



UNL

Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad de Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

Carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente

“Diversidad de escarabajos copronecrófagos de la subfamilia Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) y su relación con la estructura de la vegetación en tres áreas de la Estación Experimental El Padmi”

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

AUTOR:

Yandri Ariel Cuenca Herrera

DIRECTOR:

Blga. Aura Paucar Cabrera, PhD.

Loja – Ecuador

2023

Certificación

Loja, 6 de julio de 2023

Blga. Aura del Carmen Paucar Cabrera, PhD.

DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICO:

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Titulación denominado: **“Diversidad de escarabajos copronecrófagos de la subfamilia Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) y su relación con la estructura de la vegetación en tres áreas de la Estación Experimental El Padmi”**, previo a la obtención del título de **Ingeniero en Manejo y Conservación del Medio Ambiente**, de la autoría del estudiante **Yandri Ariel Cuenca Herrera**, con **cédula de identidad Nro.1105409187**, 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.



Blga. Aura del Carmen Paucar Cabrera, PhD.

DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Autoría

Yo, **Yandri Ariel Cuenca Herrera**, declaro ser autor del presente Trabajo de Titulación: **“Diversidad de escarabajos copronecrófagos de la subfamilia Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) y su relación con la estructura de la vegetación en tres áreas de la Estación Experimental El Pادمي”** y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente, acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi Trabajo de Titulación en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

Firma:



Autor: Yandri Ariel Cuenca Herrera

C.I.: 1105409187

Fecha: 5 de julio de 2023

Correo electrónico: yandri.cuenca@unl.edu.ec

Teléfono: 0999677512

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, **Yandri Ariel Cuenca Herrera**, declaro ser autor del Trabajo de Titulación denominado: **“Diversidad de escarabajos copronecrófagos de la subfamilia Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) y su relación con la estructura de la vegetación en tres áreas de la Estación Experimental El Pادمي”** como requisito para optar por el título de **Ingeniero 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 cinco días del mes de julio del dos mil veintitrés.



Firma:

Autor: Yandri Ariel Cuenca Herrera

Cédula de identidad: 1105409187

Dirección: Loja, calle Eplicachima y 10 de agosto

Correo electrónico: yandri.cuenca@unl.edu.ec

Teléfono: 0999677512

DATOS COMPLEMENTARIOS

Directora del Trabajo de Titulación: Blga. Aura del Carmen Paucar Cabrera, PhD.

Dedicatoria

Este trabajo de investigación está dedicado primeramente a Dios por haberme dado la vida, salud, fortaleza y fuerza para culminar mi carrera universitaria. A mis padres Armando Cuenca y Luz Herrera, a mis hermanos Brayán, Armando, Dayer, Jefferson y Lorena Cuenca Herrera, por ser quienes me inspiraron a seguir estudiando y formarme como un profesional, finalmente la presente investigación me la dedico a mí, por ser una persona valiente y por no haberme rendido en los momentos más difíciles presentados en mis estudios académicos, así también, recordarme que no hay meta que no se pueda lograr.

Yandri Ariel Cuenca Herrera

Agradecimiento

Agradecimiento a la Universidad Nacional de Loja por ser la institución principal en fomentar la educación superior en los jóvenes. A la Carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente por darme la oportunidad de formarme como profesional de tan prestigiosa carrera. Al Ing. Diego Loaiza director de la Estación Experimental El Padmi quien me facilitó el acceso a la estación para poder desarrollar mi tesis de grado. A la Blga. Aura Paucar Cabrera PhD., directora del trabajo de titulación quien con su gran conocimiento y apoyo incondicional me ha guiado en el desarrollo de la presente tesis, y al Ing. Christian Mendoza León Mg. Sc. quien ha sido parte fundamental durante el proceso del desarrollo de mi tesis, finalmente al Ing. Homero Toledo quien con su buena voluntad nos ayudó en la fase de trabajo de campo.

Yandri Ariel Cuenca Herrera

Índice de contenidos

Portada	i
Certificación	ii
Autoría	iii
Carta de autorización	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice de contenidos	vii
Índice de tablas:	ix
Índice de figuras:	x
Índice de anexos:	xi
1. Título	1
2. Resumen	2
2.1 Abstract	3
3. Introducción	4
4. Marco Teórico	6
4.1. Cambios en la estructura del bosque a causa de las actividades antrópicas.....	6
4.2. Los Escarabajos copronecrófagos de la subfamilia Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae)	7
4.3. Escarabajos copronecrófagos como bioindicadores y estudios destacados	8
5. Metodología	11
5.1. Área de estudio.....	11
5.2. Caracterización de las variables de la estructura de vegetación en las tres áreas de la Estación Experimental El Padmi.....	12
5.3. Muestreo e identificación de las especies de escarabajos copronecrófagos.....	14

5.4. Cuantificación de la riqueza y abundancia en las tres áreas con diferente estructura de vegetación en la Estación Experimental El Padmi	17
5.5. Determinación de la relación entre la riqueza y la abundancia de los escarabajos y la estructura de la vegetación en las tres áreas de la Estación Experimental El Padmi	19
5.6. Análisis estadístico	19
6. Resultados	20
6.1. Caracterización de las variables de la estructura de vegetación en las tres áreas de la Estación Experimental El Padmi.....	20
6.2. Cuantificación de la riqueza y abundancia en las tres áreas con diferente estructura de vegetación en la Estación Experimental El Padmi	25
6.2.1. Riqueza.....	25
6.2.2. Abundancia.....	26
6.3. Determinación de la relación entre la riqueza y la abundancia de los escarabajos y las tres áreas de la Estación Experimental El Padmi.....	30
7. Discusión	32
8. Conclusiones	37
9. Recomendaciones	37
10. Bibliografía	39
11. Anexos	44

Índice de tablas:

Tabla 1.	Cuantificación de la riqueza y abundancia de los árboles por transecto en las tres coberturas vegetales de la Estación Experimental El Padmi. Bosque Natural de Ladera (BNL), Bosque Natural de Ribera (BNR) y Pastizal (P).....	20
Tabla 2.	Identificación de individuos a nivel de familia y especie, y medición de las variables de los árboles en tres áreas de la Estación Experimental El Padmi. Bosque Natural de Ladera (BN Ladera), Bosque Natural de Ribera (BN Ribera).	22
Tabla 3.	Riqueza estimada con estimadores no paramétricos Chao1, ACE y riqueza observada (S.obs).	26
Tabla 4.	Identificación de individuos a nivel de género y especie colectados con dos tipos de cebo, en las tres coberturas vegetales en la Estación Experimental El Padmi.	27
Tabla 5.	Relación entre la riqueza de escarabajos y el área basal, densidad de copa, altura, riqueza y abundancia de flora mediante la aplicación de un GLM. ***0,001 **0,01 *0,05 ‘ ’1	30
Tabla 6.	Relación entre la abundancia de escarabajos y el área basal, densidad de copa, altura, riqueza y abundancia de flora mediante la aplicación de un GLM. ***0,001 **0,01 *0,05 ‘ ’1	31

Índice de figuras:

Figura 1.	Mapa de ubicación de la zona de estudio. Estación Experimental El Padmi.	12
Figura 2.	Puntos de muestreo de vegetación de la Estación Experimental El Padmi. BN Ladera (Bosque Natural de Ladera), BN Ribera (Bosque Natural de Ribera).	13
Figura 3.	Sistema de muestreo por cada tipo de cobertura vegetal.....	14
Figura 4.	Siglas para las coberturas vegetales	14
Figura 5.	Puntos de muestreo de escarabajos copronecrófagos en tres coberturas vegetales de la Estación Experimental El Padmi: BNL: Bosque Natural de Ladera; BNR: Bosque Natural de Ribera; P: Pastizal.....	15
Figura 6.	Formato para etiquetado de especímenes.....	16
Figura 7.	Formato para etiquetado de especímenes	17
Figura 8.	Formato para etiquetado de especímenes	17
Figura 9.	Curva de acumulación de especies para los escarabeinos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) de la Estación Experimental El Padmi.....	25
Figura 10.	Número de especies por cada tipo de cobertura vegetal de la Estación Experimental El Padmi. Bosque Natural de Ladera (BNL), Bosque Natural de Ribera (BNR) y Pastizal (P).	26
Figura 11.	Abundancia por cobertura vegetal. Bosque Natural de Ladera (BNL), Bosque Natural de Ribera (BNR) y Pastizal (P).	28
Figura 12.	Curva de rango-abundancia de cada cobertura vegetal. Bosque Natural de Ladera (BN de Ladera) y Bosque Natural de Ribera (BN de Ribera) y Pastizal (P). El eje X está representado por el rango de especies y el eje Y corresponde a las proporciones de cada una de las especies por cobertura vegetal.....	29
Figura 13.	Representación 2D del escalamiento multidimensional no métrico (NMDS), con distancia Bray-Curtis, para la comparación de la riqueza y abundancia de escarabajos copronecrófagos entre las diferentes coberturas vegetales. Bosque Natural de Ladera (BNL), Bosque Natural de Ribera (BNR) y Pastizal (P).....	31

Índice de anexos:

Anexo 1.	Permiso de investigación otorgado por el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE)	44
Anexo 2.	Resultados del análisis de similitud (ANOSIM) en el software R.	45
Anexo 3.	Resultado de la relación entre la riqueza de los escarabajos y la estructura de la vegetación mediante la aplicación de un GLM	45
Anexo 4.	Resultado de la relación entre la abundancia de los escarabajos y la estructura de la vegetación mediante la aplicación de un GLM	46
Anexo 5.	Reconocimiento del área de estudio.	46
Anexo 6.	Fase de campo	47
Anexo 7.	Montaje de especímenes.....	50
Anexo 8.	Etiquetado de los especímenes	51
Anexo 9.	Identificación de las especies en el Laboratorio del LOUNAZ-UNL	51
Anexo10.	Muestra de las hojas de registro de especímenes de la subfamilia Scarabaeinae colectados en la Estación Experimental El Padmi.	52
Anexo 11.	Muestra de la hoja de registro de las variables de los árboles colectados en la Estación Experimental El Padmi	53
Anexo 12.	Certificación de traducción del resumen.	54

1. Título

Diversidad de escarabajos copronecrófagos de la subfamilia Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) y su relación con la estructura de la vegetación en tres áreas de la Estación Experimental El Padmi

2. Resumen

En Ecuador se han registrado alrededor de 600 especies perteneciente a la familia Scarabaeidae, de los cuales cerca de 220 son escarabajos copronecrófagos de la subfamilia Scarabaeinae. El presente trabajo tiene como finalidad estudiar la riqueza y abundancia de escarabajos copronecrófagos, subfamilia Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) y relacionarlos con la estructura de la vegetación de las áreas de la Estación Experimental El Padmi. En cada cobertura vegetal se colocaron tres transectos lineales de 250 m y 6 puntos de muestreo por cada transecto. El estudio se realizó en tres períodos de muestreo, desde noviembre del 2021 hasta enero de 2022. Para la captura de los escarabajos se utilizaron las trampas pitfall con dos tipos de atrayentes, el primero con heces humanas (coprotrampas) y el segundo con vísceras de pollo en descomposición (necrotrampas). Para las comunidades de los escarabajos se calculó la riqueza y abundancia por cada cobertura vegetal. La mayor riqueza de especies se presentó en el Bosque Natural de Ladera con 15 especies, mientras que, con 11 especies el Bosque Natural de Ribera fue la cobertura con la menor riqueza. Se registró una mayor abundancia de individuos en el Bosque Natural de Ladera (1399 individuos) y una menor cantidad de individuos en el pastizal (322 individuos). *Eurysternus caribaeus* fue la especie con mayor número de individuos en el Bosque Natural de Ladera y Bosque Natural de Ribera, mientras que, *Dichotomius inachus* fue la especie más abundante en el Pastizal. Por otro lado, se comprobó que existe una relación positiva entre la riqueza y abundancia de escarabajos y variables como la riqueza y abundancia de flora.

Palabras clave: Riqueza, abundancia, coberturas vegetales, escarabajos peloteros.

2.1 Abstract

In Ecuador, around 600 species belonging to the Scarabaeidae family have been recorded, of which about 220 are dung beetles of the Scarabaeinae subfamily. The purpose of this work is to study the richness and abundance of dung beetles, subfamily Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) and relate them to the structure of the vegetation in the areas of the El Padmi Experimental Station. Three linear transects of 250 m and 6 sampling points for each transect were placed in each vegetation cover. The study was carried out in three sampling periods, from November 2021 to January 2022. To capture the beetles, pitfall traps were used with two types of attractants, the first with human feces (coprotraps) and the second with the viscera of rotting chicken (necrotraps). For the beetle communities, the richness and abundance for each plant cover was calculated. The highest species richness was found in the Ladera Natural Forest with 15 species, while the Ribera Natural Forest was the coverage with the lowest richness with 11 species. A greater abundance of individuals was recorded in the Ladera Natural Forest (1399 individuals) and a lower number of individuals in the grassland (322 individuals). *Eurysternus caribaeus* was the species with the highest number of individuals in the Ladera Natural Forest and Ribera Natural Forest, while *Dichotomius inachus* was the most abundant species in the Pastizal. On the other hand, it was found that there is a positive relationship between the richness and abundance of beetles and variables such as the richness and abundance of flora.

Keywords: Richness, abundance, plant cover, dung beetles.

3. Introducción

Ecuador a nivel mundial es conocido como un país megadiverso debido a que presenta una alta biodiversidad (Rodríguez et al., 2015), y se incluyen los bosques naturales, mismos que han sido alterados por las actividades antrópicas como la deforestación, expansión de la frontera agrícola y producción ganadera que afectan negativamente al ambiente (Rodríguez et al., 2015; Delgado et al., 2012). Mediante estas actividades los ecosistemas se han visto afectados negativamente, lo que ha provocado una disminución en la composición de especies y en los servicios ecosistémicos que pueden brindar (Huerta et al., 2013), entre ellos están los escarabajos que han sido afectados por las distintas actividades antrópicas y, dependiendo del estado de un hábitat, se ha evidenciado un aumento o reducción en la riqueza y abundancia de especies (Saavedra et al., 2015).

Existen aproximadamente 150 familias de coleópteros en el mundo, mismos que son de gran importancia dentro de los ecosistemas debido a que brindan muchos beneficios como aireación al suelo, reincorporación de nutrientes al suelo, dispersión de semillas, control de plagas y de organismos patógenos que provocan enfermedades (Nichols y Gómez, 2014). En Ecuador se han registrado alrededor de 600 especies perteneciente a la familia Scarabaeidae (Carvajal et al., 2011), de los cuales 220 son escarabajos copronecrófagos de la subfamilia Scarabaeinae, que se agrupan en 26 subgéneros y 33 géneros (Chamorro et al., 2018).

Existen especies de escarabajos copronecrófagos que mediante el aumento o la disminución de la riqueza y abundancia de especies, sirven como bioindicadores del estado de un hábitat (Delgado et al., 2012; Saavedra et al., 2015), por lo que son de suma importancia implementar planes para su conservación (Chamorro et al., 2018). De acuerdo al tipo de cobertura vegetal y la perturbación que han sufrido los hábitats, la riqueza y la abundancia de especies varía notablemente, siendo mayor en zonas con pocos perturbaciones antrópicas y menor en zonas que han sufrido mayores alteraciones en su vegetación (Delgado et al., 2012; Sánchez et al., 2018). Según Carvajal y colaboradores (2011), la pérdida de biodiversidad, entre ellos los escarabajos, impide la restauración de ecosistemas que han sido modificados por las actividades humanas.

La Estación Experimental El Padmi es un ejemplo de las alteraciones que han sufrido sus bosques naturales. Dentro de sus principales problemas se encuentra la alteración de la cobertura vegetal producto de las actividades antrópicas, crecimiento de la población humana,

construcción de carreteras que ocasionan la fragmentación de los bosques, disminución de la biodiversidad y de los servicios ecosistémicos (com. pers. Loaiza, D.). Los cambios que ha sufrido la vegetación dentro de la Estación Experimental El Padmi ha dado lugar a diferentes tipos de coberturas vegetales, modificando el hábitat de las especies que habitan en ese lugar.

Esta investigación pretende conocer la diversidad de los escarabajos peloteros que existen dentro de la zona de El Padmi, así como de los servicios ecosistémicos que se han perdido en estas zonas degradadas y tiene como objetivo principal evaluar la relación de la diversidad de escarabajos copronecrófagos de la subfamilia Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) en tres áreas con diferente estructura de vegetación en la Estación Experimental El Padmi, a través de:

(1) Caracterizar las variables de la estructura de vegetación de un Bosque Natural de Ladera, un Bosque Natural de Ribera y un Pastizal la Estación Experimental El Padmi.

(2) Cuantificar la riqueza y abundancia de escarabajos copronecrófagos presentes en un Bosque Natural de Ladera, un Bosque Natural de Ribera y un Pastizal de la Estación Experimental El Padmi.

(3) Determinar la relación entre la riqueza y abundancia de escarabajos copronecrófagos y la estructura de vegetación de cada una de las áreas estudiadas de la Estación Experimental El Padmi.

Con el cumplimiento de estos objetivos, esta investigación comparó las relaciones existentes entre los escarabajos copronecrófagos de la subfamilia Scarabaeinae y la estructura de la vegetación en un bosque conservado (Bosque Natural de Ladera), bosque intervenido (Bosque Natural de Ribera) y un agroecosistema (Pastizal) de la estación. Además, se explican cuáles son los servicios ecosistémicos que brindan los escarabajos en las diferentes áreas de la Estación Experimental El Padmi.

4. Marco Teórico

4.1. Cambios en la estructura del bosque a causa de las actividades antrópicas

La conservación de los bosques dentro de un ecosistema terrestre es de suma importancia debido a sus múltiples beneficios que brindan como la generación de oxígeno, protección de la biodiversidad, control de la erosión, regulación del clima, conservación de los suelos entre otros. Según Alvis (2009), los bosques naturales que se encuentran cercanos a las urbanizaciones son considerados ecosistemas de importancia ambiental por sus múltiples beneficios que brindan a los habitantes. A nivel mundial la pérdida de los bosques ha ido incrementándose rápidamente debido a diferentes actividades antrópicas como la explotación de madera, minería, expansión de la frontera agrícola y ganadera, que han ocasionado la disminución de la biodiversidad (Rodríguez et al., 2015). Según Delgado et al. (2012), otras actividades que provocan la pérdida de los bosques son la apertura de caminos, establecimientos de nuevos cultivos, tala de bosque, urbanización y extensión de la frontera agrícola.

El reemplazar zonas de bosques por zonas de pastoreo es uno de los mayores problemas para la diversidad, ya que se disminuye drásticamente el número de especies dentro de las comunidades biológicas (Guerra et al., 2020). Según Delgado et al. (2012), el cambio en las coberturas vegetales ha provocado una fragmentación de los hábitats, causando una división de su flora y fauna, y dificultando la supervivencia de algunas especies debido a que quedan atrapadas en los distintos fragmentos impidiendo su movilización. Además, la modificación de estos hábitats afecta indirectamente a las comunidades de los coleópteros causando una disminución en la abundancia de esta especie (Hernandez et al., 2012). Una de las razones por la cual se debe conservar los bosques naturales es para que sigan brindando los servicios ambientales a los seres vivos y a su vez mantener la conservación de la biodiversidad (Rodríguez et al., 2015).

La conservación de los bosques naturales permite mantener una diversidad de fauna estable, entre ellos al grupo de los coleópteros. Según Navarrete (2020), los escarabajos se encuentran desde las partes bajas hasta las partes altas de los bosques tropicales y montañas. Los géneros más frecuentes en los bosques de neblina son *Dichotomius*, *Uroxys*, *Canthidium*, *Oxysternon* y *Onthophagus*, mientras que en los bosques siempre verde montano bajo se encuentran géneros como *Eurysternus*, *Deltochillum*, *Dichotomius*, *Canthon*, *Uroxys*,

Canthidium, *Oxystemon*, *Phanaeus*, *Coprophanaeus*, *Neoathyreus* y *Onthophagus* (Carvajal et al., 2011). Todas las especies de escarabajos que se encuentran dentro de los bosques aprovechan el estiércol de los animales silvestres para alimentarse, mientras que en áreas de pastizal aprovechan el estiércol de las vacas para alimentarse.

Según Delgado et al. (2012), menciona que los escarabajos que habitaban dentro de los bosques antes de sufrir una perturbación desarrollan ciertas estrategias que les permiten sobrevivir en áreas más abiertas y a su vez pueden sustituir a las especies que son menos tolerantes a cambios de hábitats. Es de suma importancia conocer el estado actual de los bosques ya que aportan información valiosa de las especies que habitan dentro de estas áreas (Figueroa y Alvarado, 2011).

4.2. Los Escarabajos copronecrófagos de la subfamilia Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae)

Ecuador es considerado como un país megadiverso debido a su amplia diversidad de ecosistemas naturales. Los invertebrados son parte de esta mega diversidad que incluye al grupo de los escarabajos, mismos que representan alrededor del 40 % de todas las especies de insectos (Carvajal et al., 2011). Actualmente a nivel mundial se conoce que existen aproximadamente 400,000 especies de escarabajos (Navarrete, 2020). Según Chamorro et al. (2018), en el Neotrópico se han registrado más de 127 taxones de escarabajos copronecrófagos (Coleoptera: Scarabaeinae), de los cuales 33 géneros y 220 especies pertenecen a Ecuador.

Dentro de los artrópodos se encuentran los escarabajos pertenecientes al orden Coleoptera, grupo de escarabajos más conocidos a nivel mundial (Carvajal et al., 2011). Con respecto a los coleópteros existe un grupo de escarabajo que se denomina “pelotero” debido a que su principal fuente de alimento es el excremento de mamíferos y de otros invertebrados (Sánchez et al., 2018). Según Carvajal et al. (2011), los escarabajos peloteros o también llamados estercoleros son de suma importancia ya que permiten fijar en el suelo hasta un 15% de nitrógeno mediante el enterramiento de estiércol.

La riqueza y abundancia de escarabajos copronecrófagos está estrechamente relacionada a la cantidad de mamíferos que existen en una zona, debido a que se alimentan de sus heces, es por ello que se espera que a mayor cantidad de mamíferos mayor será la

diversidad de escarabajos (Hernandez et al., 2012). La existencia de un gran número de escarabajos estercoleros podrían ser importantes en la recuperación de los ecosistemas que han sido dañados, degradados o destruidos por actividades antrópicas. Por lo tanto, la presencia de estos escarabajos permite mejorar el funcionamiento de los ecosistemas al descomponer el excremento de los animales, dispersar las semillas, controlar los parásitos y remover el suelo (Solís et al., 2011).

Los escarabajos se caracterizan por presentar una cabeza pequeña, cuerpo grande, antenas cortas, cuernos o proyecciones en la cabeza, pronoto y mandíbulas muy desarrolladas (Carvajal et al., 2011). Según Navarrete (2020), los coleópteros presentan una gran variedad de tamaños, formas y colores, mismos que resultan ser muy atractivos ante el ojo humano. La principal fuente de alimento de los escarabajos es el excremento de mamíferos y algunos vertebrados. Las principales funciones que cumplen los escarabajos al momento de transportar las heces para alimentarse son la dispersión de semillas, incorporación de nutrientes al suelo y la supresión de parásitos (Sánchez et al., 2018). Además, estos escarabajos sufren un proceso de metamorfosis que va desde la etapa de huevo hasta la etapa de adultez, proceso puede durar varios meses como algunos años, dependiendo de la especie (Carvajal et al., 2011).

Algunos factores que afectan en la diversidad de escarabajos en las coberturas vegetales son la intensidad lumínica, temperatura, compactación del suelo, humedad ambiental y del suelo. La humedad del suelo es muy favorable para que exista una mayor riqueza y abundancia de escarabajos en los distintos tipos de cobertura vegetal, mientras que esta diversidad disminuye cuando existe mayor compactación del suelo, intensidad lumínica y cambios en la temperatura del suelo (Rangel y Martínez, 2017).

Por otro lado, es muy importante seguir realizando estudios sobre este grupo de escarabeinos para conocer el estado actual de la diversidad presente en cada cobertura vegetal y ver qué comportamientos tienen estas comunidades de escarabajos frente a las alteraciones de origen natural y producidas por el ser humano.

4.3. Escarabajos copronecrófagos como bioindicadores y estudios destacados

Algunos grupos de escarabajos pueden ser usados como bioindicadores de la calidad del ambiente, especialmente los escarabajos de la subfamilia Scarabaeinae que son

considerados como bioindicadores debido a su capacidad de mostrar respuestas a cambios antrópicos que han alterado los hábitats; son fáciles de recolectar y presentan costos económicos bajos de recolección (Chamorro et al., 2018; Rangel y Martínez, 2017).

Dependiendo del ecosistema, rango altitudinal y climático se pueden encontrar distintos tipos de escarabajos, y debido a que estos insectos son muy sensibles a los cambios de hábitat, producto de perturbaciones antrópicas, se puede caracterizar un lugar en específico por el tipo de espécimen encontrado (Pereira y Kohlmann, 2015). Según Granados et al. (2010), para conocer la calidad de un hábitat se considera esencialmente la ausencia, presencia o abundancia de ciertas especies de escarabajos que están en un lugar determinado. Además, la diversidad y la población de los escarabajos se ven afectados directamente por las fragmentaciones y alteraciones que sufren estos hábitats.

Entre algunas investigaciones sobre este grupo, está la del departamento del Atlántico-Colombia, donde de acuerdo con Rangel y Martínez (2017), se compararon los ensamblajes de escarabajos entre los fragmentos de bosque seco tropical y la matriz adyacente, mismo que fue desarrollado en tres localidades. Como resultados se obtuvo que la Reserva Campesina La Montaña presentó mayor riqueza de escarabajos en cercas vivas durante temporadas de las primeras lluvias con un total de 22 especies y menor en los cultivos de Corrales de San Luis en temporada seca, con 2 especies.

Entre otros estudios está el realizado en la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote, Chiapas, México (Sánchez et al. 2018), donde se investigó la diversidad de escarabajos copronecrófagos. El mismo consistió en analizar la diversidad alfa y beta de los escarabajos en diferentes hábitats. Como resultado se obtuvieron alrededor de 37 especies de las cuales 24 estaban presentes en todos los hábitats, debido a la alta similitud entre ellos, la altura de los estratos fluctúa entre los 20-35 m, además tiene selvas medianas subperennifolia que hace que los hábitats sean semejantes. Por lo tanto, se evidencia que forman parte de una misma comunidad (Montoya et al., 2016).

Por otro lado, Montoya y otros autores (2016), en su estudio realizado en el Valle del Cauca, Colombia, caracterizaron la comunidad de escarabajos copronecrófagos en distintos tipos de coberturas vegetales. Las coberturas vegetales que se analizaron fueron: Herbazal Natural Abierto xerófilo, Bosque Natural, Matorral Abierto xerófilo, Bosque arbustivo y Bosque de Quebrada seca. Como resultado se recolectaron 1372 individuos que pertenecen a

7 géneros y 13 especies, y se concluyó que existe mayor riqueza de escarabajos en el Herbazal Natural Abierto xerófilo, debido a que su estrato rastrero es menor a 60 cm, su cobertura de dosel es menor del 60%, contiene poca capa orgánica en el suelo y presenta una alta compactación del suelo.

De la misma manera Castillo y otros autores (2011), en su estudio realizado en el Calvario Meta, sobre la diversidad de escarabajos coprófagos en tres unidades de vegetación diferenciada: Bosque Pluvial Montano, Bosque Pluvial Montano Bajo y Bosque Pluvial Premontano identificaron 177 individuos de Scarabaeinae, agrupados en tres tribus, 4 géneros y 9 especies. Como resultados se mencionan que la mayor abundancia se presentó en el Bosque Pluvial Montano Bajo con un total de 108 individuos y la menor abundancia en el Bosque Pluvial Montano con 20 individuos, debido a que el Bosque Pluvial Montano Bajo presenta una composición florística heterogénea, una gran abundancia de plantas herbáceas y arbustivas que permiten que los escarabajos aprovechen estos lugares como reposo y refugio.

Por otro lado, Jiménez y colaboradores (2013), realizaron un estudio sobre la diversidad de escarabajos necrófilos en una región semiárida del valle de Zapotitlán de las Salinas, Puebla, México, en el cual evaluaron los cambios de riqueza y abundancia en cinco tipos de vegetación: un Mezquital y matorral espinoso (fragmentado con formación de terrazas), Mezquital y matorral espinoso (No fragmentado), Mezquital y matorral espinoso (Arroyo perenne), Cactáceas columnares y cardonales (No fragmentado) y un sitio con Vegetación alterada (Traspatio de una casa). Se colectaron 613 individuos pertenecientes a 12 géneros y 15 especies, donde la mayor riqueza estuvo presente en el Mezquital y matorral espinoso (fragmentado con formación de terrazas), debido al tipo de vegetación presente en esa área y a la época seca.

La máxima abundancia y riqueza estuvieron en la época seca y las comunidades de escarabajos necrófilos seleccionaron los sitios con mezquital y matorral, donde permanecieron más tiempo y se registraron todas las especies, por lo tanto, los tipos de vegetación presentes fueron el factor más importante que determinó las variaciones locales de abundancia, diversidad y riqueza y no la época de lluvias.

Entre otros estudios destaca el de Martínez y otros autores (2022), los cuales realizaron una investigación sobre la incidencia del tamaño del cebo en la captura de

escarabajos coprófagos en el bosque seco tropical en la Reserva Campesina la Flecha. El mismo consistía en determinar los efectos de las variables predictoras (tamaño del cebo, época y tiempo de operación) sobre las comunidades de los escarabajos copronecrófagos (biomasa, riqueza y abundancia). Se capturaron diez géneros, 27 especies y 4563 individuos, obteniendo la mayor riqueza, abundancia y biomasa con el cebo más grande y en épocas de lluvia. De esta manera determinaron que las variables predictoras tienen un efecto positivo sobre la biomasa, riqueza y abundancia de escarabajos.

De acuerdo a los estudios revisados y que son la base para la presente investigación, se evidencia que los escarabajos copronecrófagos son considerados buenos bioindicadores de hábitats, ya que, a mayor abundancia, mejor será el estado de conservación, o la calidad del hábitat y al parecer existe una relación directa y positiva entre una mayor cantidad y tipo de vegetación, con una mayor abundancia en estas áreas. En virtud de aquello, la presente investigación busca encontrar la relación entre la riqueza y abundancia de escarabajos copronecrófagos y la estructura de vegetación en tres áreas de la Estación Experimental El Padmi, como aporte al conocimiento de la entomofauna en la región sur del Ecuador acerca de este tema.

5. Metodología

5.1. Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en la Estación Experimental El Padmi, perteneciente a la Universidad Nacional de Loja, parroquia Los Encuentros, cantón Yanzatza, provincia de Zamora Chinchipe, ubicado en el corredor fluvial del río Zamora, a 5 Km al norte de la unión con el río Nangaritza (Figura 1) (Anexo 5). Por su territorio cruza la carretera interprovincial que une a Loja con las provincias de Zamora Chinchipe y Morona Santiago (Tapia y Fierro, 2011).

La Estación Experimental El Padmi se encuentra ubicada entre los 725 a 1150 m s.n.m., en las siguientes coordenadas UTM: Latitud 9585400 a 9588100 N, Longitud: 764140 a 765600 E y está cubierta por potreros y árboles de sombra. Presenta una temperatura media anual de 23°C y una precipitación anual de 1978 mm, siendo marzo el mes más lluvioso del año con una precipitación de 2226 mm. Con respecto a la fisiografía, la estación en su conjunto, es altamente representativa del corredor fluvial Zamora-Nangaritza, conformado por

valles estrechos, laderas y montañas (Aguirre y León, 2014). Dentro de la estación se distinguen dos tipos de suelos: los entisoles que corresponden a los suelos más jóvenes que se ubican en las partes bajas y planas, y los inceptisoles que pertenecen a suelos de meteorización media que se encuentran en áreas inclinadas y moderadamente escarpadas (Benítez et al., 2017).

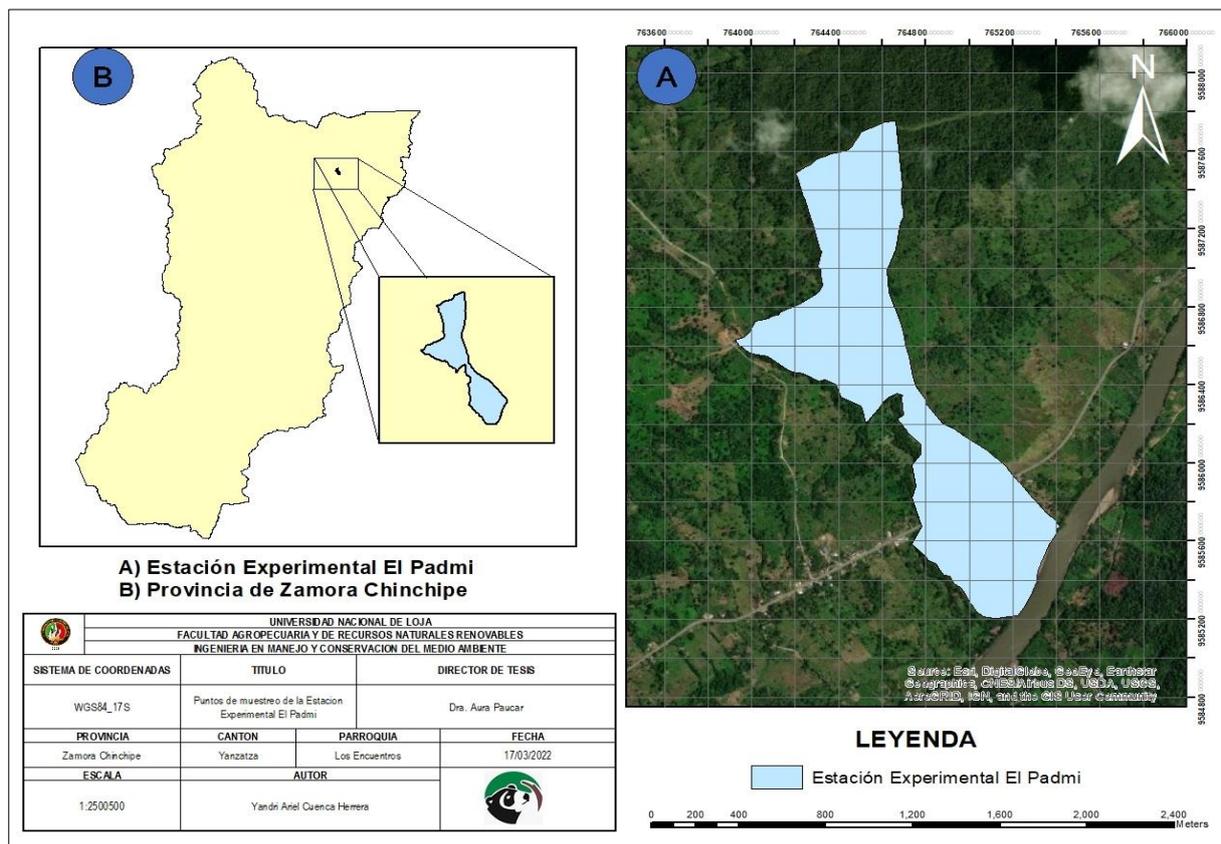


Figura 1. Mapa de ubicación de la zona de estudio. Estación Experimental El Padmi.

5.2. Caracterización de las variables de la estructura de vegetación en las tres áreas de la Estación Experimental El Padmi

Para caracterizar las variables de la estructura de la vegetación se usó el transecto de muestreo recomendado por Gentry (1982), utilizado para estimar la abundancia y diversidad de una comunidad arbórea. Se ubicaron tres transectos de 50x2 m por cada cobertura vegetal como se muestra en la figura 3. Estos transectos estuvieron separados al menos 20 m entre ellos. La ubicación de los transectos para la caracterización de la vegetación se muestra en la figura 2.

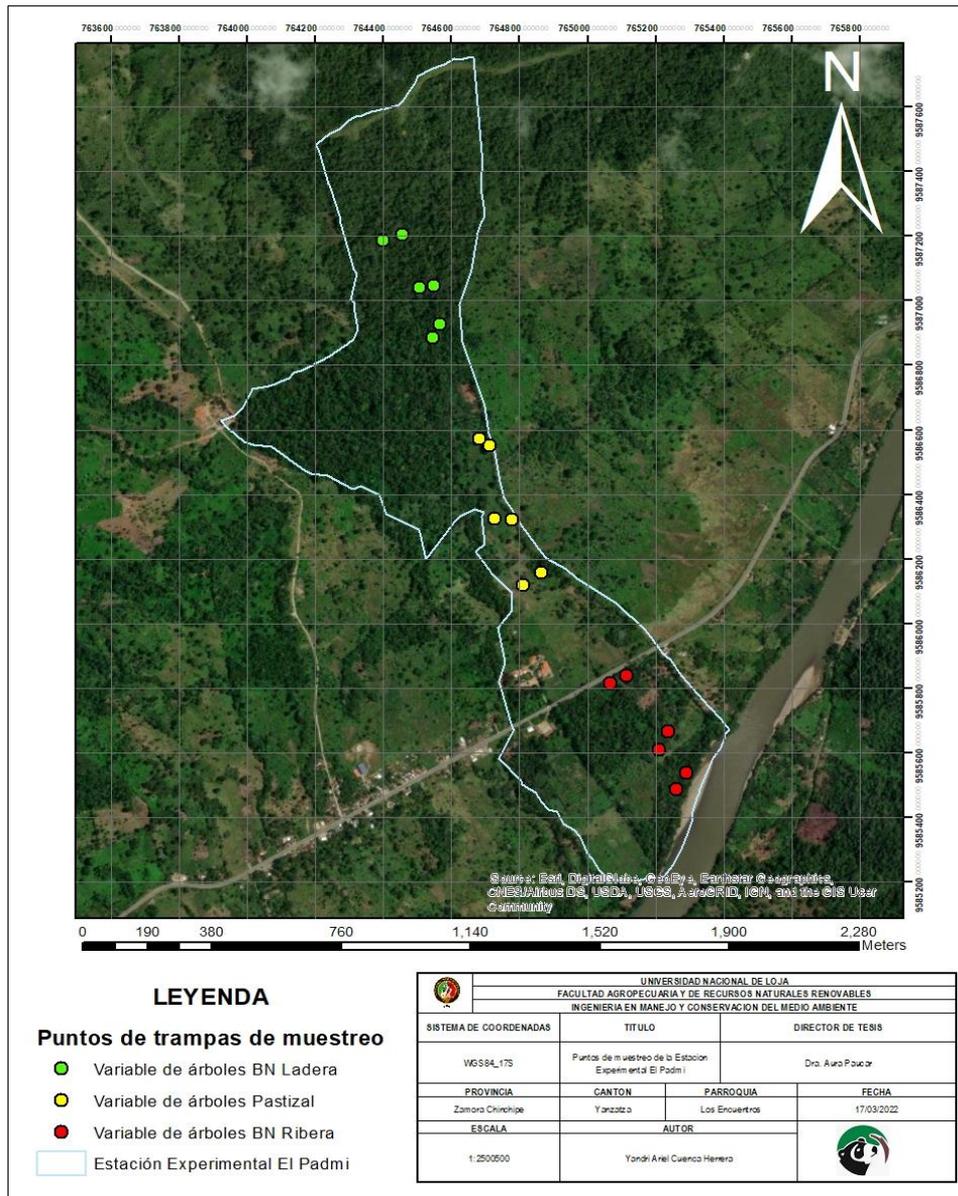


Figura 2. Puntos de muestreo de vegetación de la Estación Experimental El Padmi. BN Ladera (Bosque Natural de Ladera), BN Ribera (Bosque Natural de Ribera).

Para marcar cada transecto, se usó una cuerda de 50 metros y un flexómetro. En cada transecto se registraron los individuos con CAP mayores o iguales a 2,5 cm que se encontraban dentro de un metro a cada lado de la cuerda. Para medir el CAP se consideró 1,30 m de altura del árbol y se identificaron las especies de árboles presentes en el área de estudio para calcular la riqueza y abundancia (no se registraron árboles muertos).

Además, se midieron las variables de la estructura de la vegetación que permitieran analizar la relación de estas tres áreas de la Estación Experimental El Padmi con las

comunidades de escarabajos. Las variables que se utilizaron fueron el promedio de número de individuos (que estén dentro del área de muestreo), área basal (área basal = $0.78 \times \text{DAP}^2$), altura promedio de los árboles por transecto y densidad de copa ($\frac{\text{diámetro de copa1} + \text{diámetro de copa2}}{2}$) (Suatunce, 2002). Estas variables son importantes para conocer el estado de la vegetación y su relación con la presencia de escarabajos.

Adicionalmente para el registro de la información de los individuos se diseñó una hoja de campo y se procedió a enumerar secuencialmente conforme se tomó el registro (anexo 11).

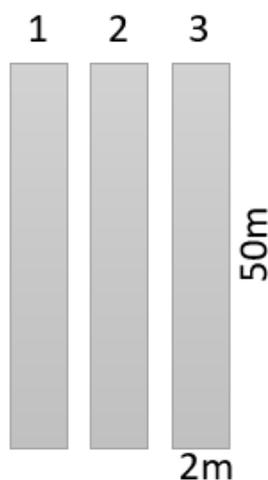


Figura 3. Sistema de muestreo por cada tipo de cobertura vegetal.

5.3. Muestreo e identificación de las especies de escarabajos copronecrófagos

Para realizar el muestreo de los escarabajos se obtuvo un permiso de investigación del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE), MAAE-ARSFC-2021-1813 (Anexo 1). El muestreo de escarabajos se realizó en tres áreas con diferente estructura de vegetación en la Estación Experimental El Padmi, en el Bosque Natural de Ribera, Bosque Natural de Ladera y Pastizal (Figura 4), los puntos de muestreo se observan en la Figura 5.

COBERTURAS VEGETALES	
Bosque Natural de Ladera (Área conservada)	BN Ladera
Bosque Natural de Ladera (Área intervenido)	BN Ribera
Pastizal	P

Figura 4. Siglas para las coberturas vegetales

Fuente: Elaboración propia

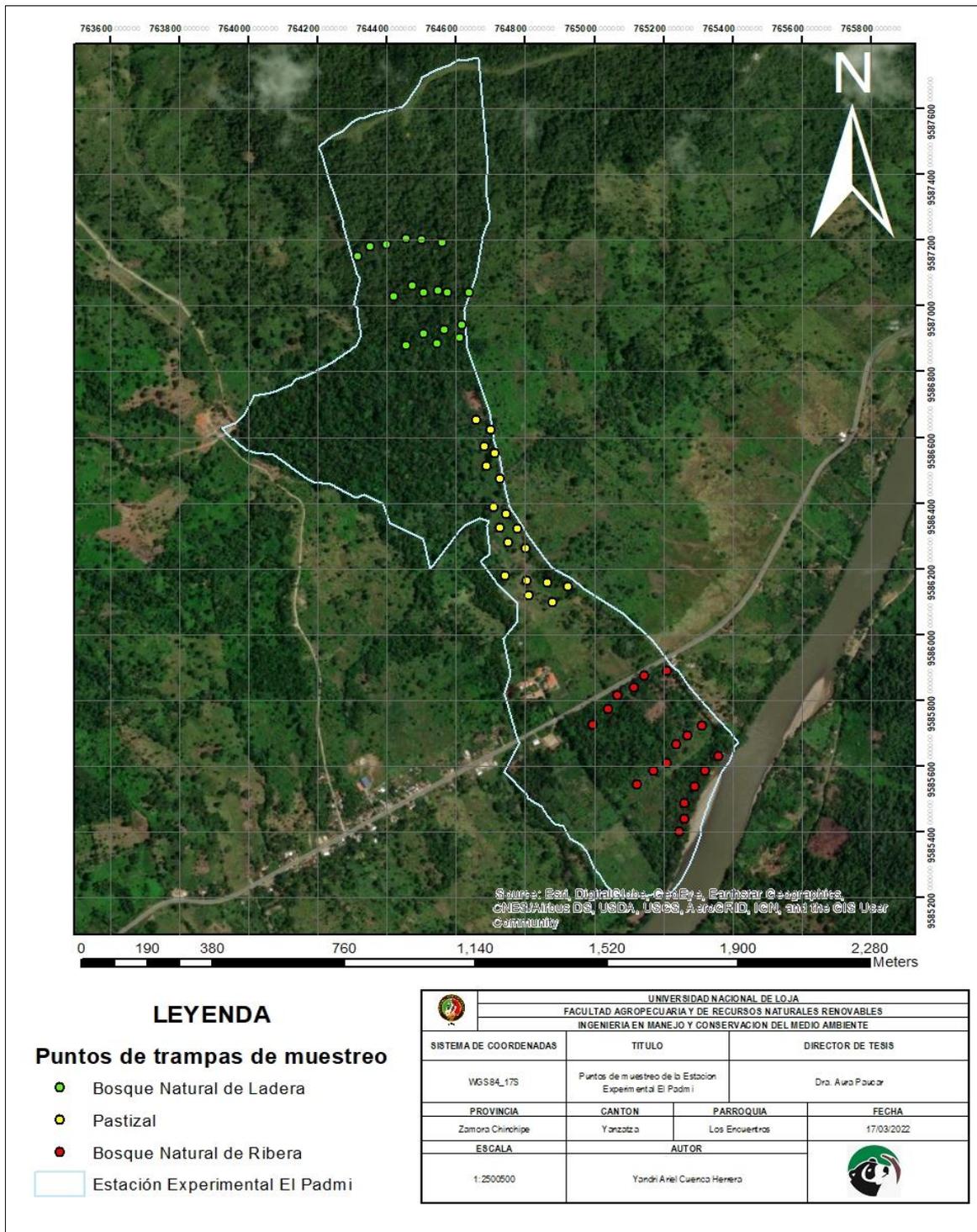


Figura 5. Puntos de muestreo de escarabajos copronecrófagos en tres coberturas vegetales de la Estación Experimental El Padmi: BNL: Bosque Natural de Ladera; BNR: Bosque Natural de Ribera; P: Pastizal.

Para realizar el muestreo de los escarabajos estercoleros se establecieron 3 transectos lineales de 250 metros en cada tipo de cobertura vegetal, mismos que estuvieron separados 100 metros entre ellos. Se consideró un área “buffer” de 100 m para evitar sesgo por el efecto de borde. Para cada transecto se usaron seis trampas separadas cada 50 metros, con 18 trampas al mes por cada tipo de cobertura vegetal y en total se emplearon 162 trampas durante períodos de muestreo independientes en los meses de noviembre y diciembre de 2021, y enero del 2022. La colecta de los escarabajos se realizó durante tres días consecutivos por mes, correspondiente a 72 horas efectivas de las trampas (Anexo 6).

Para la captura de los escarabajos se utilizaron las trampas pitfall con dos tipos de atrayentes, el primero con heces humanas (coprotrampas) y el segundo con vísceras de pollo en descomposición (necrotrampas). Estas trampas fueron revisadas cada 24 horas y reemplazadas cuando fue necesario. Los especímenes fueron colocados en fundas Ziploc con su respectiva etiqueta (Figura 6) y alcohol al 70% para la conservación de los especímenes, hasta realizar su respectivo montaje y codificación (Figura 7 y 8).

El montaje de los especímenes se realizó con alfileres entomológicos número 3 para escarabajos grandes y número 1 para escarabajos pequeños (Anexo 7). El montaje consistió en pinchar el élitro derecho del escarabajo y colocarlo en una espuma Flex y esperar 5 días a que se sequen, posteriormente se procedió a colocarles tres etiquetas a cada individuo: la primera con datos de cada trampa, la segunda con un código del LOUNAZ y la tercera consistió en un código único por escarabajo (Anexo 8).

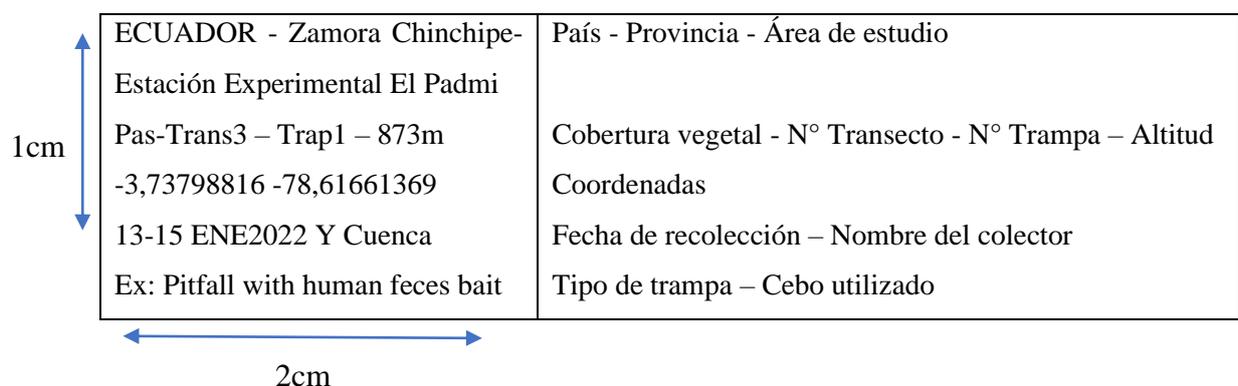


Figura 6. Formato para etiquetado de especímenes.

Fuente: Elaboración propia.

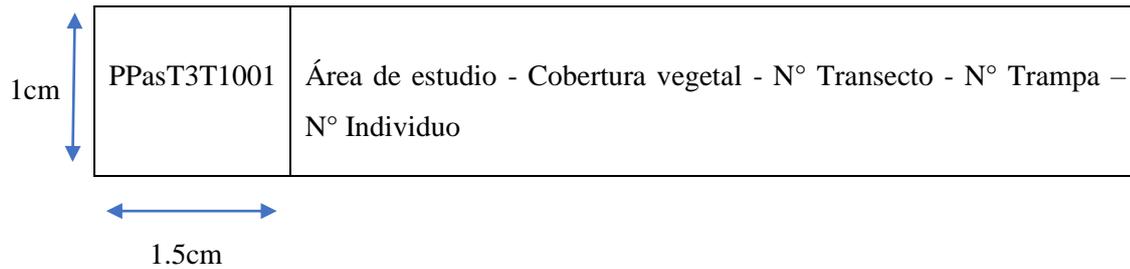


Figura 7. Formato para etiquetado de especímenes

Fuente: Elaboración propia

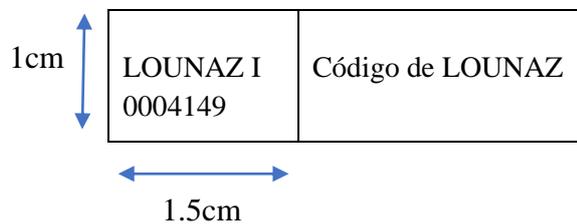


Figura 8. Formato para etiquetado de especímenes

Fuente: Elaboración propia

Para la identificación de los especímenes se usaron las claves para las familias y subfamilias de Scarabaeidae del nuevo mundo (Ratcliffe y Jameson, 2002). Para la identificación del género de los especímenes se utilizaron las claves de géneros y subgéneros de escarabajos presentes y presuntos para Ecuador (Chamorro et al., 2018). Para la identificación a nivel de especie se lo realizó con la ayuda de la Blga. Aura Paucar Cabrera, responsable del Museo Zoología LOUNAZ-UNL (Anexo 9). La identificación taxonómica se realizó en la hoja de registro de especies (Anexo 10). Además, se consideraron datos como el número de transecto, trampa, fecha, hora, coordenadas, tipo de trampa y tipo de cobertura. Finalmente, los especímenes serán depositados en el Museo Zoología LOUNAZ-UNL.

5.4. Cuantificación de la riqueza y abundancia en las tres áreas con diferente estructura de vegetación en la Estación Experimental El Padmi

La riqueza de los escarabajos copronecrófagos en cada área de la Estación Experimental El Padmi, se midió con el número de especies colectadas en cada trampa y la abundancia con número de individuos de cada especie en cada trampa.

Para determinar la abundancia de los escarabajos copronecrófagos en cada área de la Estación Experimental El Padmi se utilizó el índice de abundancia relativa. La abundancia relativa es la relación entre el número de individuos de una especie y el total de individuos de todas las especies (Ecuación 1).

$$\text{Abundancia relativa} = \frac{\# \text{ de individuos de una especie}}{\# \text{ total de individuos de todas las especies}} \times 100 \quad (\text{Ecuación 1})$$

Se realizaron curvas de rango abundancia en cada cobertura vegetal, para comparar entre muestras, los aspectos biológicamente importantes de la distribución de las abundancias.

Se utilizó el Índice Chao1 y ACE para medir la representatividad del muestreo. El índice de Chao1 corresponde a un método no paramétrico y es un estimador basado en abundancia y en la presencia de primeras especies, donde se requieren datos de abundancia de individuos que pertenecen a una determinada clase dentro de una muestra (Escalante, 2007).

Se utilizó este estimador debido a que es el más sencillo y riguroso para evaluar la riqueza (Ecuación 2). Se emplearon estimadores no paramétricos como ACE, debido a que son estimadores basados en la abundancia, mismo que separa las especies observadas en grupos de abundantes y raras, considerando 10 o más individuos por muestra (Ecuación 3). Además, se construyó una curva de acumulación de especies para estimar el número de especies esperadas después de haber realizado un muestreo (Armijos, 2020).

$$Chao_1 = S + \frac{a^2}{2b} \quad (\text{Ecuación 2})$$

donde,

S = Número de especies en una muestra

a = Número de especies que están representadas solamente por un único individuo

b = Número de especies que están representadas por exactamente dos individuos

$$S_{ACE} = S_{abund} + \frac{S_{rare}}{C_{ACE}} + \frac{F^1}{C_{ACE}} y^2 ACE \quad (\text{Ecuación 3})$$

donde,

S_{abun} = número de especies abundantes (>10 individuos en la muestra completa)

S_{rar} = número de especies raras (≤ 10 individuos en la muestra completa)

F^1 = números de especies con i individuos

C_{ACE} = estimador de la cobertura vegetal

y^2_{ACE} = coeficiente de variación de la abundancia de las especies

5.5. Determinación de la relación entre la riqueza y la abundancia de los escarabajos y la estructura de la vegetación en las tres áreas de la Estación Experimental El Padmi

Para determinar la relación de la riqueza y abundancia de los escarabajos y con las variables de las coberturas vegetales se usó un modelo lineal generalizado (GLM) con distribución de Poisson, considerando como variable dependiente la riqueza y abundancia de escarabajos y como variables independientes, el promedio de número de individuos, área basal, la altura promedio de los árboles y la densidad de la copa, para cada una de estas variables la unidad de muestreo fue por transecto y se usó a la cobertura vegetal como un factor aleatorio dentro del modelo. Además, se realizó un escalado multidimensional no métrico (nMDS por sus siglas en inglés) para comparar la composición entre las coberturas vegetales y determinar el grado de similitud entre éstas, usando distancias Bray-Curtis (Figura 13).

5.6. Análisis estadístico

Para determinar la eficiencia de muestreo se construyó las curvas de acumulación de especies, se ordenaron de forma jerárquica las especies presentes en cada unidad de muestreo de acuerdo con su abundancia, empleando el paquete BiodiversityR (Kindt, 2023) del Software R 3.5.1. Utilizando el mismo paquete también se obtuvo una gráfica de rango abundancia que permiten medir la equitatividad de las especies, y los análisis de riqueza y abundancia de especies.

Para evaluar si existe una significancia estadística en la composición de escarabajos de las coberturas vegetales (Bosque Natural de Ladera, Bosque Natural de Ribera y Pastizal) de la Estación Experimental El Padmi, se realizó un análisis de similitud (ANOSIM), con distancias Bray-Curtis (Ecuación 4), mismo que permite obtener el valor de R, con un nivel de significancia de $p < 0.005$. El estadístico R indica que si los valores se acercan a 1 habrá una mayor diferencia entre los grupos, mientras que si los valores se aproximan a 0 los grupos

formados presentan una mayor semejanza. Finalmente, para el ANOSIM se usó el paquete Vegan (Oksanen et al., 2022), del software R versión 3.5.1.

$$I_{BC} = 1 + \frac{\sum(x_i - y_i)}{\sum(x_i - y_i)} \quad (\text{Ecuación 4})$$

Donde,

x_i = abundancia o densidad de especies i en un conjunto

y_i = abundancia de las especies en el otro

6. Resultados

6.1. Caracterización de las variables de la estructura de vegetación en las tres áreas de la Estación Experimental El Padmi

Se registraron 115 individuos, clasificados en 27 familias y 46 especies de árboles (Tabla 2). En el Bosque Natural de Ladera se identificaron 33 especies de árboles y una abundancia de 63 individuos; en el Bosque Natural de Ribera se registraron 21 especies de árboles y un total de 39 individuos; finalmente en el Pastizal se identificaron 3 especies de árboles y un total de 13 individuos (Tabla 1).

Tabla 1. Cuantificación de la riqueza y abundancia de los árboles por transecto en las tres coberturas vegetales de la Estación Experimental El Padmi. Bosque Natural de Ladera (BNL), Bosque Natural de Ribera (BNR) y Pastizal (P).

Cobertura vegetal	Transecto	Riqueza	Abundancia	Altura promedio por transecto (m)	Área basal por transecto (m ²)	Densidad de copa por transecto (m/transecto)
BNL	1	19	25	8,30	0,51	88,5
	2	12	18	7,40	0,36	54,7
	3	11	20	8,08	0,28	56,6
BNR	1	7	11	6,67	0,17	34,1
	2	15	18	6,82	0,17	59,25
	3	3	10	12,66	0,37	52,55
P	1	2	2	16,40	0,34	16,35
	2	1	4	3,78	0,00	6
	3	1	7	13,61	0,48	40,2

Fuente: Elaboración propia

Las especies vegetales que presentaron un mayor número de individuos fueron *Grias peruviana* Miers (Lecytidaceae), con nueve individuos, cuya mayor abundancia estuvo presente en el Bosque Natural de Ladera y en menor proporción en el Bosque Natural de Ribera y *Caryodendron orinocense* (H. Karst.) (Euphorbiaceae), con ocho individuos (Tabla 2).

Tabla 2. Identificación de individuos a nivel de familia y especie, y medición de las variables de los árboles en tres áreas de la Estación Experimental El Padmi. Bosque Natural de Ladera (BN Ladera), Bosque Natural de Ribera (BN Ribera).

Familia	Especie	BN Ladera				BN Ribera				Pastizal				Total de individuos por especie
		N° individuos	Altura	Área basal	Densidad de copa	N° individuos	Altura	Área basal	Densidad de copa	N° individuos	Altura	Área basal	Densidad de copa	
Anacardiaceae	<i>Tapirira obtusa</i> (Benth.) J.D. Mitch.	1	11,3	0,03	5,5									1
Apocynaceae	<i>Aspidosperma</i> sp Mart. y Zucc.	2	11,2	0,01	5,65	1	2,5	0,00	1					3
Araliaceae	<i>Dendropanax</i> sp Decne. y Planch.	1	5,5	0,00	2									1
Arecaceae	<i>Chamaedorea linearis</i> (Ruiz y Pav.) Mart.	3	21,3	0,01	7,1	1	6,8	0,00	2,5					4
	<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz y Pav.	2	20,7	0,05	9,8									2
	<i>Socratea exorrhiza</i> Mart. H. Wendl.	1	13,2	0,04	6,25	4	17,7	0,02	8,15					5
Asteraceae	<i>Fulcaldea laurifolia</i> (Bonpl.) Poir. ex Less.	1	1,8	0,00	0									1
Burseraceae	<i>Dacryodes peruviana</i> (Loes.) Lam.	2	32,4	0,22	13,2									2
Caesalpiaceae	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell) S.F. Blake.					1	14,3	0,01	2					1
Calophyllaceae	<i>Marila magnifica</i> Linden y Planch.	1	8,2	0,01	2,5									1
Cecropiaceae	<i>Cecropia sciadophylla</i> C. Mart.	2	20,4	0,01	5									2
	<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart.	6	49,9	0,05	11,5									6
Euphorbiaceae	<i>Alchornea glandulosa</i> <i>infrasubsp. Publ</i>	1	10,4	0,02	2,5									1
	<i>Caryodendron orinocens</i> e H. Karst.									8	111	0,51	47,3	8
	<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong.	1	8,3	0,02	3,75									1
Fabaceae	<i>Albizia</i> sp Durazz., Mag. Tosc.					2	13,6	0,01	7,25					2
	<i>Inga marginata</i> Willd.	1	11,3	0,01	4,75									1
	<i>Lonchocarpus hylobius</i> Harms.					1	5,5	0,01	6					1

Tabla 2. Continuación

Familia	Especie	BN Ladera				BN Ribera				Pastizal				Total de individuos por especie
		N° individuos	Altura	Área basal	Densidad de copa	N° individuos	Altura	Área basal	Densidad de copa	N° individuos	Altura	Área basal	Densidad de copa	
Lamiaceae	<i>Vitex cymosa</i> Bertero ex Spreng.					5	63,8	0,26	32,5					5
Lauraceae	<i>Aniba</i> sp. Aubl.	1	4,9	0,00	2									1
Lecytidaceae	<i>Grias peruviana</i> Miers.	6	50,7	0,11	18,6	3	11,7	0,01	4,3					9
Lythraceae	<i>Lafoensia acuminata</i> (Ruiz y Pav.) DC.					4	52,7	0,08	16,3					4
Malvaceae	<i>Heliocarpus americanus</i> E. Watson.					1	12,3	0,02	4					1
	<i>Theobroma cacao</i> L.					2	15,6	0,05	11,7					2
Melastomataceae	<i>Miconia calvescens</i> DC.	1	4,1	0,00	1,5	2	13,1	0,02	5,5					3
	<i>Miconia prasina</i> (Sw.) DC.	5	27,8	0,04	14,8	2	13	0,01	6,5					7
	<i>Miconia</i> sp. Ruiz y Pav.	3	16,1	0,01	7	1	4,5	0,00	4,75					4
Meliaceae	<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	3	27,4	0,06	14,1									3
	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	2	21,4	0,03	4,75									2
	<i>Guarea guidonia</i> Linnaeus.	2	14,8	0,03	5,25									2
	<i>Guarea</i> sp F. Allam. ex L.					1	9,5	0,02	5,25					1
	<i>Trichilia martiana</i> C. DC.	1	14,9	0,11	7,95									1
	<i>Trichilia pallida</i> Sw.	1	16,8	0,12	8,5	2	28,1	0,12	10,3					3
Mimosaceae	<i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke	1	14,7	0,08	8,2									1
Moraceae	<i>Clarisia biflora</i> Ruiz y Pav.					1	10,1	0,04	3,75					1
Nyctaginaceae	<i>Neea ovalifolia</i> Spruce					1	7,5	0,01	3					1
Pricarniaceae	<i>Picramnia sellowii</i> Planch.	1	4,5	0,00	1,75	1	3,4	0,00	3,5					2
Rosaceae	<i>Prunus</i> sp L.	1	3,7	0,01	0,8									1

Tabla 2. Continuación

Familia	Especie	BN Ladera				BN Ribera				Pastizal				Total de individuos por especie
		N° individuos	Altura	Área basal	Densidad de copa	N° individuos	Altura	Área basal	Densidad de copa	N° individuos	Altura	Área basal	Densidad de copa	
Rubiaceae	<i>Elaeagia utilis</i> (Goudot) Wedd.	2	15,8	0,01	5,25					1	17,5	0,31	9,25	3
	<i>Palicourea guianensis</i> Aubl.	3	13,9	0,01	4,25									3
	<i>Palicourea</i> sp Aubl.	1	3,3	0,00	2									1
Rutaceae	<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engl					1	7,7	0,00	3					1
Sapindaceae	<i>Allophylus pilosus</i> (J.F.Macbr.) A.H.Gentry	1	4,8	0,01	2,25									1
Solanaceae	<i>Cestrum megalophyllum</i> Dunal	1	10,3	0,02	5,75	2	9,3	0,00	4,65					3
	<i>Cestrum</i> sp L.	2	6,4	0,00	5,65									2
	<i>Solanum mauritianum</i> Scop.									4	15,1	0,00	6	4
		63				39				13				115

Fuente: Elaboración propia

6.2. Cuantificación de la riqueza y abundancia en las tres áreas con diferente estructura de vegetación en la Estación Experimental El Padmi

6.2.1. Riqueza

Entre los meses de noviembre del 2021 y enero 2022, se registró un total de 2461 individuos pertenecientes a la subfamilia Scarabaeinae en la Estación Experimental El Padmi, mismos que se clasificaron en 10 géneros y 18 especies.

Según la curva de acumulación de especies para toda el área de estudio, misma que se basa en el estimador ACE, el área muestra una riqueza esperada de 19 especies. Por otro lado, la curva de acumulación de especies basada en el índice de Chao1 mostró una riqueza esperada de 18 especies (Figura 9). La curva de acumulación no se estabiliza y no alcanza la asíntota, lo que indica que si se continuara con el muestreo en campo es probable que se encuentren más especies dentro de la Estación Experimental El Padmi.

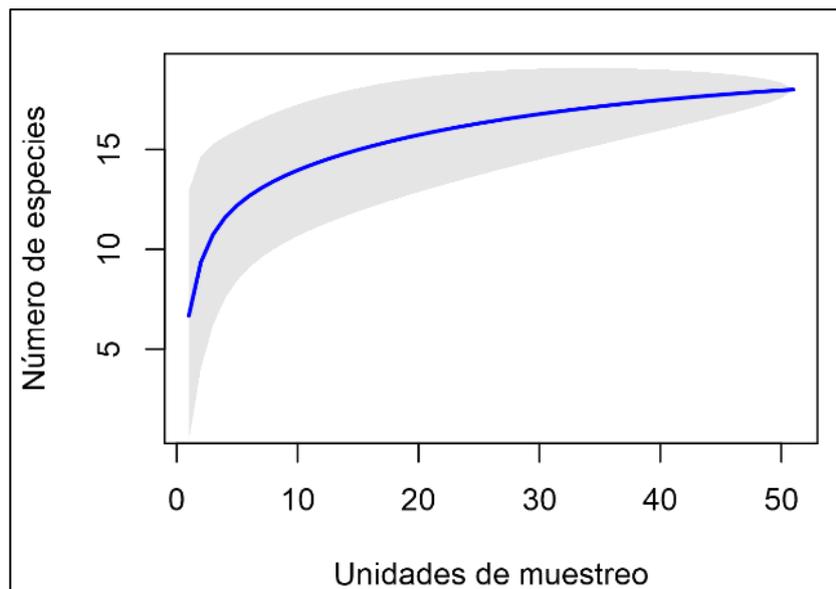


Figura 9. Curva de acumulación de especies para los escarabeinos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) de la Estación Experimental El Padmi.

Al utilizar los estimadores no paramétricos ACE y Chao1 se obtuvo una riqueza esperada de 15 especies para el Bosque Natural de Ladera, 11 especies para el Bosque Natural de Ribera, y de entre 12 a 14 especies para el Pastizal, según los estimadores Chao1 y ACE, respectivamente (Tabla 3). Se identificaron 16 de las 18-19 especies esperadas de la

subfamilia Scarabaeinae en la Estación Experimental El Padmi, obteniendo una eficiencia de muestreo entre 74,5% para el pastizal y un 97% para el Bosque Natural de Ladera.

Tabla 3. Riqueza estimada con estimadores no paramétricos Chao1, ACE y riqueza observada (S.obs).

Cobertura Vegetal	Chao1	ACE	S.obs
BN Ladera	15	15	15
BN Rivera	11	11	11
Pastizal	12	14	11

La mayor riqueza de especies dentro de los tres tipos de cobertura vegetal se presentó en el Bosque Natural de Ladera con 15 especies, mientras que en el Bosque Natural de Ribera y en el pastizal, con 11 especies cada una, registraron la menor riqueza (figura 10).

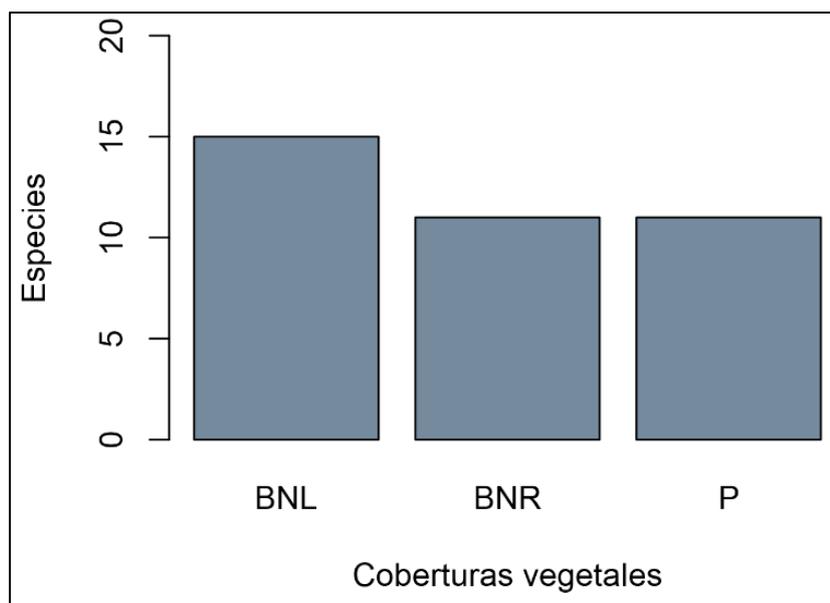


Figura 10. Número de especies por cada tipo de cobertura vegetal de la Estación Experimental El Padmi. Bosque Natural de Ladera (BNL), Bosque Natural de Ribera (BNR) y Pastizal (P).

6.2.2. Abundancia

Las especies que presentaron abundancia fueron *Eurysternus caribaeus* (Herbst, 1789) (35,31%), seguido por *Dichotomius inachus* (Erichson, 1847) (25,88%) y *Dichotomius prietoi* Martínez y Martínez, 1982 (10,32%), mientras que los que presentaron una mayor rareza fueron *Eurysternus lanuginosus* Genier, 2009 y *Ontherus sulcator* (Fabricius, 1775) (0,16%),

Ateuchus sp1 (Harold, 1868) (0,08%), *Onthophagus lojanus* Balthasar, 1939 y *Oxysternon spiniferum* Laporte, 1840 con el 0,04% (Tabla 4).

La mayor cantidad de especímenes fueron colectados en el Bosque Natural de Ladera con un total de 1399 individuos, seguido del Bosque Natural de Ribera con 740 individuos y en menor cantidad en el Pastizal con 322 individuos. Utilizando las coprotrampas se capturaron 2082 individuos (84,60%), mientras que con las necrotrampas se colectaron 379 individuos (15,40%). Con respecto a las coprotrampas se observó una mayor eficiencia en el Bosque Natural de Ladera con 1181 individuos y una menor eficiencia en el pastizal con 291 individuos. En el caso de las necrotrampas se obtuvo una mayor eficiencia en el Bosque Natural de Ladera con 218 individuos y una menor eficiencia en el pastizal con 31 individuos (Tabla 4). Para *Coprophanaeus telamon* y *Oxysternon spiniferum* las necrotrampas fueron más atrayentes que las coprotrampas.

Tabla 4. Identificación de individuos a nivel de género y especie colectados con dos tipos de cebo, en las tres coberturas vegetales en la Estación Experimental El Padmi.

Género y especie		COBERTURAS VEGETALES						Total de individuos por especie
		BN Ladera		BN Ribera		Pastizal		
		Carroña	Excremento	Carroña	Excremento	Carroña	Excremento	
<i>Ateuchus</i>	sp.1	0	2	0	0	0	0	2
	sp.2	3	4	0	0	0	0	7
<i>Canthon</i>	<i>luteicollis</i>	8	149	0	0	0	0	157
<i>Coprophanaeus</i>	<i>telamon</i>	45	2	48	6	9	11	121
<i>Deltochilum</i>	<i>genieri</i>	1	2	4	0	0	0	7
	<i>orbigny amazonicum</i>	8	20	8	53	0	2	91
<i>Dichotomius</i>	<i>inachus</i>	50	313	25	159	6	84	637
	<i>prietoi</i>	20	119	8	78	0	29	254
	<i>quinquelobatus</i>	1	5	2	12	0	1	21
<i>Eurysternus</i>	<i>caribaeus</i>	63	435	31	251	7	82	869
	<i>lanuginosus</i>	0	3	0	0	0	1	4
<i>Ontherus</i>	<i>sulcator</i>	0	0	0	3	0	1	4
<i>Onthophagus</i>	<i>lojanus</i>	0	1	0	0	0	0	1
	<i>osculatii</i>	3	25	0	0	0	0	28
<i>Oxysternon</i>	<i>silenum smaradinum</i>	4	46	3	45	0	27	125
	<i>spiniferum</i>	0	0	1	0	0	0	1

Tabla 1: Continuación

Tipos de trampas		COBERTURAS VEGETALES						Total de individuos por especie
		BN Ladera		BN Ribera		Pastizal		
		Carroña	Excremento	Carroña	Excremento	Carroña	Excremento	
Género y especie								
<i>Phanaeus</i>	<i>haroldi</i>	0	0	0	3	9	51	63
	<i>meleagris</i>	12	55	0	0	0	2	69
Total, general		218	1181	130	610	31	291	2461

Fuente: Elaboración propia

El Bosque Natural de Ladera presentó la mayor abundancia de individuos, con 1399 especímenes de la subfamilia Scarabaeinae. No así el Bosque Natural de Ribera, donde la abundancia fue de 740 individuos, y con menos registros se tuvo al Pastizal, con 322 individuos (Figura 11). La especie más abundante fue *Eurysternus caribaeus* (35,31%) (Tabla 3).

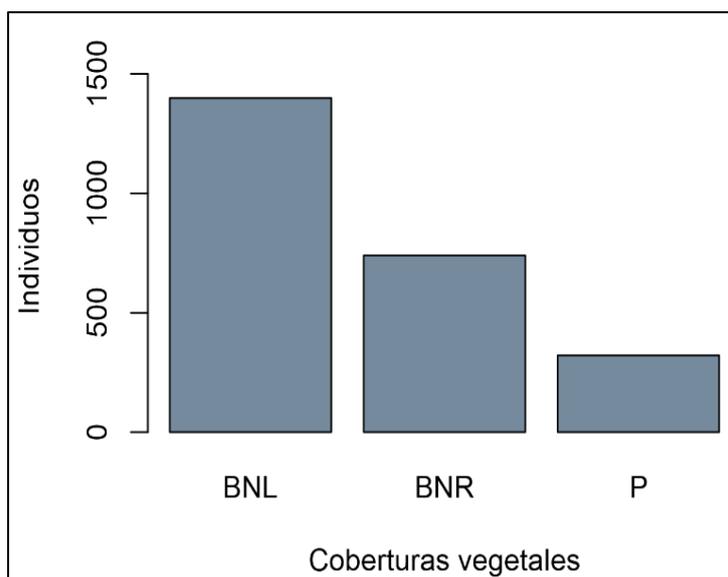


Figura 11. Abundancia por cobertura vegetal. Bosque Natural de Ladera (BNL), Bosque Natural de Ribera (BNR) y Pastizal (P).

Con las curvas rango-abundancia se puede comprobar que no existen diferencias entre las especies dominantes del Bosque Natural de Ladera y el Bosque Natural de Ribera; donde *Eurysternus caribaeus* presentó un porcentaje del 35,60% y 38,01 de registros

respectivamente; sin embargo, las dos especies más dominantes en el Pastizal fueron *Dichotomius inachus* y *Eurysternus caribaeus* con 27,95% y 27,64, respectivamente (figura 12). Por otro lado, las especies con menor proporción en el Bosque Natural de Ladera fueron *Onthophagus lojanus*, *Ateuchus* sp.1 y *Eurysternus lanuginosus* con un 0,07%, 0,14% y 0,21%, respectivamente. En el Bosque Natural de Ribera las especies raras fueron *Oxysternon spiniferum* (0,07%), *Phanaeus haroldi* (0,21%) y *Ontherus sulcator* (0,21%). Por su parte, en el pastizal las especies con mayor rareza fueron *Dichotomius quinquelobatus*, *Eurysternus lanuginosus* y *Ontherus sulcator* con el 0,07%, cada una (figura 12).

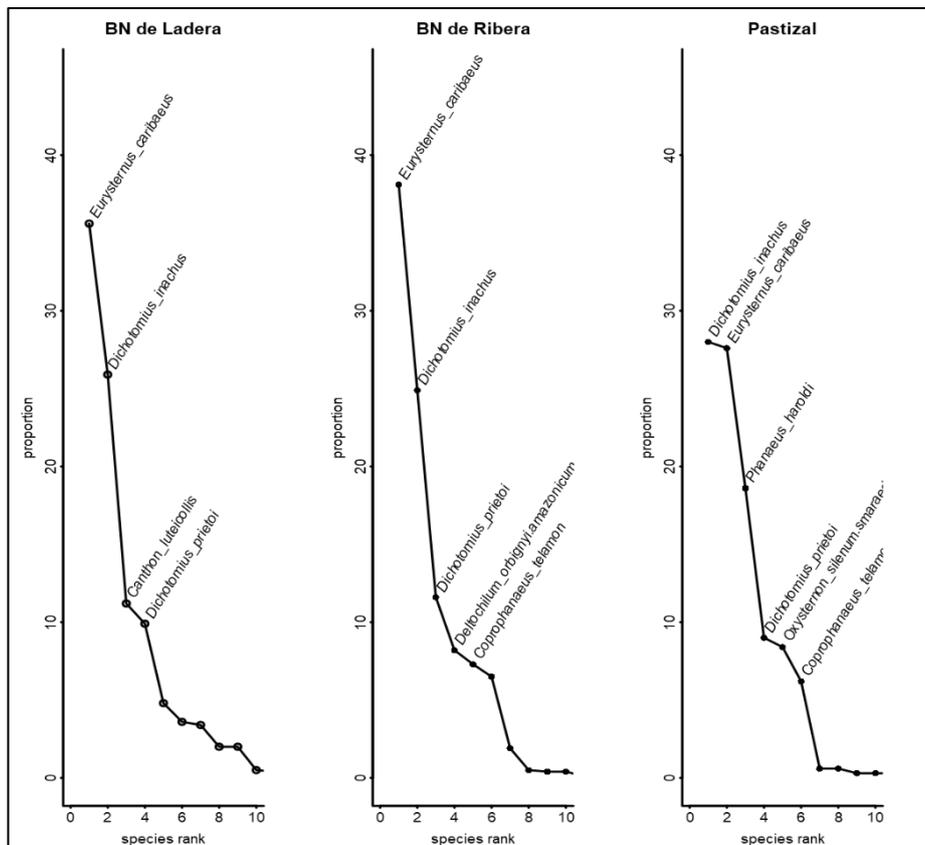


Figura 12. Curva de rango-abundancia de cada cobertura vegetal. Bosque Natural de Ladera (BN de Ladera) y Bosque Natural de Ribera (BN de Ribera) y Pastizal (P). El eje X está representado por el rango de especies y el eje Y corresponde a las proporciones de cada una de las especies por cobertura vegetal.

El índice de equitatividad de Pielou muestra que el Bosque Natural de Ladera (0,67), Bosque Natural de Ribera (0,70) y Pastizal (0,72) presentan una equitatividad alta, pero no muy lejano de una equitatividad moderada, lo que indica que las abundancias de las tres coberturas vegetales de la Estación Experimental El Padmi están distribuidas equitativamente entre las especies registradas en las mismas.

6.3. Determinación de la relación entre la riqueza y la abundancia de los escarabajos y las tres áreas de la Estación Experimental El Padmi

Los resultados del GLM con distribución de poisson, el intercepto que resume el efecto de las variables de la cobertura vegetal sobre la riqueza de los escarabajos, es significativo y positivo. Esto indica que algunas variables de la cobertura vegetal influyen en la riqueza de escarabajos. Se determinó una relación positiva entre la riqueza de escarabajos y la abundancia de flora, la relación es estadísticamente significativa y se puede concluir que la abundancia de flora es la única variable que influye directamente en la riqueza de escarabajos, lo cual indica que, al existir una mayor abundancia de flora, existirá una mayor riqueza de especies de escarabajos. Cabe mencionar que variables como el área basal, densidad de copa, la riqueza y altura de flora no son significativos, por lo tanto, no influyen sobre la riqueza de escarabajos (Tabla 5) (Anexo 3).

Tabla 5. Relación entre la riqueza de escarabajos y el área basal, densidad de copa, altura, riqueza y abundancia de flora mediante la aplicación de un GLM. ***0,001 **0,01 *0,05 ' '1

Effects	Estimate	Std.Error	zvalue	p.value	
A. Riqueza de especies					
Intercept	1.00748	0.33792	2.981	0.00287	**
Abundancia de flora	0.08930	0.03723	2.399	0.01645	*
Riqueza de flora	-0.01103	0.02932	-0.376	0.70679	
Altura de flora	0.02686	0.03667	0.732	0.46387	
Área basal	-0.06430	0.92981	-0.069	0.94486	
Densidad de copa	-0.01312	0.01073	-1.223	0.22116	

Además, el efecto del modelo (GLM) aplicado a las variables área basal, densidad de copa, altura, riqueza y abundancia flora sobre la abundancia de escarabajos indica ser significativo y positivo. Pero solo el efecto de la riqueza de flora sobre la abundancia de escarabajos es significativo y positivo, lo que indica que solo esta variable influye positivamente en la abundancia de escarabajos. Al existir una mayor riqueza de flora, mayor será la abundancia de escarabajos. Por otro lado, la densidad de copa a pesar de ser significativa tiene un efecto nulo sobre la abundancia de los escarabajos por ser negativa. Esto indica que, a menor densidad de copa que presente una cobertura vegetal, mayor será la

abundancia de escarabajos. Variables como área basal, altura y abundancia de flora no son significativos y no influyen en la abundancia de escarabajos (Tabla 6) (Anexo 4).

Tabla 6. Relación entre la abundancia de escarabajos y el área basal, densidad de copa, altura, riqueza y abundancia de flora mediante la aplicación de un GLM. ***0,001 **0,01 *0,05 ‘ ’1

Effects	Estimate	Std.Error	zvalue	p.value	
B. Abundancia de especies					
Intercept	3.73709	0.47629	7.846	4.29e-15	***
Abundancia de flora	0.01519	0.47629	0.354	0.72312	
Riqueza de flora	0.03616	0.01400	2.582	0.00982	**
Altura de flora	0.01268	0.01463	0.866	0.38628	
Área basal	0.96242	0.81348	1.183	0.23678	
Densidad de copa	-0.02153	0.01055	-2.041	0.04124	*

Fuente: Elaboración propia

El nMDS muestra que las comunidades de escarabajos copronecrófagos de las tres coberturas vegetales en la Estación Experimental El Padmi, difieren entre ellas, tanto en composición como en estructura (Figura 13).

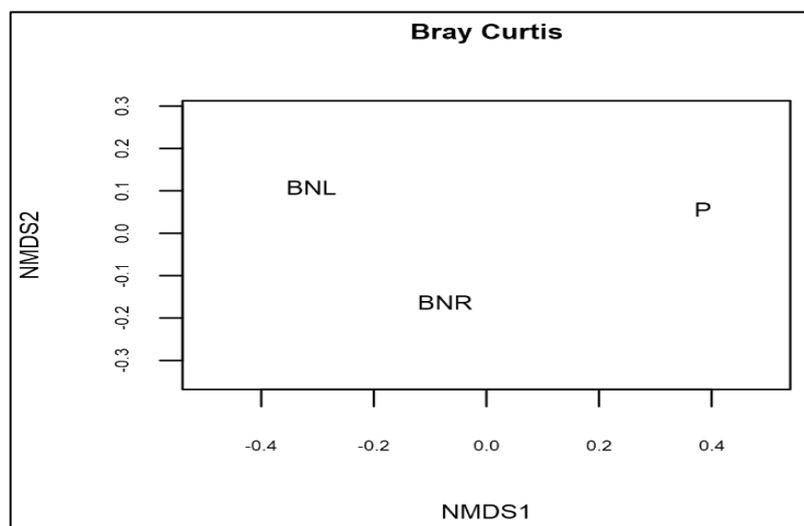


Figura 13. Representación 2D del escalamiento multidimensional no métrico (NMDS), con distancia Bray-Curtis, para la comparación de la riqueza y abundancia de escarabajos copronecrófagos entre las diferentes coberturas vegetales. Bosque Natural de Ladera (BNL), Bosque Natural de Ribera (BNR) y Pastizal (P).

Mediante el análisis de similitud (ANOSIM) se puede concluir que hay diferencias significativas en la composición de comunidades de escarabajos entre las tres coberturas vegetales (estadístico $R= 0.1143$, $p=0.004$) (Anexo 2).

7. Discusión

Esta investigación presenta información sobre los escarabajos copronecrófagos dentro de la Estación Experimental El Padmi y permitió por primera vez coleccionar datos taxonómicos acerca de los escarabajos que están presentes en esa área. Se registraron 115 individuos de árboles, clasificados en 46 especies, siendo el Bosque Natural de Ladera la cobertura con mayor área basal, densidad de copa, riqueza y abundancia de especies, mientras que el pastizal presentó la mayor altura promedio en árboles, debido a que existía una plantación de *Caryodendron orinocense*, con grandes alturas. Así mismo, esta investigación muestra que existe una mayor riqueza y abundancia de especies de escarabajos copronecrófagos en el Bosque Natural de Ladera, cuya relación positiva se presenta en áreas de conservación donde el estado del bosque natural es buena (Naranjo et al., 2010). Por otro lado, en cada transecto se midió la riqueza y abundancia de los escarabajos, la altura promedio de los árboles, el área basal y la densidad de copa y se consideró como unidades muestrales el transecto para analizarlo por cobertura vegetal. De igual manera se comprobó que existe una relación positiva entre la riqueza y abundancia de escarabajos y algunas variables de vegetación como la riqueza y abundancia de ésta.

Dentro del área de estudio la mayor riqueza y abundancia de escarabajos se obtuvo en el Bosque Natural de Ladera, debido a que estas zonas les brindan condiciones favorables para reproducirse, así mismo la cobertura arbórea impide el ingreso de la luz solar manteniendo el excremento fresco para una mejor alimentación y anidación (Villamarín, 2010). La riqueza y abundancia de escarabajos copronecrófagos puede estar directamente relacionada a la abundancia de mamíferos presentes en esa zona, debido a que los escarabajos usan las heces de los mamíferos para su alimentación y nidificación (Hernández et al., 2003). Corroborando con el estudio de Raine y Slade (2019) donde menciona, que una disminución en la comunidad de mamíferos de una zona tendrá un efecto negativo sobre la comunidad de escarabajos, disminuyendo su riqueza y abundancia, ya que los escarabajos no tendrán suficientes recursos alimenticios para poder reproducirse. Además, la presencia de hojarasca, la alta cobertura vegetal y pedazos de madera en descomposición son recursos importantes

para sus refugios y reproducción (Ampudia et al., 2020). Es por ello, que en el bosque mejor conservado se obtuvo la mayor riqueza y abundancia de escarabajos.

El pastizal presentó la misma riqueza de especies que el Bosque Natural de Ribera, pero la abundancia en el primero fue menor. Esto pudo haber sucedido debido a que los pastizales no presentan las condiciones favorables para los mamíferos silvestres, ni la cobertura arbórea necesaria para mantener en buen estado el excremento de los mamíferos, impidiendo que los escarabajos utilicen la heces para poder alimentarse y reproducirse de manera óptima (Escobar, 2000). Posiblemente la Estación Experimental el Padmi al presentar diferentes tipos de vegetación y parches alrededor de los pastizales, es posible que los escarabajos al percibir la presencia de excremento, pudieron haberse desplazado desde las áreas boscosas al pastizal en busca de alimento (Rangel et al., 2012). Estas dos coberturas vegetales presentan una composición muy similar, ya que comparten 9 especies de escarabajos. *Eurysternus lanuginosus* y *Phanaeus meleagris* no estuvieron presentes en el Pastizal, mientras que *Deltochilum genieri* y *Oxysternon spiniferum* no se registraron en el Bosque Natural de Ribera.

Algunos fragmentos de bosques de la Estación Experimental El Padmi presentan mediana intervención a causa de las actividades antrópicas como la extracción de madera, lo que provoca una fragmentación estructural en su bosque, que luego experimenta procesos de regeneración y recuperación con especies secundarias (Naranjo et al., 2010), tal es el caso del Bosque Natural de Ribera (Bosque intervenido) que se encuentra a las orillas del río Zamora, cuya área ha sufrido alteraciones para el desarrollo de la agricultura y ganadería (Apolo, 2010). A pesar de que este bosque ha sufrido alteraciones en su estructura, se observó una regeneración con especies secundarias, así mismo se evidenció que la mayor parte de los escarabajos se encuentran en los bosques, probablemente debido a que la cobertura arbórea impide que ingrese la luz solar al interior del bosque, lo que permite mantener el excremento de algunos mamíferos en buenas condiciones para su alimentación y nidificación (Hernández et al., 2003).

En consecuencia, la riqueza y abundancia de escarabajos es menor en bosques que han sido intervenidos, pero es mayor a la que se presenta en los pastizales (Villamarín, 2010). Los pastizales provocan una baja presencia de mamíferos y por ende un bajo recurso alimenticio y al ser zonas abiertas se produce una desecación de las heces por la insolación, provocando la

mortalidad de sus larvas y disminución de sus poblaciones (Saavedra et al., 2015). En los dos primeros muestreos al no haber ganado vacuno, se logró capturar mayor número de escarabajos a diferencia del tercer muestreo, probablemente debido a que en los cuatro días previos al muestreo se introdujo ganado vacuno al terreno, y es posible que los escarabajos hayan sido atraídos por las bostas depositadas por el ganado vacuno, teniendo otra fuente de alimento, lo que pudo provocar una disminución en la efectividad de las trampas, o quizás debido a que los nidos son colocados en el interior de las bostas depositadas por el ganado vacuno (de la Vega et al., 2014). Además, puede ser que los nidos y los adultos hayan sido pisoteados por el ganado, provocando una disminución de individuos en ese tipo de vegetación. Sin embargo, hay estudios, como el de Gómez et al. (2015), quienes aseguran que se encuentra mayor abundancia de especies en los parquizados (ganadería bajo bosque) que, en bosques nativos, ya que estos contienen en el interior del bosque ganado vacuno, mismos que proveen mayor abundancia de recursos alimenticios para los escarabajos. Esto sugiere que otra razón para la disminución del número de individuos colectados en pastizal pudo haber sido un cambio a nivel de microclima en ese sector con poca cobertura arbórea, por lo que son necesarios estudios adicionales para conocer la historia natural de estos insectos y las variables que la afectan.

Sumado a esto, el pastizal se obtuvo menor abundancia de escarabajos por la ausencia de flora. *Dichotomius inachus* fue la especie más abundante en el Pastizal, se trata de una especie generalista que se alimenta de varios tipos de alimentos, entre ellos heces y carroña (Celi y Dávalos, 2001). Existen otros estudios con reportes de especies dominantes en pastizales como es el caso de Martínez et al. (2000), en su estudio sobre efecto del diferente manejo de los pastizales y del ganado sobre los escarabajos copronecrófagos (en el estado de Veracruz-México), donde mencionan que obtuvieron nueve especies de escarabajos en el pastizal, siendo *Ataenius apicalis* la más abundante, encontrándose presente durante todo el año. Es probable que la baja riqueza de especies en zonas de pastizales se deba a que no presentan las condiciones favorables para su reproducción.

Eurysternus caribaeus fue la especie que presentó mayor abundancia de individuos en la presente investigación, específicamente en el Bosque Natural de Ladera (bosque conservado) y es considerada especie generalista ya que aprovechan al máximo los recursos alimenticios que dispone una zona (Celi y Dávalos, 2001). Además, esta especie se la encontró en las tres coberturas vegetales debido a que esta especie es conocida por ser

cosmopolita (Rubio, 2010), y al ser generalista aprovecha al máximo los recursos alimenticios disponibles, así mismo presenta amplios rangos de distribución amplios. Finalmente, se ha reportado que esta especie se ve fuertemente atraída por trampas cebadas con heces humanas (da Silva y Di Mare, 2012), lo que fue corroborado en la presente investigación.

Dichotomius inachus fue la segunda especie dominante dentro de la Estación Experimental El Padmi. Las especies del género *Dichotomius* presentan un alto grado de importancia ya que son grandes recicladores del estiércol y de la carroña (Carvajal et al., 2011). Aunque este género es de suma importancia, la información acerca de las especies que lo conforman es escasa (Escobar, 2000). *Dichotomius inachus* es considerada generalista y tiene una capacidad de penetrar y salir de los bosques, además de ser una especie con facilidades de dispersión (Amat et al., 1997), al seleccionar bosques y sus recursos alimenticios, posiblemente por ello es que en la zona de pastizal esta especie tuvo menor presencia.

A diferencia de las especies abundantes también se registraron especies raras representadas por un solo individuo, como es el caso de *Oxysternon spiniferum* presente solo en el Bosque Natural de Ribera y *Onthophagus lojanus* encontrada en el Bosque Natural de Ladera. *Oxysternon spiniferum* es una especie pequeña, considerada poco común en bosques húmedos de tierras bajas, la mayor parte de individuos se han registrado en Ecuador en Napo-Tena, Baeza, Limoncocha, Yuturi Lodge y Zamora-Chinchi (Punguinza) (Edmonds y Zídek, 2004).

Especies como *Ateuchus* sp.1 y sp.2, *Canthon luteicollis* y *Onthophagus osculati* fueron registradas solo en el Bosque Natural de Ladera (bosque conservado). De esta última se conoce que su abundancia aumenta ante la presencia de mamíferos pequeños (Storck et al., 2020).

Trece de las 18 especies registradas en la Estación Experimental El Padmi fueron capturadas con los dos tipos de cebos, ya que la mayoría de estas especies son generalistas y aprovechan los recursos alimenticios disponibles en su entorno (Sulca y Huamantínco, 2016). Sin embargo, existieron 4 especies de escarabajos que seleccionaron en mayor medida aquellas trampas cebadas con heces humanas y una especie fue registrada únicamente en trampas cebadas con carroña. Algunas de estas especies pueden ser especialistas y verse afectadas por las alteraciones en sus hábitat (Amat et al., 1997), además es necesario validar si

estas especies son coprófagas o necrófagas y si presentan hábitos especialistas. Por otro lado, las trampas que fueron cebadas con heces humanas resultaron ser las más efectivas, debido a que contienen compuestos como el nitrógeno y funcionan como mejores atrayentes para los escarabajos peloteros (Bustos y Lopera, 2003; Figueroa y Alvarado, 2011).

La abundancia de flora influye positivamente en la riqueza o abundancia de escarabajos. Esto se corrobora con el estudio de Cortés (2013), donde menciona que la riqueza de flora tiene una influencia positiva sobre la abundancia de escarabajos, debido a que, al existir una mayor riqueza de flora, existirá una mayor disponibilidad de recursos alimenticios para los escarabajos y así podrán aprovechar esta fuente de alimento para su reproducción, aumentando a su vez la abundancia de los mismos. Además, variables como altura, área basal y densidad de copa, no influyeron sobre la riqueza y abundancia de escarabajos. Por otro lado, un estudio sobre el efecto de la composición y estructura del paisaje sobre distintos grupos taxonómicos en Matiguás, Nicaragua indica que la altura de los árboles es una de las variables que se relaciona positivamente con la riqueza de escarabajos (Vilchez, 2009).

Además, es necesario considerar otras variables como el dosel de los árboles ya que los escarabajos se trasladan de áreas que han sido intervenidas o con poca cobertura arbórea a bosques con un gran dosel (Delgado et al., 2012). Así mismo es importante considerar el índice de sombra donde fueron capturados los escarabajos para conocer la influencia que tiene esta variable sobre los escarabeinos (Granados et al., 2010).

Por otro lado, las curvas rango-abundancia muestran a *Eurysternus caribaeus* como especie dominante en el Bosque Natural de Ladera y en el Bosque Natural de Ribera. Mediante el índice de equitatividad de Pielou, se muestra que, en el Bosque Natural de Ladera, Bosque Natural de Ribera y Pastizal presentan una equitatividad alta, debido a que los valores estuvieron entre 0,67 - 0,72, pero no muy lejano de una equitatividad moderada, lo que indica que las abundancias de individuos en las tres coberturas vegetales están distribuidas equitativamente dentro del área de muestreo. Estos rangos de equitatividad alta indican que las abundancias de escarabajos en las tres coberturas vegetales de la Estación Experimental El Padmi están distribuidas equitativamente entre las especies registradas.

8. Conclusiones

- De las 18 especies de escarabajos presentes en la zona de estudio, *Eurysternus caribaeus* fue la especie más abundante, debido a que es una especie generalista y aprovecha al máximo los recursos alimenticios disponibles en una zona para su alimentación y reproducción.
- La mayor riqueza y abundancia de escarabajos copronecrófagos se registró en el Bosque Natural de Ladera, debido a que es un área conservada y presenta una mayor riqueza y abundancia de flora, a diferencia de las otras coberturas evaluadas. Mientras que, en el Bosque Natural de Ribera y el Pastizal a pesar de ser coberturas diferentes presentaron la misma riqueza de especies.
- Existe una relación positiva entre la riqueza y abundancia de escarabajos y la riqueza y abundancia de flora, siendo las únicas variables que influyeron positivamente en el aumento de la riqueza y abundancia de escarabajos.

9. Recomendaciones

- Continuar con la evaluación de la riqueza y abundancia de los escarabajos en los meses de verano y así poder comparar la variación de la abundancia con el presente estudio.
- Utilizar otros tipos de cebos como atrayentes, ya que las necrotrampas tuvieron menos efectividad en la colecta, y así comprobar si existe un aumento en la riqueza y abundancia de escarabajos con los resultados obtenidos en este estudio.
- Considerar otras variables como el dosel de los árboles debido a que los escarabajos se trasladan de áreas con poca cobertura arbórea a bosques con un mayor dosel y el índice de sombra para conocer si estas variables influyen en alguna medida sobre la comunidad de escarabajos.
- Realizar estudios sobre diversidad funcional, dinámica de poblaciones y movilidad de los escarabajos para conocer cuál es su comportamiento dentro de los diferentes parches de vegetación que se encuentran en la Estación Experimental El Padmi para conocer si son parte de una misma comunidad.

- Al ser Ecuador un país megadiverso, se debería fortalecer las investigaciones sobre los distintos grupos de escarabajos para actualizar los listados y claves de identificación de esta subfamilia y así generar información taxonómica dentro de la región sur del Ecuador.

10. Bibliografía

- Aguirre, Z., & León, N. (2014). Sobrevivencia y crecimiento inicial de especies vegetales en el Jardín Botánico de la quinta El Padmi , Zamora , Chinchipe Survival and early growth of plants in the El Padmi Botanical. *Arnaldoa*, 18(2), 115–122.
- Alvis, J. (2009). Análisis estructural de un bosque natural localizado en zona rural del municipio de popayan. *Facultad de Ciencias Agropecuarias. Grupo de Investigación TULL.*, 7, 116–122.
- Amat, G., Lopera, A., & Amézquita, S. (1997). Patrones de distribución de escarabajos coprofagos (Coleoptera Scarabaeidae) en relicto del bosque altoandino, Cordillera Oriental de Colombia. *Caldasia*, 19(1–2), 191–204.
- Ampudia, C., Estrella, R., & Pérez, P. (2020). Escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) en bosques sobre arena blanca de la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana, en la Amazonía peruana. *Ciencia Amazónica (Iquitos)*, 8(1), 53–70. <https://doi.org/10.22386/ca.v8i1.280>
- Apolo, W. (2010). Investigación para proveer servicios ecosistémicos a la población de Zamora Chinchipe, Ecuador. *Cedamaz*, 1(1), 26–34.
- Armijos, C. (2020). Riqueza y abundancia de escarabajos copronecrófagos (coleoptera: scarabaeidae: scarabaeinae) en diversos tipos de cobertura vegetal del Puear, Loja-Ecuador. *Universidad Nacional De Loja*, 62. [http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/17025/1/TESIS WILSON FERNANDO.pdf](http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/17025/1/TESIS_WILSON_FERNANDO.pdf)
- Benítez, E., Chamba, H., Sánchez, E., A, S., Ochoa, D., Sánchez, J., & Guerrero, R. (2017). Caracterización de pastos naturalizados de la Región Sur Amazónica Ecuatoriana : potenciales para la alimentación animal . Characterization of naturalized pastures of the Southern Region Amazonian Ecuadorian : potentials for animal production. *Bosques Latitud Cero* 2017, 7, 83–97. <http://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/323/296>
- Bustos, F., & Lopera, A. (2003). PREFERENCIA POR CEBO DE LOS ESCARABAJOS COPROFAGOS (COLEOPTERA: SCARABAEIDAE: SCARABAEINAE) DE UN REMANENTE DE BOSQUE SECO TROPICAL AL NORTE DEL TOLIMA (COLOMBIA). *ResearchGate*, 59–65. <https://www.researchgate.net/publication/313386954%0APreferencia>
- Carvajal, V., Villamarin, S., & Ortega, A. (2011). Escarabajos del Ecuador, Principales géneros. In *Instituto de Ciencias Biológicas Escuela Politécnica Nacional* (Issue 1).
- Castillo, R., Lara, M., & Olivares, J. (2011). Diversidad Preliminar de Escarabajos Coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae), Atraídos por Excremento Humano en el Calvario, Meta. *Conexión Agropecuaria JDC*, 1, 17–33. <https://www.jdc.edu.co/revistas/index.php/conexagro/article/view/344>
- Celi, J., & Dávalos, A. (2001). Manual de monitoreo. Los escarabajos peloteros como indicadores de la calidad ambiental. In *ECOCIENCIA*.
- Chamorro, W., Marín, D., Granda, V., & Vaz De Mello, F. (2018). Checklist with a key to

- genera and subgenera of dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) present and supposed for Ecuador. *Revista Colombiana de Entomología*, 44(1), 72–100. <https://doi.org/10.25100/socolen.v44i1.6545>
- Cortés, S. (2013). Parches de vegetación secundaria en paisajes urbanos como reservorios de diversidad de artrópodos en Chetumal, Quintana Roo. *ECOSUR*, 104.
- da Silva, P. G., & Di Mare, R. A. (2012). Escarabeíneos copro-necrófagos (Coleoptera, Scarabaeidae, Scarabaeinae) de fragmentos de Mata Atlântica em Silveira Martins, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia - Série Zoologia*, 102(2), 197–205. <https://doi.org/10.1590/S0073-47212012000200012>
- de la Vega, C., Elizalde, H., González, M., & Reyes, C. (2014). ESCARABAJOS ESTERCOLEROS PARA LA GANADERÍA DE LA REGIÓN DE AYSÉN. *INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIAS*, 87.
- Delgado, P., Lopera, A., & Rangel, O. (2012). Variación Espacial del Ensamblaje de Escarabajos Coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) en Remanentes de Bosque Seco en Chimichagua (Cesar, Colombia). *Colombia Diversidad Biótica XII: La Región Caribe de Colombia, January 2012*, 833–849.
- Edmonds, W. D., & Zídek, J. (2004). Revision of the Neotropical Dung Beetle genus *Sulcophanaeus* (Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Folia Heyrovskyana, Supplement*(May), 1–60.
- Escalante, T. (2007). ¿Cuántas especies hay? Los estimadores no paramétricos de Chao. *Elementos: Ciencia y Cultura*, 14, 56–58.
- Escobar, F. (2000). DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN DE LOS ESCARABAJOS DEL ESTIÉRCOL (COLEOPTERA: SCARABAEIDAE: SCARABAEINAE) DE COLOMBIA. *Sociedad Entomológica Aragonesa*, 1, 197–210.
- Figueroa, L., & Alvarado, M. (2011). Coleópteros coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) de la Reserva Nacional Tambopata, Madre de Dios, Perú. *Revista Peruana de Biología*, 18(2), 209–212. <https://doi.org/10.15381/rpb.v18i2.230>
- Gentry, A. H. (1982). Patterns of Neotropical Plant Species Diversity. In *Evolutionary Biology* (Vol. 5, pp. 1–84). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-6968-8_1
- Gómez, A., Gimenez, V., Munevar, A., & Zurita, G. (2015). ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LAS COMUNIDADES DE ESCARABAJOS ESTERCOLEROS (Scarabaeidae: Scarabaeinae) EN DIFERENTES SISTEMAS GANADEROS DEL BOSQUE ATLÁNTICO DE ARGENTINA. *Entomología Mexicana*, 2, 588–594.
- Granados, M., Kohlmann, B., & Russo, R. (2010). Escarabajos Del Estiércol Como Bioindicadores Del Impacto Ambiental Causado Por Cultivos En La Región Atlántica De Costa Rica. *Tierra Tropical, January*, 181–189. <https://www.researchgate.net/publication/283460860>
- Guerra, C. B., Zurita, G. A., & Bellocq, M. I. (2020). Dung beetles response to livestock management in three different regional contexts. *Scientific Reports*, 10(1), 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-60575-5>
- Hernández, B., Maes, J. M., Harvey, C. A., Vílchez, S., Medina, A., & Sánchez, D. (2003).

- Abundancia y diversidad de escarabajos coprófagos y mariposas diurnas en un paisaje ganadero en el departamento de Rivas, Nicaragua. *Agroforestería En Las Américas*, 10(January 2014), 1–21.
- Hernandez, N. M., Muñoz, G. S., Quintero, K. S., & Méndez, J. B. (2012). Escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) asociados a excrementos de mamíferos en un fragmento de bosque seco tropical en el Departamento del Atlántico, Colombia. *Ecología Austral*, 22(3), 203–210. <https://doi.org/10.25260/ea.12.22.3.0.1227>
- Huerta, C., Martínez, M. I., de Oca, E. M., Cruz, M., & Favila, M. E. (2013). The role of dung beetles in the sustainability of pasture and grasslands. In *ResearchGate* (Vol. 64, Issue May, pp. 441–463). <https://doi.org/10.2495/978-1-84564-756-8/024>
- Jiménez, E., Quezada, R., & Padilla, J. (2013). Diversidad de escarabajos necrófilos (coleoptera: Scarabaeidae, silphidae, staphylinidae y trogidae) en una región semiárida del valle de zapotitlán de las salinas, Puebla, México. *Revista de Biología Tropical*, 61(3), 1475–1491. <https://doi.org/10.15517/rbt.v61i3.11978>
- Kindt, R. (2023). Package ‘BiodiversityR.’ (2.15-1), 178. <https://cran.r-project.org/web/packages/BiodiversityR/BiodiversityR.pdf>
- Martínez, I., Cruz, M., & Lumarte, J. (2000). EFECTO DEL DIFERENTE MANEJO DE LOS PASTIZALES Y DEL GANADO SOBRE LOS ESCARABAJOS COPROFAGOS ATAENIUS APICALIS HINTON Y ATAENIUS SCULPTOR HAROLD (SCARABAEIDAE: APHODIINAE: EUPARIINI). *Acta Zoologica Mexicana*, 185–196. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0065-17372000000200010&script=sci_abstract&tlng=en
- Martínez, N., Rangel, J., Beltrán, H., & Daza, C. (2022). ¡El tamaño sí importa! Incidencia del tamaño del cebo en la captura de escarabajos coprófagos en el bosque seco tropical. *Revista de Biología Tropical*, 70(December), 1–19. <https://doi.org/10.15517/rev.biol.trop..v70i1.46712>
- Montoya, S., Isaza, L., & González, J. (2016). Escarabajos coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) de la Cuenca del Río Dagua, Valle del Cauca, Colombia Dung beetles (Scarabaeidae: Scarabaeinae) of the Dagua river basin, Valle del Cauca, Colombia. *DUGESIANA*, 2, 125–133. https://www.researchgate.net/publication/311766256_Escarabajos_coprofagos_Scarabaeidae_Scarabaeinae_de_la_Cuenca_del_Rio_Dagua_Valle_del_Cauca_Colombia
- Naranjo, E., Ramirez, T., & Aguirre, Z. (2010). FLORA Y ENDEMISMO DEL BOSQUE HÚMEDO TROPICAL DE LA QUINTA EL PADMI, ZAMORA CHINCHIPE. *Revista Ecología Forestal*, 61–65. <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/347>
- Navarrete, J. (2020). Escarabajos: maravillas naturales. *ResearchGate*, November, 8. <https://www.researchgate.net/publication/345463780>
- Nichols, E., & Gómez, A. (2014). Dung beetles and fecal helminth transmission: Patterns, mechanisms and questions. *Parasitology*, 141(5), 614–623. <https://doi.org/10.1017/S0031182013002011>
- Oksanen, J., Simpson, G., Blanchet, F., Kindt, R., Legendre, P., Minchin, P., O’Hara, R., Solymos, P., Stevens, M., Szoecs, E., Wagner, H., Barbour, M., Bedward, M., Bolker,

- B., Borcard, D., Carvalho, G., Chirico, M., Durand, S., Beatriz, H., ... Ter, C. (2022). *Package 'vegan' (2.5-6)*. <https://cran.r-project.org/web/packages/vegan/vegan.pdf>
- Pereira, D., & Kohlmann, B. (2015). Estudio de biogeografía de islas en agroecosistemas de banano mediante el uso de escarabajos coprófagos como bioindicadores ecológicos. *Tierra Tropical (2012)*, 8(1), 95–113.
- Raine, E., & Slade, E. (2019). Dung beetle-mammal associations: Methods, research trends and future directions. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 286(1897). <https://doi.org/10.1098/rspb.2018.2002>
- Rangel, J., Blanco, O., Gutiérrez, B., & Martínez, N. (2012). COLEÓPTEROS COPRÓFAGOS (SCARABAEIDAE: SCARABAEINAE) ASOCIADOS A EXCREMENTOS DE MAMÍFEROS EN LA RESERVA NATURAL LURIZA (RNL), DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO, COLOMBIA. *Boletín de La Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.)*, 50, 409–419. <https://www.researchgate.net/publication/235810735%0AColeópteros>
- Rangel, J., & Martínez, N. (2017). Comparación de los ensamblajes de escarabajos copronecrófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) entre fragmentos de bosque seco tropical y la matriz adyacente en el departamento del Atlántico-Colombia. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88(2), 389–401. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.03.012>
- Ratcliffle, B., & Jameson, M. (2002). Key to Families and Subfamilies of Scarabaeoidea of the New World. *UNL State Museum - Division of Entomology*, 1. <http://unsm-ento.unl.edu/Guide/Scarabaeoidea/Scarabaeoidea-pages/Scarabaeoidea-Key/ScarabaeoideaK.html>
- Rodríguez, B., Sánchez, J., & Villarreal, D. (2015). Dynamic of Ecosystem Services of Dry Deciduous Forests of Ecuador. *Dominio de Las Ciencias*, 1(1), 62–74.
- Rubio, E. C. (2010). LOS ESCARABAJOS DEL GÉNERO EURYSTERNUS DALMAN, 1824 (COLEOPTERA: SCARABAEIDAE) DE COLOMBIA. *Boletín de La Sociedad Entomológica Aragonesa*, 46, 147–179. <https://www.researchgate.net/publication/264558042%0ALOS>
- Saavedra, D., Vaz de Mello, F., Ugaz, A., & Pacheche, C. (2015). Coleópteros (Coleoptera: Scarabaeidae) de los Bosques de Niebla, Ramos y Chin Chin, Ayabaca-Huancabamba, Piura-Perú. *INDES*, 3(1), 108–116. <https://doi.org/10.25127/indes.201501.00>
- Sánchez, G., Gómez, B., Delgado, L., Rodríguez, M., & Chamé, E. (2018). Diversidad de escarabajos copronecrófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) en la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote, Chiapas, México. *Caldasia*, 40(1), 144–160. <https://doi.org/10.15446/caldasia.v40n1.68602>
- Solís, C., Noriega, J. A., & Herrera, G. (2011). Escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) en tres bosques secos del departamento del Atlántico-Colombia. *Boletín Del Museo de Entomología de La Universidad Del Valle*, 12(1), 33–41. <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/handle/10893/4085>
- Storck, D., da Silva, R., Sawaris, L., Vaz de mello, F., da Silva, D., & Peres, C. (2020). Habitat patch size and isolation drive the near-complete collapse of Amazonian dung beetle assemblages in a 30-. *Biodiversity and Conservation In*, 2419–2438.

<https://doi.org/10.1007/s10531-020-01982-y>

- Suatunce, J. P. (2002). Diversidad de escarabajos estiercoleros en bosques y en cacaotales de diferentes estructuras y composición florística Talamanca Costa Rica. *Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza*, 135.
- Sulca, L., & Huamantínco, A. A. (2016). VARIACIÓN ESTACIONAL DE LA COMUNIDAD DE ESCARABAJOS Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) DE UN BOSQUE INUNDABLE AMAZÓNICO DE PERÚ. *Ecología Aplicada*, 15(1), 47. <https://doi.org/10.21704/rea.v15i1.582>
- Tapia, A., & Fierro, M. (2011). Caracterización florística y estructura de la vegetación natural de la Quinta El Padi, Provincia de Zamora Chinchipe. *Universidad Nacional de Loja*, 62. [http://dspace.unl.edu.ec:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4343/ARELLANO WASHINGTON - JIMENEZ GALO.pdf?sequence=1](http://dspace.unl.edu.ec:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4343/ARELLANO%20WASHINGTON%20-%20JIMENEZ%20GALO.pdf?sequence=1)
- Vilchez, S. (2009). Efecto de la composición y estructura del paisaje y del hábitat sobre distintos grupos taxonómicos en un agropaisaje en Matiguás, Nicaragua. *Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza*, 121.
- Villamarín, 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>

11. Anexos

Anexo 1. Permiso de investigación otorgado por el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE)



Ministerio del Ambiente, Agua
y Transición Ecológica

AUTORIZACIÓN DE RECOLECCION DE ESPECIMENES DE ESPECIES DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA No. 1813

ESTUDIANTES E INVESTIGADORES (SIN FINES COMERCIALES)

1.- AUTORIZACIÓN DE RECOLECTA DE ESPECÍMENES DE ESPECIES LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA

2.- CÓDIGO

MAAE-ARSFC-2021-1813

3.- DURACIÓN DEL PROYECTO

FECHA INICIO	FECHA FIN
2021-12-25	2022-06-25

4.- COMPONENTE A RECOLECTAR

Animal

El Ministerio del Ambiente y Agua, en uso de las atribuciones que le confiere la Codificación a la Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre autoriza a:

5.- INVESTIGADORES /TÉCNICOS QUE INTERVENDRÁN EN LAS ACTIVIDADES DE RECOLECCION

Nº de C.J/Pasaporte	Nombres y Apellidos	Nacionalidad	Nº REGISTRO SENESCYT	EXPERIENCIA	GRUPO BIOLÓGICO
1105827404	JIMENEZ CAÑAR JIMMY ALEXANDER	Ecuatoriana	N/S	Estudiante	Insecta
1105409187	CUENCA HERRERA YANDRI ARIEL	Ecuatoriana	N/S	Estudiante	Insecta
1150568663	SALAZAR ROMERO SORAYA LIZBETH	Ecuatoriana	N/S	Estudiante	Insecta

6.- PARA QUE LLEVEN A CABO LA RECOLECCION DE ESPECIMENES DE ESPECIES LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA:

Nombre del Proyecto: Diversidad de Escarabajos Biorecicladores Coleoptera Scarabaeinae y su relación con la estructura de la vegetación-variables climáticas y consorcios bacterianos del suelo

Anexo 2. Resultados del análisis de similitud (ANOSIM) en el software R.

```
Call:
anosim(x = com_escb, grouping = coleop_Anosim$COD_COV, permutations = 9999,
       stance = "bray")
Dissimilarity: bray

ANOSIM statistic R: 0.1143
      Significance: 1e-04

Permutation: free
Number of permutations: 9999

Upper quantiles of permutations (null model):
      90%      95%      97.5%      99%
0.0195 0.0268 0.0342 0.0438

Dissimilarity ranks between and within classes:
      0%      25%      50%      75%      100%      N
Between 13.5 2226.00 4181.0 6154.0 7352.5 5310
BNLadera 13.5 1577.00 3344.0 5711.0 7352.5 1128
BNRiviera 13.5 1268.00 3460.5 5263.0 7352.5 1035
PASTIZAL 13.5 2185.25 4495.0 7352.5 7352.5 528
```

Anexo 3. Resultado de la relación entre la riqueza de los escarabajos y la estructura de la vegetación mediante la aplicación de un GLM

```
Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (La
Family: poisson ( log )
Formula: S ~ abunf + Sf + Hf + AB + D_copa + (1 | CV)
Data: glm_yc

      AIC      BIC    logLik deviance df.resid
 262.5    276.5   -124.3    248.5      47

Scaled residuals:
      Min       1Q   Median       3Q      Max
-2.26332 -0.68110  0.05686  0.76145  2.53319

Random effects:
 Groups Name      Variance Std.Dev.
 CV      (Intercept) 2.188e-18 1.479e-09
Number of obs: 54, groups: CV, 3

Fixed effects:
      Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)  1.00748    0.33792   2.981  0.00287 **
abunf        0.08930    0.03723   2.399  0.01645 *
Sf          -0.01103    0.02932  -0.376  0.70679
Hf           0.02686    0.03667   0.732  0.46387
AB          -0.06430    0.92981  -0.069  0.94486
D_copa      -0.01312    0.01073  -1.223  0.22116
```

Anexo 4. Resultado de la relación entre la abundancia de los escarabajos y la estructura de la vegetación mediante la aplicación de un GLM

```
Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation)
Family: poisson ( log )
Formula: Abun ~ abunf + Sf + Hf + AB + D_copa + (1 | CV)
Data: glm_yc

      AIC      BIC   logLik deviance df.resid
1916.1  1930.0  -951.1  1902.1     47

Scaled residuals:
  Min      1Q  Median      3Q      Max
-7.895 -4.010 -1.755  4.663 13.834

Random effects:
Groups Name      Variance Std.Dev.
CV      (Intercept) 0.4908  0.7006
Number of obs: 54, groups: CV, 3

Fixed effects:
              Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)  3.73709    0.47629   7.846 4.29e-15 ***
abunf        0.01519    0.04288   0.354  0.72312
Sf           0.03616    0.01400   2.582  0.00982 **
Hf           0.01268    0.01463   0.866  0.38628
AB           0.96242    0.81348   1.183  0.23678
D_copa      -0.02153    0.01055  -2.041  0.04124 *
```

Anexo 5. Reconocimiento del área de estudio.





Anexo 6. Fase de campo







Anexo 7. Montaje de especímenes



Anexo 8. Etiquetado de los especímenes



Anexo 9. Identificación de las especies en el Laboratorio del LOUNAZ-UNL



Anexo 10. Muestra de las hojas de registro de especímenes de la subfamilia Scarabaeinae colectados en la Estación Experimental El Padmi.

La base de datos completa se encuentra depositada en el Nodo GBIF Ecuador, del Museo de Zoología LOUNAZ

CÓDIGO LOUNAZ	CÓDIGO DE INVESTIGACIÓN	ORDEN	FAMILIA	SUBFAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	PAÍS	PROVINCIA	LOCALIDAD	LATITUD	LONGITUD	N° DE TRANS ECTO	N° DE TRAM PA	FECHA	TIPO DE TRAMPA	TIPO DE COBERTURA
LOUNAZ-I-0004208	PBNLT1P1004	Coleoptera	Scarabaeidae	Scarabaeinae	<i>Dichotomius</i>	<i>prieto</i>	ECUADOR	ZAMORA	EL PADMI	-3,73432492	-78,619053	1	1	19-21 NOV	Excremento	BN Ladera
LOUNAZ-I-0004209	PBNLT1P1005	Coleoptera	Scarabaeidae	Scarabaeinae	<i>Dichotomius</i>	<i>prieto</i>	ECUADOR	ZAMORA	EL PADMI	-3,73432492	-78,619053	1	1	19-21 NOV	Excremento	BN Ladera
LOUNAZ-I-0004210	PBNLT1P1006	Coleoptera	Scarabaeidae	Scarabaeinae	<i>Dichotomius</i>	<i>prieto</i>	ECUADOR	ZAMORA	EL PADMI	-3,73432492	-78,619053	1	1	19-21 NOV	Excremento	BN Ladera
LOUNAZ-I-0004211	PBNLT1P1007	Coleoptera	Scarabaeidae	Scarabaeinae	<i>Dichotomius</i>	<i>prieto</i>	ECUADOR	ZAMORA	EL PADMI	-3,73432492	-78,619053	1	1	19-21 NOV	Excremento	BN Ladera
LOUNAZ-I-0004212	PBNLT1P1008	Coleoptera	Scarabaeidae	Scarabaeinae	<i>Dichotomius</i>	<i>prieto</i>	ECUADOR	ZAMORA	EL PADMI	-3,73432492	-78,619053	1	1	19-21 NOV	Excremento	BN Ladera
LOUNAZ-I-0004213	PBNLT1P1009	Coleoptera	Scarabaeidae	Scarabaeinae	<i>Dichotomius</i>	<i>prieto</i>	ECUADOR	ZAMORA	EL PADMI	-3,73432492	-78,619053	1	1	19-21 NOV	Excremento	BN Ladera
LOUNAZ-I-0004214	PBNLT1P1010	Coleoptera	Scarabaeidae	Scarabaeinae	<i>Dichotomius</i>	<i>prieto</i>	ECUADOR	ZAMORA	EL PADMI	-3,73432492	-78,619053	1	1	19-21 NOV	Excremento	BN Ladera
LOUNAZ-I-0004215	PBNLT1P1011	Coleoptera	Scarabaeidae	Scarabaeinae	<i>Dichotomius</i>	<i>prieto</i>	ECUADOR	ZAMORA	EL PADMI	-3,73432492	-78,619053	1	1	19-21 NOV	Excremento	BN Ladera
LOUNAZ-I-0004216	PBNLT1P1012	Coleoptera	Scarabaeidae	Scarabaeinae	<i>Dichotomius</i>	<i>prieto</i>	ECUADOR	ZAMORA	EL PADMI	-3,73432492	-78,619053	1	1	19-21 NOV	Excremento	BN Ladera
LOUNAZ-I-0004217	PBNLT1P1013	Coleoptera	Scarabaeidae	Scarabaeinae	<i>Dichotomius</i>	<i>prieto</i>	ECUADOR	ZAMORA	EL PADMI	-3,73432492	-78,619053	1	1	19-21 NOV	Excremento	BN Ladera
LOUNAZ-I-0004218	PBNLT1P1014	Coleoptera	Scarabaeidae	Scarabaeinae	<i>Dichotomius</i>	<i>prieto</i>	ECUADOR	ZAMORA	EL PADMI	-3,73432492	-78,619053	1	1	19-21 NOV	Excremento	BN Ladera
LOUNAZ-I-0004219	PBNLT1P1015	Coleoptera	Scarabaeidae	Scarabaeinae	<i>Dichotomius</i>	<i>inachus</i>	ECUADOR	ZAMORA	EL PADMI	-3,73432492	-78,619053	1	1	19-21 NOV	Excremento	BN Ladera
LOUNAZ-I-0004220	PBNLT1P1016	Coleoptera	Scarabaeidae	Scarabaeinae	<i>Dichotomius</i>	<i>inachus</i>	ECUADOR	ZAMORA	EL PADMI	-3,73432492	-78,619053	1	1	19-21 NOV	Excremento	BN Ladera
LOUNAZ-I-0004221	PBNLT1P1017	Coleoptera	Scarabaeidae	Scarabaeinae	<i>Dichotomius</i>	<i>inachus</i>	ECUADOR	ZAMORA	EL PADMI	-3,73432492	-78,619053	1	1	19-21 NOV	Excremento	BN Ladera
LOUNAZ-I-0004222	PBNLT1P1018	Coleoptera	Scarabaeidae	Scarabaeinae	<i>Dichotomius</i>	<i>inachus</i>	ECUADOR	ZAMORA	EL PADMI	-3,73432492	-78,619053	1	1	19-21 NOV	Excremento	BN Ladera

Anexo 11. Muestra de la hoja de registro de las variables de los árboles colectados en la Estación Experimental El Padmi

La base de datos completa se encuentra depositada en el Nodo GBIF Ecuador, del Museo de Zoología LOUNAZ

Número_de	Familia	Especie	Nombre cor	CAP(cm)	DAP(m)	H(m)	Longitud_c	Ancho	Copa_1	Copa_2	AB	Transecto	Tipo_de_cober	dens copa c
A1	Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Cedro	29,6	0,09	9,1	1,93	0,75	0	0	0,0069	1	Bosque_Natural	0
A2	Melastomataceae	<i>Miconia sp.</i>	Garra	26,1	0,08	7,2	2,75	0,71	2,5	3	0,0054	1	Bosque_Natural	2,75
A3	Melastomataceae	<i>Miconia calvescens</i> DC.	Sierrilla	11,6	0,04	4,1	9,45	0,51	1	2	0,0011	1	Bosque_Natural	1,5
A4	Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Cedro	56,2	0,18	12,3	12,65	1,92	3,5	6	0,025	1	Bosque_Natural	4,75
A5	Meliaceae	<i>Trichilia martiana</i> C.DC.		116,5	0,37	14,9	13,2	0,15	7,5	8,4	0,1073	1	Bosque_Natural	7,95
A6	Melastomataceae	<i>Miconia prasina</i> (Sw.) DC	Garra	12	0,04	6	14,95	1,1	1	4	0,0011	1	Bosque_Natural	2,5
A7	Solanaceae	<i>Cestrum megalophyllum</i> DC	Pulillo	55,2	0,18	10,3	17,5	0,4	6,5	5	0,0241	1	Bosque_Natural	5,75
A8	Solanaceae	<i>Cestrum sp.</i>		9,1	0,03	4,1	18,05	0,1	2	3	0,0007	1	Bosque_Natural	2,5
A9	Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i> Linnaeu	Yanza	63,4	0,20	8,5	18,3	0,25	3	4	0,0318	1	Bosque_Natural	3,5
A10	Melastomataceae	<i>Miconia prasina</i> (Sw.) DC	Garra	10,3	0,03	3,1	18,75	0,9	2	3	0,0008	1	Bosque_Natural	2,5
A11	Melastomataceae	<i>Miconia sp.</i>	Garra	12,3	0,04	4,2	19,2	1,6	2	3,5	0,0012	1	Bosque_Natural	2,75
A12	Mimosaceae	<i>Cedrelinga cateniformis</i> (C)	Zeique	100,2	0,32	14,7	19,65	1,35	7,5	8,9	0,0793	1	Bosque_Natural	8,2
A13	Meliaceae	<i>Trichilia pallida</i> Sw.		125,1	0,40	16,8	21,15	0,3	8	9	0,1237	1	Bosque_Natural	8,5
A14	Rubiaceae	<i>Palicourea guianensis</i> Aubl	Cafetillo	8,5	0,03	5,5	21,6	0,75	1	1	0,0006	1	Bosque_Natural	1
A15	Rubiaceae	<i>Elaeagia utilis</i> (Goudot) W	Cascarillon	10,3	0,03	6	22,4	0,65	2	3	0,0008	1	Bosque_Natural	2,5
A16	Melastomataceae	<i>Miconia sp.</i>	Garra	7,8	0,02	4,7	24,1	0,8	1	2	0,0005	1	Bosque_Natural	1,5
A17	Araliaceae	<i>Dendropanax sp.</i>		12	0,04	5,5	29,1	0,8	1,5	2,5	0,0011	1	Bosque_Natural	2
A18	Meliaceae	<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	Tangaré	67,3	0,21	13,8	31,2	2	7,8	8,9	0,0358	1	Bosque_Natural	8,35
A19	Anacardiaceae	<i>Tapirira obtusa</i> (Benth.) J	Nona	56,7	0,18	11,3	32,05	1,45	5	6	0,0254	1	Bosque_Natural	5,5
A20	Calophyllaceae	<i>Marila magnifica</i> Linden & Planch.		40,9	0,13	8,2	36,2	0,15	2	3	0,0132	1	Bosque_Natural	2,5
A21	Burseraceae	<i>Dacryodes peruviana</i> (Lc)	Copal	36,2	0,12	12,8	38,2	1,6	3	4	0,0104	1	Bosque_Natural	3,5
A22	Rubiaceae	<i>Palicourea sp.</i>	Cafetillo	8,4	0,03	3,3	38,4	0,3	2	2	0,0006	1	Bosque_Natural	2
A23	Lauraceae	<i>Aniba sp.</i>	Cenelo	7,8	0,02	4,9	39,45	0,6	2	2	0,0005	1	Bosque_Natural	2
A24	Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i> Linnaeu	Yanza	11	0,04	6,3	41,45	1,25	1,5	2	0,001	1	Bosque_Natural	1,75
A25	Rubiaceae	<i>Elaeagia utilis</i> (Goudot) W	Cascarillon	33,7	0,11	9,8	47,6	1,6	2	3,5	0,009	1	Bosque_Natural	2,75
A1	Cecropiaceae	<i>Cecropia sciadophylla</i> C.	Hormiguero	35,3	0,11	12,7	0	1	2,5	2,5	0,0098	2	Bosque_Natural	2,5
A2	Lecytidaceae	<i>Grias peruviana</i> Miers	Apai	32	0,10	7,6	1,2	0,28	4,6	5,2	0,0081	2	Bosque_Natural	4,9
A3	Apocynaceae	<i>Aspidosperma sp.</i>	Guabillo	33,1	0,11	6,4	3,1	0,65	3,5	3,8	0,0087	2	Bosque_Natural	3,65
A4	Lecytidaceae	<i>Grias peruviana</i> Miers	Apai	32,4	0,10	8,9	8,32	0,95	2	4,5	0,0083	2	Bosque_Natural	3,25

Anexo 12. Certificación de traducción del resumen.

Loja, 26 de junio de 2023

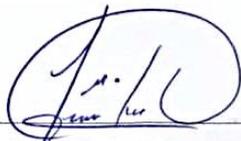
Yo, Livia Rosario Vega Luzuriaga, con número de cédula **1103259428** y con título de Licenciada en Ciencias de la Educación, especialidad de idioma inglés, registrado en el SENESCYT con número **1008-15-1403516**.

CERTIFICO:

Que he traducido minuciosamente el Resumen del Trabajo de Titulación titulado: **“Diversidad de escarabajos copronecrófagos de la subfamilia Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) y su relación con la estructura de la vegetación en tres áreas de la Estación Experimental El Padmi”**, de autoría del estudiante **Yandri Ariel Cuenca Herrera**, portador de la cédula de identidad: **1105409187**, egresado de la carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente de la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de la Universidad de Loja, previo a la obtención del título de **Ingeniero en Manejo y Conservación del Medio Ambiente**.

Es todo en cuanto puedo certificar en honor a la verdad, facultando al interesado hacer uso del presente para fines pertinentes.

Atentamente



Lic. Livia Rosario Vega Luzuriaga

C.I. 1103259428

Celular: 0988513538

Correo: liviavega10@gmail.com