Iannuzzi, 2015; Pardo-Díaz et al., 2019). En cuanto a *Deltochilum* de acuerdo con González y sus colaboradores (2009) el género depende directamente de los

excrementos y carroña de grandes mamíferos, por ello este género es vulnerable ante la transformación del hábitat. Cabe recalcar que en el área de estudio no se cuenta con un inventario de fauna sino solo con avistamientos de pequeños mamíferos que habitan en la zona: ardillas, zorros, guatusas, conejos y armadillos (GAD Huertas, 2015), esta relación entre este género y los grandes mamíferos puede explicar la baja abundancia del mismo.

Las trampas cebadas con excremento humano fueron las más eficaces capturando un 69 % de los individuos. Según Simmons y Ridsdill-Smith (2011) la coprofagia es el hábito alimentario actual predominante de los escarabajos peloteros, seguido de la necrofagia. El estiércol de los mamíferos omnívoros y herbívoros es la principal fuente de alimento utilizada por la mayoría de las especies de Scarabaeinae para anidar y alimentarse de adultos y larvas (Simmons y Ridsdill-Smith, 2011). En el estudio de Da Silva y sus colaboradores (2012), el 75 % de los individuos se sintieron atraídos por las heces humanas, lo que confirma que es uno de los cebos más importantes para la captura efectiva de Scarabaeinae en el Neotrópico, tanto en bosques como en pastizales.

La comunidad de Scarabaeinae presentó diferencias en cuanto a su composición y estructura en los tres tipos de coberturas vegetales estudiadas. Según Almeida y Louzada (2009) diferentes formaciones vegetales influyen en las diferentes estructuras comunitarias de escarabajos coprófagos, de manera que cada formación vegetal (diversidad local) es fundamental para el mantenimiento de la diversidad regional. Las diferencias encontradas entre las coberturas vegetales en este estudio fueron tanto en relación con el número de individuos como al número de géneros, e igualmente en la composición de los géneros de las comunidades de Scarabaeinae. La mayor abundancia se registró en el mosaico agropecuario, mientras que la mayor riqueza de géneros se dio en el pastizal. Se ha propuesto que la fauna de Scarabaeinae está influenciada por la cobertura del dosel en paisajes ganaderos, más que por la oferta del recurso, el cual es abundante en este tipo de paisajes (Halfpter y Arellano, 2002; Navarrete y Halfpter, 2008) ya que la cubierta del dosel tiene probablemente una influencia indirecta sobre los escarabajos peloteros a través de la regulación de varias condiciones microclimáticas del suelo y del sotobosque, como el calor radiante, la intensidad de la luz, la temperatura y humedad del aire, y la temperatura y humedad del suelo (Tuff et al., 2016). Sin embargo, características como la densidad del dosel y la complejidad de la estructura vegetal pueden ser determinantes en la heterogeneidad ambiental de los hábitats (Trzcinski et al., 1999), lo cual permitiría mantener una riqueza de especies similar a áreas mejor conservadas o intactas.

El mosaico agropecuario, cobertura donde se capturó más del 75 % de los individuos de Scarabaeinae, está compuesto por una gran variedad de plantaciones, tales como: café (*Coffea arabica* L.), caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), cacao (*Theobroma cacao* L.), guabo (*Inga insignis* Kunth), guayaba (*Psidium guajava* L.), pomarrosa (*Syzygium jambos* (L.) Alston.), naranjo (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck), mandarina (*Citrus reticulata* Blanco), zapote (*Matisia cordata* Bonpl.), chonta (*Bactris gasipaes* Kunth), higuierón (*Ficus cuatrecasana*), cabuya (*Furcraea andina* Trel), amarillo (*Centrolobium ochroxylum* Rose ex Rudd), ciruelo (*Spondias purpurea* L.), limón real (*Citrus limon* (L.) Osbeck.), limón sutil (*Citrus aurantifolia*), achiote (*Bixa orellana* L.), papaya (*Carica papaya* L.), mango (*Mangifera indica* L.), aguacate (*Persea americana* Mill.), guineo (*Musa sapientum* L.), plátano (*Musa x paradisiaca* L.), etc. Pineda y sus colaboradores (2005) encontraron una mayor riqueza en cafetal con respecto a fragmentos de bosque tropical montano nublado en México, lo cual puede atribuirse a que este es un hábitat con ciertas condiciones favorables como una mínima cobertura vegetal que alcanza a proteger a los individuos y disminuye la desecación del excremento y permite que el suelo sea de fácil remoción. En algunos casos estas zonas de cultivo pueden llegar a albergar mayor biodiversidad, en especial cuando incluyen una gran agrodiversidad, contribuyendo a la conservación regional (Escobar et al., 2007). Resultados similares se obtuvieron en el estudio de Shahabuddin y sus colaboradores (2005) en donde el ensamblaje de escarabajos coprófagos mostró una tendencia a asociarse con el hábitat de cafetal, lo cual está relacionado con los procesos de reducción del bosque y la pobreza de cobertura del pastizal. Este grado de asociación a un determinado hábitat depende adicionalmente de las condiciones microclimáticas, la calidad y la disponibilidad del recurso, el tipo de suelo, la historia evolutiva y las condiciones ecológicas existentes, generando diferentes niveles de adaptación a matrices transformadas (Horgan, 2009). Según Giménez Gómez y sus colaboradores (2018) muchas especies de escarabajos coprófagos poseen estrechas tolerancias abióticas, por lo que las perturbaciones que alteran los factores microclimáticos afectan directamente a la diversidad de escarabajos coprófagos. Por lo tanto Giménez Gómez y sus colaboradores (2018) plantean que las condiciones microclimáticas en el sotobosque, más que el tipo de vegetación o la presencia de ganado, pueden determinar los patrones de los escarabajos coprófagos en los usos del suelo de las regiones tropicales y subtropicales.

Por otra parte, y contrariamente a lo esperado, fue en el bosque nativo donde se encontró la menor riqueza en este estudio. Este resultado podría deberse a que aquí fue en donde se

encontraron más trampas dañadas: un 12,35 % del total de 24,69 % de trampas que no fueron efectivas, lo cual se puede atribuir a la presencia de pequeños mamíferos e incluso reptiles presentes en esta área, además que es la única cobertura que no se encuentra cerca a una fuente de agua. En esta cobertura se encuentran diversos tipos de plantas como: caucho (*Hebea brasiliensis* Muell. Arg.), higuerón (*Ficus cuatrecasana*), ceibo (*Ceiba trichistandra* (A. Gray) Bakh.), cabuya (*Furcraea andina* Trel), pomarroja (*Syzygium jambos* (L.) Alston.), maco maco (*Myrsine sodiroana* (Mez) Pipoly), guabo (*Inga insignis* Kunth), balsa (*Ochroma pyramidale*), porotillo (*Erythrina smithiana* Krukoff), guadua (*Guadua angustifolia* Kunth), mango (*Mangifera indica* L.), etc. De acuerdo con Scholtz y sus colaboradores (2009) los conjuntos de escarabajos peloteros están compuestos por especies con diferentes rangos de hábitat, y algunas especies de coprófagos que viven en áreas forestales no pueden cruzar hábitats modificados, o pueden limitarse a ocupar elementos específicos de las matrices perturbadas que son menos duras (por ejemplo, hábitats que presentan características similares a los bosques nativos). Como consecuencia, algunas especies se limitan a los remanentes de bosque, mientras que otras ocupan con éxito hábitats perturbados y fragmentados (Scholtz et al., 2009). Por esto se sugiere identificar hasta nivel de especie ya que nos brindaría información más a detalle sobre la presencia o ausencia de las especies en una o varias coberturas vegetales y a qué se debe la selección de cierto tipo de hábitat.

En el pastizal se encontró la abundancia más baja, en esta cobertura existen plantas como eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.), pomarroja (*Syzygium jambos* (L.) Alston), guabo (*Inga insignis* Kunth). Aunque en esta zona hay abundancia de estiércol procedente de las vacas, según Giménez Gómez y sus colaboradores (2018) este estiércol es probablemente un recurso de baja calidad ya que la mayoría de las especies prefieren el estiércol de las especies omnívoras en lugar de las herbívoras; esta baja preferencia probablemente podría explicar el papel secundario de la presencia de ganado. Además, la capacidad de las especies nativas para explotar hábitats abiertos probablemente esté más relacionada con la tolerancia fisiológica que con la disponibilidad de recursos (Giménez Gómez et al., 2018).

En cuanto a la composición se encontraron diferencias significativas entre las tres coberturas vegetales. Las tres coberturas de vegetación evaluadas, a pesar de estar muy próximas entre sí, muestran comunidades de Scarabaeinae diferentes, precisamente por las diferencias estructurales y de composición de las mismas. Cambios en la estructura de la vegetación y en particular la eliminación del dosel, así como la oferta espacial y temporal del excremento, modulan el ensamblaje de los escarabajos del estiércol (León, 2015).

El género que más contribuye a la disimilitud entre las coberturas vegetales es *Canthon*, y es mucho más abundante en mosaico agropecuario seguido por el bosque nativo, según Cultid-Medina y sus colaboradores (2012) las especies de *Canthon* son particularmente sensibles a la pérdida de estructura vegetal y a la reducción en el área de los bosques, esta puede ser una razón por la cual solo se encontró 3 individuos de este género en pastizal, a diferencia de mosaico agropecuario y bosque nativo coberturas que le brindan un hábitat apropiado para su supervivencia debido a la presencia de una gran variedad de plantaciones y de árboles.

La subfamilia Scarabaeinae en la parroquia Huertas mostró ser un buen indicador del estado de la cobertura vegetal ya que los géneros *Canthon*, *Ateuchus* y *Uroxys* estuvieron presentes con una alta abundancia en bosque nativo y mosaico agropecuario, coberturas que se encuentran mejor conservadas en comparación al pastizal. Especies de los géneros *Deltochilum*, *Eurysternus*, *Canthon*, *Ateuchus* y *Uroxys*, son de hábitos umbrófilos (que se sitúa o ubica en lugares con sombra) (Robledo, 2012), aunque se encontró una baja abundancia de *Deltochilum* y *Eurysternus* especies de estos géneros también se consideran como indicadoras de ambientes no perturbados. De acuerdo con (Villamarín-Cortez, 2014) las especies del género *Onthophagus* se consideran también como grupo indicador, ya que son los de mayor divergencia funcional. En su estudio encontró a este género tanto en zonas de asentamientos humanos y en bosques en la Reserva de Biósfera Sumaco, en el presente estudio *Onthophagus* se halló con una gran abundancia en las tres coberturas vegetales, por lo tanto, este género se encuentra dominando todos los sistemas.

Las especies de este género mantienen la funcionalidad de los ecosistemas ya que aportan servicios ecológicos importantes derivados de la remoción de excremento como reciclaje, bioturbación, dispersión secundaria de semillas y el evitar la proliferación de plagas (Villamarín-Cortez, 2014).

Los géneros de escarabajos copronecrófagos en el presente estudio son adecuados a la cobertura vegetal en donde se encontraron; sin embargo, habría que identificar hasta nivel de especie para que se pueda aportar información relevante sobre el estado de conservación del ecosistema.

## **8. Conclusiones**

La riqueza y abundancia de escarabajos copronecrófagos varía en las tres coberturas vegetales, mosaico agropecuario presentó la mayor abundancia de escarabajos, esta cobertura cuenta con diversas plantaciones y presencia de mamíferos pequeños, por ende de recursos. Pastizal presentó la mayor riqueza, en esta cobertura los recursos alimentarios son homogéneos

lo cual incide en un aumento en la abundancia de unas pocas especies que mostraron mejor adaptación al excremento del ganado vacuno. Así mismo los escarabeíno presentes en esta cobertura lograron adaptarse a las condiciones microclimáticas de los pastos.

Mosaico agropecuario y bosque nativo presentan mejor cobertura vegetal en comparación al pastizal sin embargo esta cobertura presentó la mayor riqueza de géneros, por lo cual se infiere que no sólo la cobertura vegetal es prioritaria para el desarrollo de los escarabajos copronecrófagos, se propone estudiar la influencia de la temperatura, la humedad, el dosel y las propiedades del suelo sobre los escarabajos copronecrófagos.

Se identificaron un total de 2998 individuos, agrupados en diez géneros, siendo *Canthon* el género más abundante registrando el 49 % de individuos del total, seguido del género *Ateuchus* con un 23 %, ambos géneros estuvieron presentes en las tres coberturas vegetales.

## 9. Recomendaciones

Se recomienda identificar a los escarabajos de la subfamilia Scarabaeinae hasta nivel de especie con la ayuda de especialistas, ya que esto nos brindaría más información acerca de sus preferencias, además de que se podrían obtener nuevos datos de distribución.

Se debe tener en cuenta otro tipo de cebos además del excremento humano y de las vísceras de pollo de los que suelen alimentarse los escarabajos generalistas ya que también se encuentran atraídos por frutas en descomposición, hongos e inclusive existen especies especialistas que consumen exclusivamente milpiés y especies de hormigas cortadoras de hojas, el pasar por alto estos tipos de alimentación se podría perder el registro de nuevas especies para el país.

Se recomienda realizar investigaciones en áreas intervenidas por la minería ya que los escarabajos coprófagos se utilizan como bioindicadores porque responden rápidamente a los cambios ambientales, identificando especies indicadoras de estas zonas alteradas.

Se sugiere estudiar el tamaño (o masa) corporal de los escarabajos peloteros ya que se conoce que existe un estrecho vínculo entre el tamaño del escarabajo pelotero, la cantidad y calidad del estiércol y la función del ecosistema.



## 10. Bibliografía

- Almeida, S. da S. P. de, y Louzada, J. N. C. (2009). Estructura da comunidade de Scarabaeinae (Scarabaeidae: Coleoptera) em fitofisionomias do cerrado e sua importância para a conservação. *Neotropical Entomology*, 38(1), 32–43. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2009000100003>
- Alvarado, F., Salomão, R. P., Hernandez-Rivera, Á., y de Araujo Lira, A. F. (2020). Different responses of dung beetle diversity and feeding guilds from natural and disturbed habitats across a subtropical elevational gradient. *Acta Oecologica*, 104. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2020.103533>
- Armijos-Armijos, C., Paucar-Cabrera, A., y Mendoza-León, C. (2022). Riqueza y abundancia de escarabajos peloteros en un área de conservación periurbana de Loja, Ecuador. *CEDAMAZ*, 12(1), 1–8. <https://doi.org/10.54753/cedamaz.v12i1.1191>
- Bizerril, M. X. A., y Raw, A. (1998). Feeding behaviour of bats and the dispersal of *Piper arboreum* seeds in Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, 14(1), 109–114. <https://doi.org/10.1017/S0266467498000108>
- Bouchard, P., Bousquet, Y., Davies, A., Alonso-Zarazaga, M., Lawrence, J., Lyal, C., Newton, A., Reid, C., Schmitt, M., Slipinski, A., y Smith, A. (2011). Family-Group Names In Coleoptera (Insecta). *ZooKeys*, 88. <https://doi.org/10.3897/zookeys.88.807>
- Bourg, A., Escobar, F., MacGregor-Fors, I., y Moreno, C. E. (2016). Got Dung? Resource Selection by Dung Beetles in Neotropical Forest Fragments and Cattle Pastures. *Neotropical Entomology*, 45(5), 490–498. <https://doi.org/10.1007/s13744-016-0397-7>
- Cabral-de-Mello, D. C., de Oliveira, S. G., Ramos, I. C., y de Moura, R. de C. (2008). Karyotype differentiation patterns in species of the subfamily Scarabaeinae (Scarabaeidae, Coleoptera). *Micron*, 39(8), 1243–1250. <https://doi.org/10.1016/j.micron.2008.04.002>
- Carrión-Paladines, V., Fries, A., Muñoz, A., Castillo, E., García-Ruiz, R., y 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>
- Carvajal, V., Villamarin, S., y Ortega, A. (2011). Escarabajos del Ecuador: Principales géneros. In *Instituto de Ciencias Biológicas Escuela Politécnica Nacional: Vol. Serie Ento* (Issue 1).
- Chamorro, W., Marín-Armijos, D., Granda, V., y Vaz-de-Mello, F. Z. (2018). Listado de

- especies y clave de géneros y subgéneros de escarabajos estercoleros (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) presentes y presuntos para Ecuador. *Revista Colombiana de Entomología*, 44(1), 72. <https://doi.org/10.25100/socolen.v44i1.6545>
- Chamorro, W. R., Gallo, F. O., Delgado, S., Enríquez, S. I., Guasumba, V., y López-Iborra, G. (2019). Los escarabajos estercoleros (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) del Bosque Protector Oglán Alto, Pastaza, Ecuador. *Biota Colombiana*, 20(1), 34–49. <https://doi.org/10.21068/c2019.v20n01a03>
- Clarke, K. R. (1993). Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Austral Ecology*, 18(1), 117–143. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.1993.tb00438.x>
- Colwell, R. K., y Coddington, J. A. (1994). Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 345(1311), 101–118. <https://doi.org/10.1098/rstb.1994.0091>
- Cuasmiquer, M. (2015). *Escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) como indicadores de diversidad biológica en la Parroquia de Lita. Imbabura-Ecuador*. 1–63.
- Cultid-Medina, C. A., Medina-Uribe, C. A., Martínez-Quintero, B. G., Escobar-Villa, A. F., Constantino-Chuaire, L. M., y Betancur-Posada, N. J. (2012). Escarabajos coprófagos (Scarabaeinae) del Eje Cafetero: guía para el estudio ecológico. In *Biota Colombiana*. Cenicafé, Federación Nacional de Cafeteros de Colombia y Wild life Conservation Society. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1013.9049>
- da Silva, P. G., Vaz-de-Mello, F. Z., y Di Mare, R. A. (2012). Attractiveness of different bait to the Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) in Forest Fragments in Extreme Southern Brazil. *Zoological Studies*, 51(4), 429–441.
- Davis, A. L. V., Scholtz, C. H., y Philips, T. K. (2002). Historical biogeography of scarabaeine dung beetles. *Journal of Biogeography*, 29(9), 1217–1256. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2699.2002.00776.x>
- De Farias, P. M., y Medina Hernández, M. I. (2017). Dung Beetles Associated with Agroecosystems of Southern Brazil: Relationship with Soil Properties. *Revista Brasileira de Ciência Do Solo*, 41, 1–13. <https://doi.org/10.1590/18069657rbcs20160248>
- Díaz, A., Galante, E., y Favila, M. E. (2010). The Effect of the Landscape Matrix on the Distribution of Dung and Carrion Beetles in a Fragmented Tropical Rain Forest. *Journal of Insect Science*, 10(81), 1–16. <https://doi.org/10.1673/031.010.8101>
- Edgar, C. R., y Lobo, J. M. (2012). The Distribution of the Species of *Eurysternus* Dalman,

- 1824 (Coleoptera: Scarabaeidae) in America: Potential Distributions and the Locations of Areas to be Surveyed. *Tropical Conservation Science*, 5(2), 225–244. <https://doi.org/10.1177/194008291200500210>
- Emlen, D. J., Marangelo, J., Ball, B., y Cunningham, C. W. (2005). DIVERSITY IN THE WEAPONS OF SEXUAL SELECTION: HORN EVOLUTION IN THE BEETLE GENUS ONTHOPHAGUS (COLEOPTERA: SCARABAEIDAE). *Evolution*, 59(5), 1060–1084. <https://doi.org/10.1111/j.0014-3820.2005.tb01044.x>
- Escobar, F. (2000). Diversidad y distribución de los escarabajos del estiércol (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae ) de Colombia. In *Monografías Tercer Milenio* (Vol. 1).
- Escobar, F., Halffter, G., y Arellano, L. (2007). From forest to pasture: an evaluation of the influence of environment and biogeography on the structure of beetle (Scarabaeinae) assemblages along three altitudinal gradients in the Neotropical region. *Ecography*, 30(2), 193–208. <https://doi.org/10.1111/j.2007.0906-7590.04818.x>
- Escobar, F., Halffter, G., Solís, Á., Halffter, V., y Navarrete, D. (2008). Temporal shifts in dung beetle community structure within a protected area of tropical wet forest: a 35-year study and its implications for long-term conservation. *Journal of Applied Ecology*, 45(6), 1584–1592. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2008.01551.x>
- Filgueiras, B. K. C., Tabarelli, M., Leal, I. R., Vaz-de-Mello, F. Z., y Iannuzzi, L. (2015). Dung beetle persistence in human-modified landscapes: Combining indicator species with anthropogenic land use and fragmentation-related effects. *Ecological Indicators*, 55, 65–73. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.02.032>
- Floate, K. D., Wardhaugh, K. G., Boxall, A. B. A., y Sherratt, T. N. (2005). Fecal Residues of Veterinary Parasiticides: Nontarget Effects in the Pasture Environment. *Annual Review of Entomology*, 50(1), 153–179. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.50.071803.130341>
- GAD Huertas. (2015). *Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Huertas*. SNI. [http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdocumentofinal/0760027700001\\_PD\\_OT\\_Huertas\\_2015\\_integrado\\_29-10-2015\\_18-50-57.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0760027700001_PD_OT_Huertas_2015_integrado_29-10-2015_18-50-57.pdf)
- GAD Huertas. (2021). *Flora y Fauna de la parroquia Huertas*. GAD Parroquial Huertas. <http://gadhuertas.gob.ec/index.php/ct-menu-item-17/ct-menu-item-27>
- Giménez Gómez, V. C., Verdú, J. R., Guerra Alonso, C. B., y Zurita, G. A. (2018). Relationship between land uses and diversity of dung beetles (Coleoptera: Scarabaeinae) in the southern Atlantic forest of Argentina: which are the key factors? *Biodiversity and*

- Conservation*, 27(12), 3201–3213. <https://doi.org/10.1007/s10531-018-1597-8>
- Giménez Gómez, Victoria C., Verdú, J. R., Gómez-Cifuentes, A., Vaz-de-Mello, F. Z., y Zurita, G. A. (2018). Influence of land use on the trophic niche overlap of dung beetles in the semideciduous Atlantic forest of Argentina. *Insect Conservation and Diversity*, 11(6), 554–564. <https://doi.org/10.1111/icad.12299>
- González, F. A., y Medina, C. A. (2015). The genus *Ontherus* Erichson 1847 (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae): description of a new species, and notes on the genus in Colombia. *Zootaxa*, 3949(1), 82. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3949.1.3>
- González, F., Molano, F., y Medina, C. (2009). Los subgéneros *Calhyboma*, *Hybomidium* y *Telhyboma* (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae: *Deltochilum*) en Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 35(2), 253–274. <https://doi.org/10.25100/socolen.v35i2.9228>
- Halfpter, G., y Arellano, L. (2002). Response of Dung Beetle Diversity to Human-induced Changes in a Tropical Landscape. *Biotropica*, 34(1), 144–154. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2002.tb00250.x>
- Hammer, O., Harper, D., y Ryan, P. (2001). PAST: Palaeontological Statistics Software Package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1).
- Horgan, F. G. (2009). Invasion and retreat: shifting assemblages of dung beetles amidst changing agricultural landscapes in central Peru. *Biodiversity and Conservation*, 18(13), 3519–3541. <https://doi.org/10.1007/s10531-009-9658-7>
- Korasaki, V., Lopes, J., Gardner Brown, G., y Louzada, J. (2013). Using dung beetles to evaluate the effects of urbanization on Atlantic Forest biodiversity. *Insect Science*, 20(3), 393–406. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7917.2012.01509.x>
- Larsen, T. H., Lopera, A., y Forsyth, A. (2006). Extreme trophic and habitat specialization by Peruvian dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Coleopterists Bulletin*, 60(4), 315–324. [https://doi.org/10.1649/0010-065X\(2006\)60\[315:ETAHSB\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1649/0010-065X(2006)60[315:ETAHSB]2.0.CO;2)
- León, E. (2015). Diversidad de escarabajos coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) de un paisaje fragmentado de uso ganadero en el Magdalena Medio Antioqueño. In *Universidad Nacional de Colombia*. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/54000>
- Lindenmayer, D. B., Gibbons, P., Bourke, M., Burgman, M., Dickman, C. R., Ferrier, S., Fitzsimons, J., Freudenberger, D., Garnett, S. T., Groves, C., Hobbs, R. J., Kingsford, R. T., Krebs, C., Legge, S., Lowe, A. J., Mclean, R., Montambault, J., Possingham, H., Radford, J., ... Zerger, A. (2012). Improving biodiversity monitoring. *Austral Ecology*,

- 37(3), 285–294. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.2011.02314.x>
- Manning, P., y Cutler, G. C. (2018). Ecosystem functioning is more strongly impaired by reducing dung beetle abundance than by reducing species richness. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 264(May), 9–14. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.05.002>
- Moctezuma, V., Sánchez-Huerta, J. L., y Halffter, G. (2018). Two new species of *Ateuchus* with remarks on ecology, distributions, and evolutionary relationships (Coleoptera, Scarabaeidae, Scarabaeinae). *ZooKeys*, 747(747), 71–86. <https://doi.org/10.3897/zookeys.747.22731>
- Morejón, G. (2022). *Sociedad Entomológica Ecuatoriana*. <http://entomologia.ec/db/familia.php?familia=Scarabaeidae>
- Moret, P. (2009). Altitudinal distribution, diversity and endemism of Carabidae (Coleoptera) in the páramos of Ecuadorian Andes. *Annales de La Société Entomologique de France (N.S.)*, 45(4), 500–510. <https://doi.org/10.1080/00379271.2009.10697632>
- Navarrete, D., y Halffter, G. (2008). Dung beetle (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) diversity in continuous forest, forest fragments and cattle pastures in a landscape of Chiapas, Mexico: the effects of anthropogenic changes. *Biodiversity and Conservation*, 17(12), 2869–2898. <https://doi.org/10.1007/s10531-008-9402-8>
- Nichols, E., Spector, S., Louzada, J., Larsen, T., Amezcua, S., y Favila, M. E. (2008). Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. *Biological Conservation*, 141(6), 1461–1474. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.04.011>
- Pardo-Díaz, C., Lopera Toro, A., Peña Tovar, S. A., Sarmiento-Garcés, R., Sánchez Herrera, M., y Salazar, C. (2019). Taxonomic reassessment of the genus *Dichotomius* (Coleoptera: Scarabaeinae) through integrative taxonomy. *PeerJ*, 7(8), e7332. <https://doi.org/10.7717/peerj.7332>
- Pineda, E., Moreno, C., Escobar, F., y Halffter, G. (2005). Frog, Bat, and Dung Beetle Diversity in the Cloud Forest and Coffee Agroecosystems of Veracruz, Mexico. *Conservation Biology*, 19(2), 400–410. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.00531.x>
- Puker, A., Correa, C. M. A., y Korasaki, V. (2014). Deltochilini and Phanaeini dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) in introduced and native ecosystems of Brazil. *Journal of Natural History*, 48(35–36), 2105–2116. <https://doi.org/10.1080/00222933.2014.908969>
- Ratcliffe, B., y Jameson, M. L. (2002). *Key to Families and Subfamilies of Scarabaeoidea of*

*the New World*. UNL State Museum - Division of Entomology.

- Robledo, J. (2012). *Diversidad de escarabajos coprófagos, necrófagos y copronecrófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) de ambientes conservados y alterados del bosque "Pelejo" - San Martín*. Universidad Nacional de Piura.
- Salomão, R. P., y Iannuzzi, L. (2015). Dung beetle (Coleoptera, Scarabaeidae) assemblage of a highly fragmented landscape of Atlantic forest: from small to the largest fragments of northeastern Brazilian region. *Revista Brasileira de Entomologia*, 59(2), 126–131. <https://doi.org/10.1016/j.rbe.2015.03.008>
- Sánchez-de-Jesús, H. A., Arroyo-Rodríguez, V., Andresen, E., y Escobar, F. (2016). Forest loss and matrix composition are the major drivers shaping dung beetle assemblages in a fragmented rainforest. *Landscape Ecology*, 31(4), 843–854. <https://doi.org/10.1007/s10980-015-0293-2>
- Sarmiento-Garcés, R., y Hernández, M. I. M. (2021). A decrease in taxonomic and functional diversity of dung beetles impacts the ecosystem function of manure removal in altered subtropical habitats. *PLoS ONE*, 16(1), e0244783. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0244783>
- Scholtz, C., Davis, A., y Kryger, U. (2009). *Evolutionary Biology and Conservation of Dung Beetles* (Issue January).
- Shahabuddin, Schulze, C. H., y Tschardtke, T. (2005). Changes of dung beetle communities from rainforests towards agroforestry systems and annual cultures in Sulawesi (Indonesia). *Biodiversity and Conservation*, 14(4), 863–877. <https://doi.org/10.1007/s10531-004-0654-7>
- Simmons, L. W., y Ridsdill-Smith, T. J. (2011). Ecology and Evolution of Dung Beetles. In L. W. Simmons y T. J. Ridsdill-Smith (Eds.), *Ecology and Evolution of Dung Beetles*. John Wiley y Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781444342000>
- Spector, S. (2006). Scarabaeine Dung Beetles (coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae): An Invertebrate Focal Taxon for Biodiversity Research and Conservation. *The Coleopterists Bulletin*, 60(5), 71–83. [https://doi.org/10.1649/0010-065X\(2006\)60\[71:SDBCSS\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1649/0010-065X(2006)60[71:SDBCSS]2.0.CO;2)
- Trzcinski, M. K., Fahrig, L., y Merriam, G. (1999). Independent Effects of Forest Cover and Fragmentation on the Distribution of Forest Breeding Birds. *Ecological Applications*, 9(2), 586. <https://doi.org/10.2307/2641146>
- Tuff, K. T., Tuff, T., y Davies, K. F. (2016). A framework for integrating thermal biology into

fragmentation research. *Ecology Letters*, 19(4), 361–374.  
<https://doi.org/10.1111/ele.12579>

Vaz-de-Mello, F. Z., Edmonds, W. D., Ocampo, F. C., y Schoolmeesters, P. (2011). A multilingual key to the genera and subgenera of the subfamily Scarabaeinae of the New World (Coleoptera: Scarabaeidae). *Zootaxa*, 2854(1), 1.  
<https://doi.org/10.11646/zootaxa.2854.1.1>

Villamarín-Cortez, S. (2010). Escarabajos Estercoleros (Coleoptera: Scarabaeinae) de El Goaltal, provincia de Carchi, Ecuador: lista anotada de especies y ecología. *ACI Avances En Ciencias e Ingenierías*, 2(3), 98–103. <https://doi.org/10.18272/aci.v2i3.52>

Villamarín-Cortez, S. (2014). *Influencia de asentamientos humanos en la diversidad funcional de escarabajos estercoleros (Scarabaeidae: Scarabaeinae) de la reserva de biosfera Sumaco*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Zambrano, J. (2016). Escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) como indicadores de diversidad biológica en el cantón Lago Agrio - Provincia de Sucumbíos. In *Universidad Técnica Particular de Loja*.

Zhang, S.-Q., Che, L.-H., Li, Y., Dan Liang, Pang, H., Ślipiński, A., y Zhang, P. (2018). Evolutionary history of Coleoptera revealed by extensive sampling of genes and species. *Nature Communications*, 9(1), 205. <https://doi.org/10.1038/s41467-017-02644-4>



## 11. Anexos

### Anexo 1. Colocación de trampas pitfall en pastizal



### Anexo 2. Área de bosque nativo en la parroquia Huertas





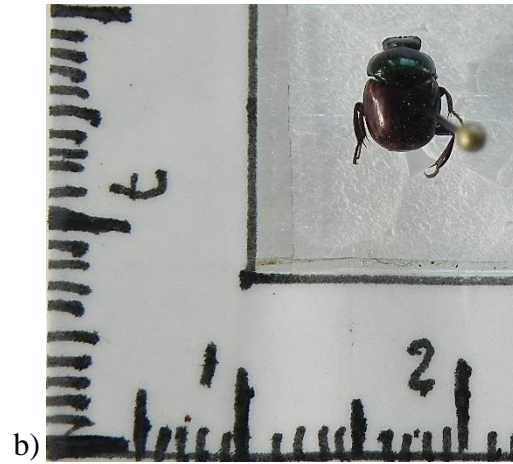
**Anexo 3.** Colocación de trampas pitfall en el área de mosaico agropecuario



**Anexo 4.** Tabla de temperatura y humedad registradas en la parroquia Huertas

TABLA DE TEMPERATURA Y HUMEDAD PARROQUIA HUERTAS						
COBERTURA VEGETAL	# DE MUESTREO	TEMPERATURA (ambiente)		TEMPERATURA (suelo)		HUMEDAD (%)
		MÁX. (°C)	MÍN. (°C)	MÁX. (°C)	MÍN. (°C)	
MOSAICO AGROPECUARIO	Muestreo 1	26,6	21,9	30,8	20,7	69
	Muestreo 2	25,2	20,2	29,6	19,4	73
	Muestreo 3	28,1	23,3	31,6	21,5	66
PASTIZAL	Muestreo 1	28,8	22,4	31,4	21,2	62
	Muestreo 2	27,5	21,6	30,9	20,7	64
	Muestreo 3	30,6	25,4	32,1	31,3	60
BOSQUE NATIVO	Muestreo 1	27,9	22,1	31,2	20,9	67
	Muestreo 2	26,3	21,3	30,7	20,4	70
	Muestreo 3	29,4	24,1	31,8	21,6	64

**Anexo 5.** Ejemplares de géneros de Scarabaeinae capturados en las coberturas vegetales de la parroquia Huertas: a) *Ateuchus*, b) *Canthon*, c) *Coprophanaeus*, d) *Dichotomius*, e) *Eurysternus*, f) *Ontherus*, g) *Onthophagus*, h) *Scatimus*, i) *Uroxys*



Anexo 5. Continuación.



e)



f)

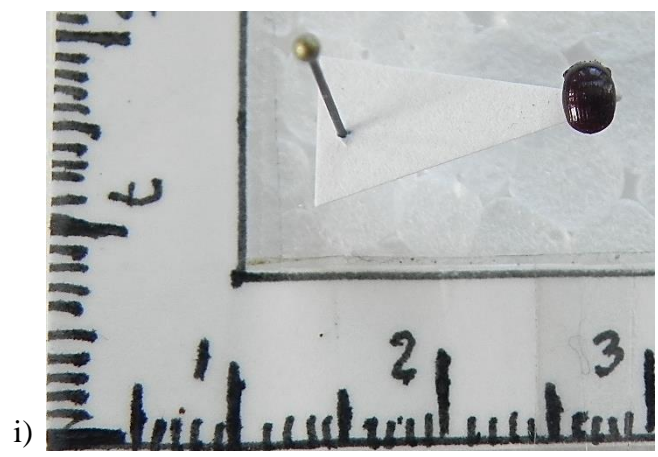
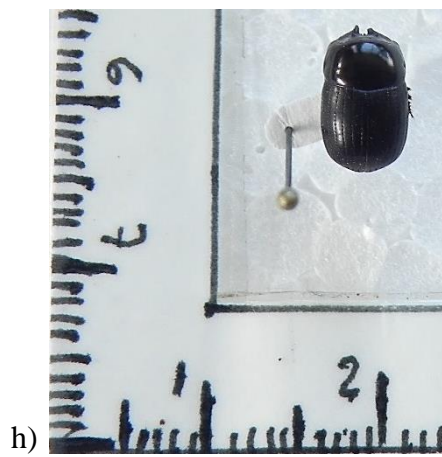


g)





Anexo 5. Continuación



**Anexo 6.** Certificación de traducción del Resumen (Abstract)

**CERTIFICACIÓN DE TRADUCCIÓN DEL RESUMEN (ABSTRACT)**

Lic. Mirna Carola Romero Coloma,  
**MAGISTER EN ENSEÑANZA DE INGLÉS COMO IDIOMA EXTRANJERO**  
**DOCTORA EN EDUCACIÓN**

**Certifico:**

Que he traducido minuciosamente el Resumen del Trabajo de Titulación titulado:

“Comparación de la riqueza y la abundancia de escarabajos copronecrófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) en diversos tipos de cobertura vegetal en la parroquia Huertas, cantón Zaruma” de autoría de **Nataly Rocío Castro Aguilar**, egresada de la Carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente en la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional de Loja, previa a la obtención del título de Ingeniera en Manejo y Conservación del Medio Ambiente.

Es todo lo que puedo certificar en honor a la verdad, autorizando a la interesado hacer uso del presente en lo que estime conveniente.

Durán, 12 de noviembre del 2022



Firmado electrónicamente por:  
**MIRNA CAROLA**  
**ROMERO COLOMA**

---

Lic. Mirna Carola Romero Coloma  
**MAGISTER EN ENSEÑANZA DE INGLÉS COMO IDIOMA EXTRANJERO**  
**DOCTORA EN EDUCACIÓN**  
CI: 0919164426  
Celular: 0997366437