



**UNL**

Universidad  
Nacional  
de Loja

# Universidad Nacional de Loja

**Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables**

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

**“EFECTO DE BORDE SOBRE LA RIQUEZA Y ABUNDANCIA DE  
ESCARABAJOS COPRONECRÓFAGOS (COLEOPTERA: SCARABAEINAE)  
EN EL TIPO DE BORDE BOSQUE NATURAL DE LADERA – PASTIZAL EN  
LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL EL PADMI, ZAMORA CHINCHIPE”**

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

**AUTOR:**

Jimmy Alexander Jiménez Cañar

**DIRECTORA:**

Ecól. Katusca Janet Valarezo Aguilar, M.Sc.

Loja – Ecuador

2023

## Certificación

Loja, 02 de septiembre de 2022

Ecól. Katusca Valarezo Aguilar, M.Sc.

**DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

### CERTIFICO:

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Titulación denominado: **“EFECTO DE BORDE SOBRE LA RIQUEZA Y ABUNDANCIA DE ESCARABAJOS COPRONECRÓFAGOS (COLEOPTERA: SCARABAEINAE) EN EL TIPO DE BORDE BOSQUE NATURAL DE LADERA – PASTIZAL EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL EL PADMI, ZAMORA CHINCHIPE”**, previo a la obtención del título de **Ingeniero en Manejo y Conservación del Medio Ambiente**, de la autoría del estudiante **Jimmy Alexander Jiménez Cañar**, con cédula de identidad **Nro.1105827404**, 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.



Firmado electrónicamente por:  
**KATIUSCA JANET  
VALAREZO  
AGUILAR**

---

Ecól. Katusca Janet Valarezo Aguilar, M.Sc.

**DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

## **Autoría**

Yo, **Jimmy Alexander Jiménez Cañar**, declaro ser autor del presente Trabajo de Titulación: **“EFECTO DE BORDE SOBRE LA RIQUEZA Y ABUNDANCIA DE ESCARABAJOS COPRONECRÓFAGOS (COLEOPTERA: SCARABAEINAE) EN EL TIPO DE BORDE BOSQUE NATURAL DE LADERA – PASTIZAL EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL EL PADMI, ZAMORA CHINCHIPE”** y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos y acciones legales por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional – Biblioteca Virtual.

**Firma:**



**C.I.:** 1105827404

**Fecha:** 08 de febrero de 2023

**E-mail:** jimmy.a.jimenez@unl.edu.ec

**Teléfono:** 0939700027

## **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, **Jimmy Alexander Jiménez Cañar**, declaro ser autor del trabajo de titulación denominado: **“EFECTO DE BORDE SOBRE LA RIQUEZA Y ABUNDANCIA DE ESCARABAJOS COPRONECRÓFAGOS (COLEOPTERA: SCARABAEINAE) EN EL TIPO DE BORDE BOSQUE NATURAL DE LADERA – PASTIZAL EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL EL PADMI, ZAMORA CHINCHIPE”**, comorequisito 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, confines académicos muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Digital 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 de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los ocho días del mes de febrero del dos mil veintitres.

**Firma:**



**Autor:** Jimmy Alexander Jiménez Cañar

**Cédula de identidad:** 1105827404

**Dirección:** Catamayo, Parroquia San José, Barrio Cetmal

**Teléfono:** 0939700027

**Correo electrónico:** jimmy.a.jimenez@unl.edu.ec

## **DATOS COMPLEMENTARIOS**

**Directora del Trabajo de Titulación:** Ecól. Katusca Janet Valarezo Aguilar, M.Sc.

## **Dedicatoria**

A mis padres Edgar Manuel Jiménez Calderón y Dolores Mariela Cañar Jaramillo por su apoyo y motivación a lo largo de toda mi carrera universitaria y de mi vida. A todas las personas que estuvieron presentes en esta etapa, aportando en mi formación de profesional y como ser humano.

*Jimmy Alexander Jiménez Cañar*

## **Agradecimiento**

En primer lugar, agradezco a Dios por brindarme salud y a unos padres excepcionales, quienes han creído en mí siempre, otorgándome las pautas necesarias para crecer como ser humano mediante la superación, motivación, humildad y sacrificio.

Así mismo, expreso mis agradecimientos a mi directora de tesis, Ecóloga Katusca Valarezo, M.Sc., por la dedicación, apoyo, paciencia y la dirección que ha facilitado el desarrollo de este trabajo.

De igual manera, agradezco al Dr. Fernando Vaz de Mello (Universidad Federal de Matto Grosso, Brasil) y a la Blga. Aura del Carmen Paucar PhD., del Museo de Zoología LOUNAZ-UNL, por brindarme su apoyo en el proceso de identificación de especies.

Finalmente agradezco a mis amigos y pareja, que siempre me han mostrado su apoyo moral y humano en todas las situaciones presentadas en mi vida.

*Jimmy Alexander Jiménez Cañar*

# Índice de Contenidos

<b>Portada</b> .....	<b>i</b>
<b>Certificación</b> .....	<b>ii</b>
<b>Autoría</b> .....	<b>iii</b>
<b>Carta de autorización</b> .....	<b>iv</b>
<b>Dedicatoria</b> .....	<b>v</b>
<b>Agradecimiento</b> .....	<b>vi</b>
<b>Índice de Contenidos</b> .....	<b>vii</b>
Índice de Tablas .....	ix
Índice de Figuras .....	ix
Índice de Anexos.....	xi
<b>1. Título</b> .....	<b>1</b>
<b>2. Resumen</b> .....	<b>2</b>
2.1. Abstract.....	3
<b>3. Introducción</b> .....	<b>4</b>
<b>4. Marco Teórico</b> .....	<b>7</b>
4.1. Efecto de la fragmentación y efecto de borde en la fauna .....	7
4.2. Insectos como bioindicadores .....	8
4.3. La familia Scarabaeidae y subfamilia Scarabaeinae en la región neotropical .....	9
<b>5. Metodología</b> .....	<b>12</b>
5.1. Área de estudio .....	12
5.2. Tipo de borde .....	14
5.3. Sitios de muestreo y método de muestreo de escarabajos copronecrófagos.....	14
5.4. Variables ambientales .....	16

5.5. Análisis de datos .....	17
<b>6. Resultados .....</b>	<b>19</b>
6.1. Cuantificación de la riqueza y abundancia de escarabajos coprófagos en el borde bosque natural de ladera – pastizal.....	19
6.2. Relación de las características ambientales con la riqueza y abundancia de los escarabajos copronecrófagos en cada distancia desde el borde hacia el interior .....	25
<b>7. Discusión .....</b>	<b>27</b>
7.1. Diversidad de escarabajos copronecrófagos .....	27
7.2. Efecto de borde .....	28
7.3. Variables Climáticas .....	29
<b>8. Conclusiones .....</b>	<b>31</b>
<b>9. Recomendaciones .....</b>	<b>32</b>
<b>10. Bibliografía .....</b>	<b>33</b>
<b>11. Anexos .....</b>	<b>42</b>

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Rangos de interpretación de índices de Shannon-Weaver .....	17
<b>Tabla 2.</b> Rangos de interpretación para el índice de Pielou .....	18
<b>Tabla 3.</b> Identificación de especie pertenecientes al borde bosque natural de ladera – pastizal de la Estación Experimental El Padmi, Zamora Chinchipe.....	19
<b>Tabla 4.</b> Riqueza estimada en relación a la riqueza observada de las distancias del borde bnl-p .....	23
<b>Tabla 5.</b> Diversidad y uniformidad de escarabajos copronecrófagos en las distancias del borde bnl-p.....	24

## Índice de Figuras

<b>Figura 1.</b> Representaciones de algunos efectos de borde potenciales para cualquier variable de respuesta A y B en dos tipos de hábitat yuxtapuestos. Tomado de López (2003). .....	8
<b>Figura 2.</b> Imágenes de especímenes de los principales géneros de Scarabaeidae de la región neotropical: <b>a)</b> Aphodiinae ( <i>Aphodius concavus</i> ), <b>b)</b> Scarabaeinae ( <i>Canthon pilularius</i> ) <b>c)</b> Melolonthinae ( <i>Polyphylla decemlineata</i> ), <b>d)</b> Ruteinae ( <i>Strigoderma arboricola</i> ) <b>e)</b> Dynastinae ( <i>Tomarus gibbosus</i> ) <b>f)</b> Cetoniinae ( <i>Euphoria fulgida</i> ) <b>g)</b> Orphninae ( <i>Aegidium angustum</i> ). Figura <b>a</b> tomada de Skelley, (2008), Figura <b>b</b> tomada de Gill, (2005), Figuras <b>c, d, e y f</b> tomadas de Ratcliffe y Jameson, (2002), Figura <b>g</b> tomada de Frolov et al. (2017). .....	10
<b>Figura 3.</b> Características morfológicas representativas de los escarabajos de la familia Scarabaeidae ( <i>Dichotomius ribeiroi</i> ): <b>a)</b> habitus macho, <b>b)</b> cabeza hembra, <b>c)</b> pronoto hembra, <b>d)</b> edeago vista lateral, <b>e)</b> parámetros vista dorsal, <b>f)</b> parámetros vista ventral, <b>g)</b> lamela copulatriz, <b>h)</b> primera lamela accesoria, <b>i)</b> segunda lamela accesoria, <b>j)</b> tercera lamela accesoria. Figuras tomadas de Arias y Vaz de Mello, (2013). .....	11
<b>Figura 4.</b> Mapa de ubicación de la Estación experimental El Padmi: a) Ubicación de Estación Experimental en la parroquia Los Encuentros; b) Ubicación de Los Encuentros en el cantón Yantzaza; c) Ubicación de la provincia de Zamora Chinchipe.....	13
<b>Figura 5.</b> Mapa de coberturas vegetales de la Estación Experimental El Padmi .....	14
<b>Figura 6.</b> Formato de etiquetado de especímenes .....	16

<b>Figura 7.</b> Formato de etiquetado de especímenes .....	16
<b>Figura 8.</b> Curvas de acumulación de especies en los meses de estudio para los escarabaeinos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) de la Estación Experimental El Padmi basada en la relación entre el número de especies y las unidades de muestreo (distancias del borde), en el software estadístico R.....	22
<b>Figura 9.</b> Riqueza de escarabajos copronecrófagos en los meses de estudio en el borde bnl-p de la Estación Experimental El Padmi. ....	22
<b>Figura 10.</b> Abundancia de escarabajos copronecrófagos en los meses de estudio en el borde bnl-p de la Estación Experimental El Padmi.....	23
<b>Figura 11.</b> Análisis de similitud (ANOSIM) mediante un escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) entre las distancias de colecta en el borde bnl-pastizal utilizando el índice de disimilitud de Bray Curtis .....	24
<b>Figura 12.</b> Relación entre Riqueza / Abundancia, con la humedad en cada una de las distancias del borde bnl-pastizal .....	25
<b>Figura 13.</b> Relación entre S (Riqueza), ABD (Abundancia), con la temperatura en cada una de las distancias del borde bnl-p. ....	26

## Índice de Anexos

<b>Anexo 1.</b> Transectos y estaciones de muestreo en el bnl-pastizal .....	42
<b>Anexo 2.</b> Trampa de caída .....	43
<b>Anexo 3.</b> Cebos de excremento humano.....	44
<b>Anexo 4.</b> Reposición y reparación de trampas.....	45
<b>Anexo 5.</b> Recolección de especímenes .....	46
<b>Anexo 6.</b> Conservación de los especímenes recolectados .....	47
<b>Anexo 7.</b> Montaje de especímenes.....	48
<b>Anexo 8.</b> Toma de datos de Variables Ambientales .....	49
<b>Anexo 9.</b> Permiso de movilización de especies .....	50
<b>Anexo 10.</b> Clasificación e identificación de especies .....	51
<b>Anexo 11.</b> Datos de Temperatura/Distancia/Transecto/Tiempo de muestreo .....	52
<b>Anexo 12.</b> Datos de humedad/Distancia/Transecto/Tiempo de muestreo. ....	53
<b>Anexo 13.</b> Certificación del resumen (Abstract) .....	55

## **1. Título**

“EFECTO DE BORDE SOBRE LA RIQUEZA Y ABUNDANCIA DE ESCARABAJOS COPRONECRÓFAGOS (COLEOPTERA: SCARABAEINAE) EN EL TIPO DE BORDE BOSQUE NATURAL DE LADERA – PASTIZAL EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL EL PADMI, ZAMORA CHINCHIPE

## 2. Resumen

La fragmentación de los hábitats naturales por efecto de la expansión agrícola y ganadera en la Estación Experimental El Padmi, modifica las variables ambientales y genera un fenómeno conocido como efecto de borde que se ha convertido en uno de los problemas más importantes en la conservación de la biodiversidad por lo que es necesario disponer de información cuantitativa sobre sus características y distribución. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de borde sobre la riqueza y abundancia de escarabajos copronecrófagos y relacionar con la temperatura y humedad en bosque natural de ladera-pastizal de la Estación Experimental El Padmi a través de índices cuantitativos. Se calcularon parámetros (abundancia y riqueza) mediante la cuantificación y relación con la temperatura y humedad; estos parámetros se midieron en 24 puntos de muestreo distribuidos en tres transectos en el borde bosque natural de ladera (bnl) – pastizal (p). Se estimó la abundancia mediante el índice de abundancia relativa y la diversidad y equidad de especies a través de Shannon-Wiever y Pielou. Para determinar la relación de la temperatura y humedad sobre la riqueza y abundancia se realizó un modelo lineal generalizado (GLM). Como resultado se recolectaron 1482 especímenes pertenecientes a 13 especies pertenecientes principalmente a bosque natural de ladera. Las especies representativas fueron *Dichotomius inachus* y *Eurysternus caribeus*. Los valores de los índices mostraron que la abundancia está influenciada por la gradiente bnl-pastizal, que la diversidad es media y existe una distribución equitativa alta. La relación de la temperatura y humedad sobre la riqueza y abundancia no es estadísticamente significativa ( $P > 0,05$ ). Estos resultados permitieron inferir que el efecto de borde y la relación de la temperatura y humedad sobre la riqueza y abundancia no son estadísticamente significativos.

**Palabras clave:** Fragmentación, escarabajos peloteros, temperatura, humedad, diversidad de especies

## 2.1. Abstract

Habitat fragmentation modifies environmental variables and generates a phenomenon known as Edge effect, which has become one of the most important problems in the conservation of biodiversity, making it necessary to have quantitative information on its characteristics and distribution. The objective of the present study was to evaluate the Edge effect on the richness and abundance of dung beetles and to relate it to temperature and humidity in slope natural forest (bnl)-grassland (p) of the El Padmi Experimental Station through quantitative indexes. Parameters (abundance and diversity) were calculated through quantification and relationship with temperature and humidity; these parameters were measured with 24 sampling points distributed in three transects in the bnl-p border. Abundance was estimated using the relative abundance index and species diversity and evenness using Shannon-Wiever and Pielou. A generalized linear model (GLM) was used to determine the relationship between temperature and humidity over richness and abundance. As a result, 1482 specimens belonging mainly to natural hillside forest were collected. The representative species were *Dichotomius inachus* and *Eurysternus caribeus*. The index values showed that the bnl-p gradient influenced the abundance, that diversity is moderate and that there is a high equal distribution. The relationship between temperature and humidity on richness and abundance is not statistically significant. These results allowed inferring that the edge effect and the relationship between temperature and humidity on richness and abundance are not statistically significant.

**Key words:** Fragmentation, dung beetles, temperature, humidity, species diversity.

### 3. Introducción

Ecuador ha sido considerado como un país megadiverso, a pesar de poseer una extensión geográfica relativamente pequeña (Mena, 2018). Su alto endemismo y riqueza biológica, tanto a nivel genético, como de variedad de especies y de ecosistemas, es solo superada por países como Colombia y Brasil, principalmente por su extensión territorial (Székely, 2009). Esta diversidad se debe a varias causas; dentro de las más destacadas se encuentran: la ubicación ecuatorial, presencia de la cordillera de Los Andes y Costanera, multiplicidad de regímenes climáticos tanto a nivel regional como local, circulación de dos corrientes oceánicas: la corriente fría de Humbolt y la corriente cálida del Niño (Geo Ecuador, 2008). La gran cantidad de ecosistemas en Ecuador incluye bosques y selvas tropicales, páramos, piedemontes andinos, llanuras, valles, humedales, manglares, etc. (MAE, 2012). Esta variedad de ecosistemas intensifica la riqueza biológica, que se calcula aproximadamente en un 10 % del total de insectos en el planeta (Bioweb, 2020).

Dentro de las investigaciones realizadas en las últimas décadas en el campo de la biología, los temas relacionados a perturbaciones ambientales y destrucción de hábitats han tomado gran importancia debido a los cambios presentados en la dinámica de poblaciones principalmente (Semarnat, 2007).

La destrucción de los hábitats naturales afecta la composición y estructura del paisaje, y cambia lo que antes era un bosque natural en una matriz de zonas alteradas donde se presentan pequeños fragmentos del bosque original, cuyos estudios recobran importancia en este campo de la ecología (Fischer y Lindenmayer, 2007). La fragmentación acompañada de la pérdida de hábitats se ha convertido en las más importantes amenazas para el mantenimiento de la biodiversidad de los ecosistemas, principalmente terrestres. La fragmentación en su sentido amplio, ha sido originada por el cambio en el uso de suelo en ecosistemas naturales, producto de la intervención de las actividades humanas, dentro de las cuales se destacan la apertura de tierras de cultivo, creación de pastizales para ganado, construcción de presas y carreteras o fenómenos naturales como fuego. Por lo tanto, la fragmentación supone una pérdida de continuidad de un ecosistema y donde se producen alteraciones a nivel físico y ecológico originando cambios en la estructura de las poblaciones y comunidades de flora y fauna (Ardila, 2005; Navarro et al., 2015).

En este aspecto, al aumentar la destrucción de los hábitats naturales, fragmentándolos,

aumenta también el área del borde entre las diferentes zonas o coberturas generadas a partir del bosque natural original, dando origen a uno de los principales problemas ocasionados por la fragmentación denominado efecto de borde, el cual puede definirse como el resultado de la interacción entre dos ecosistemas, cuando los dos están separados por una transición abrupta (borde), produciendo cambios bióticos y abióticos (Murcia, 1995). Los efectos de borde explican en gran parte los efectos negativos surgidos a partir de la fragmentación de los hábitats (Fletcher, 2005). Las poblaciones y comunidades de especies pueden llegar a fragmentarse de tal modo que los individuos resultantes no persistan ante los cambios producidos en su hábitat natural, ocasionando extinciones temporales y consecuentemente pérdidas en la biodiversidad a nivel local (Andrade, 1998).

Bajo este contexto, las actividades realizadas en la provincia de Zamora Chinchipe tales como deforestación, agricultura intensiva, ganadería, extracción de madera, minería artesanal e industrial promueven el desarrollo de la fragmentación de los ambientes naturales dando origen a problemas de índole social, económico y ambiental. Así mismo, la ganadería y la expansión agrícola son las principales actividades desarrolladas en la Estación Experimental El Padmi originando pérdida de bosque natural y biodiversidad a su vez genera diferentes coberturas vegetales (Fernández y Cartuche, 2006; Alvarado, 2016; Zhingre, 2017).

Dentro de los bosques amazónicos, existen muchos microorganismos e invertebrados descomponedores que cumplen un rol preponderante debido a que intervienen en los ciclos de reciclado de nutrientes, obtenidos a partir de la materia y energía no utilizada por los organismos productores y consumidores. Estos acontecimientos se deben a las múltiples funciones que cumplen los mismos ya que son carnívoros, herbívoros, presas, ficófagos, micófagos, descomponedores, parásitos, parasitoides, carroñeros, coprófagos, depredadores, dispersores de semillas, polinizadores, filtradores de agua y formadores de suelo (Galante y Marcos, 1997; Cárdenas et al., 2009, 2017; Granda, 2015; Cano et al., 2020; Crespo et al., 2020).

Los escarabajos copronecrófagos que pertenecen a la familia Scarabaeidae, han tomado una gran importancia para el desarrollo de investigaciones en el campo ambiental (Halffter, 1991). Son un grupo de invertebrados fundamental que cumple importantes funciones ecológicas para el ecosistema debido a que usan el estiércol de los vertebrados para alimentarse, fertilizar el suelo, fabricar depósitos y reservas subterráneas de alimento, acelerar el ciclo de nutrientes orgánicos y de minerales del suelo (Carvajal et al., 2011; Grisales y Montes, 2018). Además los escarabajos copronecrófagos son considerados como indicadores biológicos de perturbación debido a su alta sensibilidad a las perturbaciones antrópicas (Halffter et al., 2001;

Nichols et al., 2008).

Entonces, realizar estudios sobre el efecto de borde son necesarios debido a que la fragmentación de los ecosistemas incrementará paulatinamente en el futuro a resultado del crecimiento poblacional y con ello la expansión urbana, agrícola y ganadera, que afectan a las comunidades y poblaciones de especies silvestres, particularmente a los escarabajos copronecrófagos (Yahner, 1988).

Este trabajo pretende evaluar el efecto de borde sobre la riqueza y abundancia de los escarabajos copronecrófagos en el tipo de borde bosque natural de ladera-pastizal y comparar con los microclimas generados en el bosque en función del borde. Además de ampliar el conocimiento e importancia ecológica acerca de los escarabajos copronecrófagos y su relación con el efecto de borde mediante técnicas de monitoreo, que permitan obtener resultados concretos que sirvan como base para determinar el estado de conservación del lugar de estudio. De igual manera esta investigación pretende determinar si las variables ambientales (humedad y temperatura) cambian la riqueza y abundancia de escarabajos copronecrófagos en el transecto de borde bosque natural de ladera – Pastizal. Bajo este contexto se establecieron los siguientes objetivos:

**Objetivo General:**

Evaluar el efecto de borde sobre la riqueza y abundancia de los escarabajos copronecrófagos de la subfamilia Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) en el tipo de borde bosque natural de ladera – pastizal de la Estación Experimental El Padmi, perteneciente al cantón Yantzaza de la Provincia de Zamora Chinchipe

**Objetivos específicos**

- Cuantificar la riqueza y abundancia de escarabajos copronecrófagos en el borde bosque natural de ladera-pastizal
- Relacionar las características ambientales con la riqueza y abundancia de los escarabajos copronecrófagos en cada distancia desde el borde hacia el interior.

## 4. Marco Teórico

### 4.1. Efecto de la fragmentación y efecto de borde en la fauna

La destrucción de los bosques o hábitats naturales producidos por actividades antrópicas o naturales origina procesos como la modificación del paisaje y fragmentación de hábitats, lo que a su vez genera matrices o parches limitados por bordes y estos con diferentes características en relación al estado natural. Los efectos pueden entenderse basados en dos enfoques: (1) las especies individuales y los procesos que las amenazan, (2) Los patrones del paisaje percibido por los seres humanos y su correlación con el conjunto de especies, estos enfoques permiten determinar si la proporción de los bordes pueden influenciar en la dinámica de poblaciones y comunidades relacionando la dispersión, interacción, estructura, composición y diversidad de especies con los cambios producidos en el paisaje (Fischer y Lindenmayer, 2007; Navarro et al., 2015).

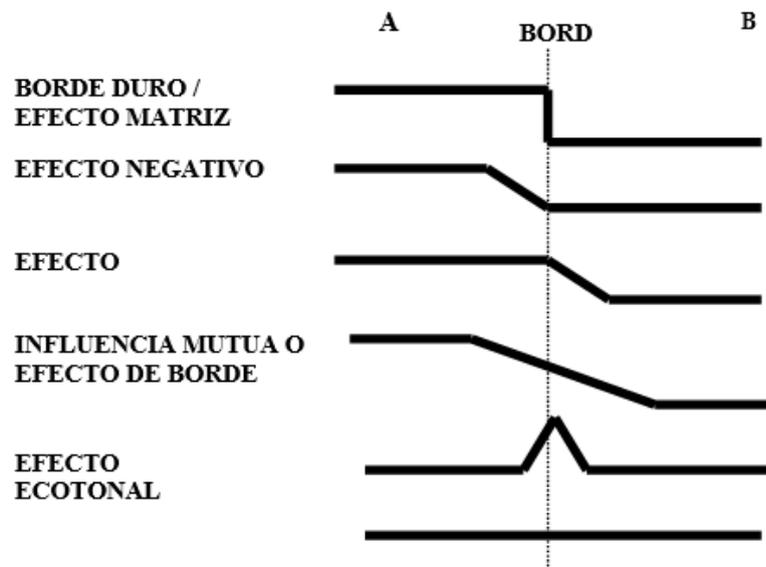
Lidicker (1999), menciona que, cuando la materia y energía presentan discontinuidades relativamente abruptas se perciben límites o bordes; bajo este contexto, el borde se define como un zona de transición que separa dos tipos de hábitats con características diferentes.

Los bordes generados a partir de la fragmentación del paisaje albergan una serie de variaciones ambientales en función de la distancia, dentro de los más representativos se encuentran: la disponibilidad de la luz, temperatura, humedad, cobertura vegetal y velocidad del viento (Meiners y Pickett, 1999). Algunas de las especies que poseen la característica de sensibilidad ante cambios ambientales evitan el borde y restringen su movimiento dentro su hábitat natural, lo que ocasiona cambios en la distribución de especies afectando la dinámica en las relaciones ecológicas inter e intra específicas de estos organismos (Golden y Crist, 2000).

El efecto de borde puede definirse como el resultado de la interacción entre dos ecosistemas, cuando los dos están separados por una transición abrupta (borde), produciendo cambios bióticos y abióticos (Murcia, 1995). Este mismo autor mencionó tres tipos de efecto de borde observados a partir de cambios particulares en (1) efectos abióticos, que implican cambios en las condiciones ambientales que resultan de la proximidad hacia una matriz con una estructura diferente, (2) efectos biológicos directos, que se relaciona a los cambios producidos en la abundancia y distribución de las especies ocasionados por las modificaciones en las condiciones físicas cercanas al borde y (3) efectos biológicos indirectos, que involucran cambios en las interacciones de las especies tales como depredación, parasitismo, polinización,

competencia, entre otras.

Del mismo modo, Lidicker (1999) explica dos tipos de efecto de borde en función de conocer si los organismos focales producen o no propiedades de respuesta emergente. El efecto matriz es cuando los hábitats contiguos son sustancialmente diferentes entre sí, mientras que el efecto ecotonal describe todas las posibles respuestas (propiedades emergentes positivas o negativas) que se podrían presentar en la distribución de una variable.



**Figura 1.** Representaciones de algunos efectos de borde potenciales para cualquier variable de respuesta A y B en dos tipos de hábitat yuxtapuestos. Tomado de López (2003).

Los efectos de borde explican en gran parte los efectos negativos surgidos a partir de la fragmentación de los hábitats (Fletcher, 2005). Las poblaciones y comunidades de especies pueden llegar a fragmentarse de tal modo que los individuos resultantes no persistan ante los cambios producidos en su hábitat natural, ocasionando extinciones temporales y consecuentemente pérdidas en la biodiversidad a nivel local (Andrade, 1998).

#### 4.2. Insectos como bioindicadores

Los artrópodos son utilizados como indicadores biológicos debido a que se enfocan en la reconstrucción de ambientes a partir de restos de los artrópodos que en ellos se encuentran, en la estimación de la riqueza específica de una zona o ambiente a partir de grupos o taxas, o incluso especies de alto rango que actúan como estimadores y la caracterización y seguimiento de los ecosistemas para la detección de alteraciones de los mismos que es de difícil medición y cuantificación (Ribera y Foster, 1997).

El uso de insectos para la evaluación de impactos generados en zonas fragmentadas o alteradas por efecto de actividades antrópicas o naturales ha sido extensamente utilizado, debido a que, poseen características que los colocan como uno de los principales grupo bioindicador;

tales características son: alta riqueza y diversidad de especies, fácil manipulación, fidelidad ecológica, sensibilidad ante perturbaciones, corta temporalidad generacional, facilidad de muestreo e importancia en el funcionamiento del ecosistema (Celi y Dávalos, 2001; Halffter et al., 2001).

Varios estudios realizados demuestran la importancia de este grupo para conocer el estado de las condiciones ambientales de un lugar en específico. Un caso de estudio realizado por Barba et al. (2013) utilizando a los insectos como bioindicadores de la calidad del agua, demostró que la presencia de Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera (en combinación llamados EPT) indica un nivel aceptable en la calidad del agua y el incremento de la riqueza de estos grupos reflejará un aumento en la salud del cuerpo de agua. De igual manera, los insectos han demostrado sensibilidad a efectos de fragmentación, Amat et al. (1997) realizaron una investigación sobre fragmentos de bosque altoandino de la Sabana de Bogotá donde reportaron que en el fragmento de bosque de mayor tamaño se colectó el mayor número de especies. Además, la mayoría de las especies de escarabajos copronecrófagos seleccionaron mayoritariamente uno de los tres hábitats: Potreros, borde e interior de bosque al comparar fragmentos de bosque con diferente tamaño y forma en la Orinoquía colombiana.

Uno de los grupos más utilizados para evaluar procesos de fragmentación en el neotrópico son los escarabajos copronecrófagos. Las características funcionales, morfológicas y taxonómicas permiten realizar estudios de biodiversidad a corto y largo plazo. Dentro de las mismas se encuentra la susceptibilidad a un muestreo estandarizado, facilidad en su acceso a la taxonomía, amplia distribución geográfica, importancia ecológica y económica y su correlación con otros taxones. Por lo tanto, los scarabaeinae cumplen con todos los criterios para que sean considerados un taxon focal eficaz para la evaluación y monitoreo de biodiversidad, así como para estudios ecológicos y biogeográficos (Spector, 2006).

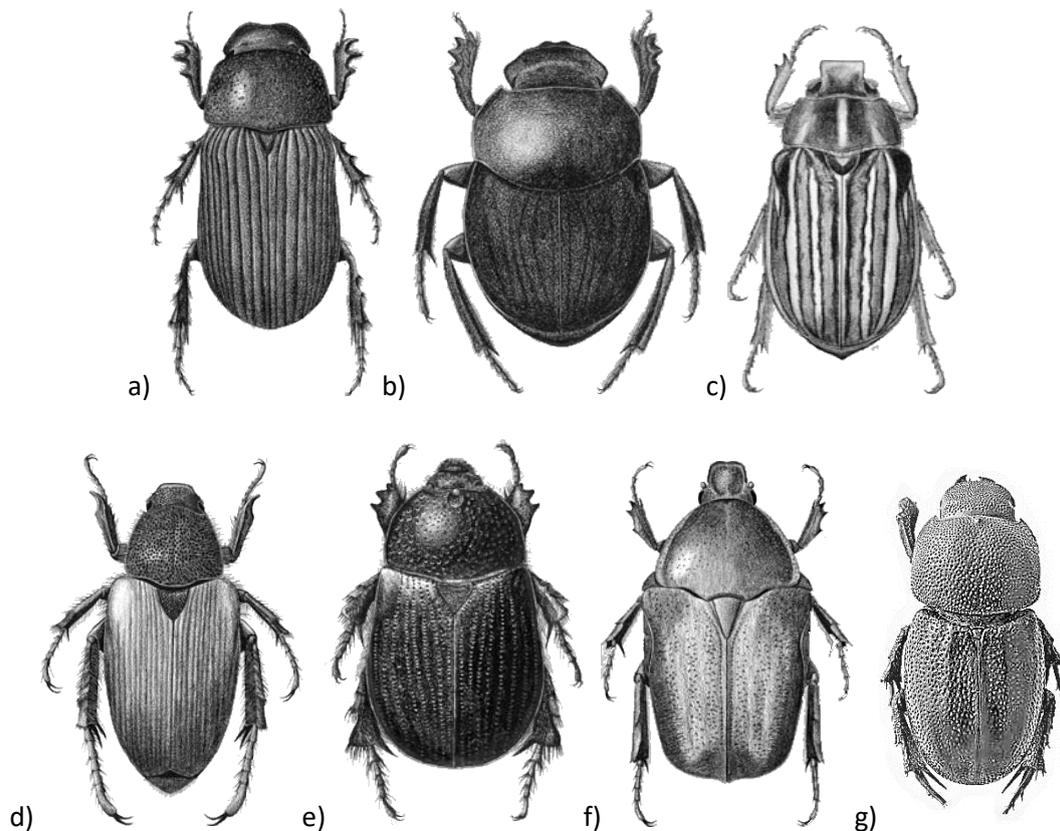
#### **4.3. La familia Scarabaeidae y subfamilia Scarabaeinae en la región neotropical**

En el mundo existe aproximadamente 1 000 000 de especies en la clase Insecta, de la cual 390 000 pertenecen al orden Coleóptera, siendo este el grupo más diverso de la clase Insecta (Zhang, 2013; Bioweb, 2020). Dentro de esta clase, está el orden Coleóptera y dentro de este se encuentra la familia Scarabaeidae, de la cual se han descrito más de 28 000 especies en 2 200 géneros, siendo considerada una de las familias de escarabajos más importantes a nivel mundial (Ratcliffe y Jameson, 2002).

De las 28 00 especies, aproximadamente 1 300 especies y 72 géneros están reconocidas

para el neotrópico (Sánchez et al., 2018) y se clasifican en las siguientes subfamilias: Aphodiinae (Fig. 1a), Scarabaeinae (Fig. 1b), Melolonthinae (Fig. 1c), Rutelinae (Fig. 1d), Dynastinae (Fig. 1e), Cetoniinae (Fig. 1f) y Orphninae (Fig. 1g) (Thomas, 2002).

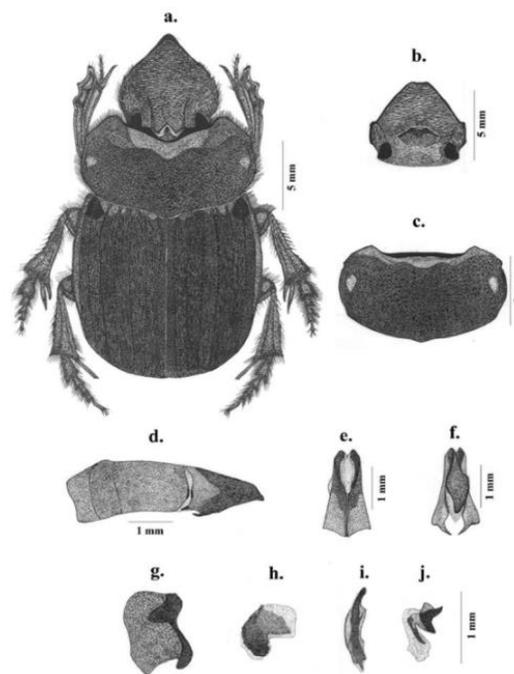
La subfamilia Scarabaeinae cuenta con numerosas tribus dentro de las cuales se encuentran las siguientes: Canthonini, Coprini, Dichotomiini, Eucraniini, Eurysternini, Oniticellini, Onitini, Onthophagini, Phanaeini y Sisyphini (Thomas, 2002). De los 127 taxones de escarabajos copronecrófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) registrados en el neotrópico, para Ecuador se han reportado 59 taxones pertenecientes a 33 géneros y 220 especies incluyendo 22 nuevos registros (Chamorro et al., 2018).



**Figura 2.** Imágenes de especímenes de los principales géneros de Scarabaeidae de la región neotropical: **a)** Aphodiinae (*Aphodius concavus*), **b)** Scarabaeinae (*Canthon pilularius*) **c)** Melolonthinae (*Polyphylla decemlineata*), **d)** Ruteinae (*Strigoderma arboricola*) **e)** Dynastinae (*Tomarus gibbosus*) **f)** Cetoniinae (*Euphoria fulgida*) **g)** Orphninae (*Aegidium angustum*). Figura **a** tomada de Skelley, (2008), Figura **b** tomada de Gill, (2005), Figuras **c**, **d**, **e** y **f** tomadas de Ratcliffe y Jameson, (2002), Figura **g** tomada de Frolov et al. (2017).

Los escarabajos de la subfamilia Scarabaeinae son muy utilizados en la región neotropical debido a su importancia dentro de la dinámica de ecosistemas para efectuar monitoreos sobre biodiversidad y generar conocimientos en el campo de la ecología (Carpio,

2010). Los Scarabaeinae, debido a su gran variedad de características morfológicas y funcionales, se han adaptado a la mayor parte de ecosistemas terrestres, agua dulce y algunos ambientes marinos (Bouchard et al., 2009). El cuerpo del adulto o imago de los escarabeíños está constituido por la cabeza, el tórax y el abdomen. En la cabeza se distinguen fácilmente un par de ojos compuestos, un par de antenas lameladas y, dependiendo de la especie, cuernos o protuberancia de formas singulares. El tórax está dividido en tres zonas, el protórax, el mesotórax y el metatórax. Ventralmente, en cada una de las zonas se insertan un par de patas. Dorsalmente, en la primera zona se encuentra el pronoto, el cual puede hallarse armado con cuernos, tubérculos o protuberancia; pero también puede ser liso, rugoso o con fosas características (Carvajal et al., 2011).



**Figura 3.** Características morfológicas representativas de los escarabajos de la familia Scarabaeidae (*Dichotomius ribeiroi*): **a)** habitus macho, **b)** cabeza hembra, **c)** pronoto hembra, **d)** edeago vista lateral, **e)** parámetros vista dorsal, **f)** parámetros vista ventral, **g)** lamela copulatríz, **h)** primera lamela accesoria, **i)** segunda lamela accesoria, **j)** tercera lamela accesoria. Figuras tomadas de Arias y Vaz de Mello, (2013).

Los escarabaeíños tienen una gran importancia ecológica como recicladores de residuos de nuestro entorno, con lo que ayudan a mantener limpio el planeta; así como degradadores de restos de animales y vegetales en varios tipos de ambientes, debido a su diversidad de hábitos ecológicos y alimenticios; además de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y captura de carbono mediante la eliminación de estiércol. Estos también son dispersores secundarios de semillas defecadas por animales vertebrados, en la que incluye el movimiento

vertical y horizontal de las semillas inmersas en las heces de los vertebrados y puede favorecer la supervivencia de las semillas, así como el establecimiento de plántulas. También se los conoce como bioturbadores (capaces de alterar los sedimentos) y aireadores del suelo, puesto que, mueven grandes cantidades de tierra a la superficie del suelo durante la construcción de túneles subterráneos en época de anidación. Además son considerados polinizadores, donde los coleópteros florícolas son los principales representantes de esta función debido a la alimentación y desplazamiento de los mismos (Nichols et al., 2008; Martínez et al., 2011; Morón, 2011; Slade et al., 2016; Castillo y Andresen, 2018; Stefanescu et al., 2018).

Los escarabajos copronecrófagos o comúnmente conocidos como escarabajos estercoleros cumplen roles fundamentales dentro de la región neotropical debido a que usan el estiércol de los vertebrados para alimentarse, fertilizan el suelo, fabrican depósitos y reservas subterráneas de alimento, aceleran el ciclo de nutrientes orgánicos y de minerales del suelo, mejoran la estructura del suelo y facilitan la optimización de pasturas aumentando su contenido de materia seca (Grisales y Montes, 2018). La dinámica de distribución de los escarabajos, puede deducirse a través de varios factores, entre los más representativos están la filogenia del grupo, la capacidad de dispersión geográfica, ecología y las diferentes líneas y divisiones de distribución histórica (Carvajal et al., 2011).

## **5. Metodología**

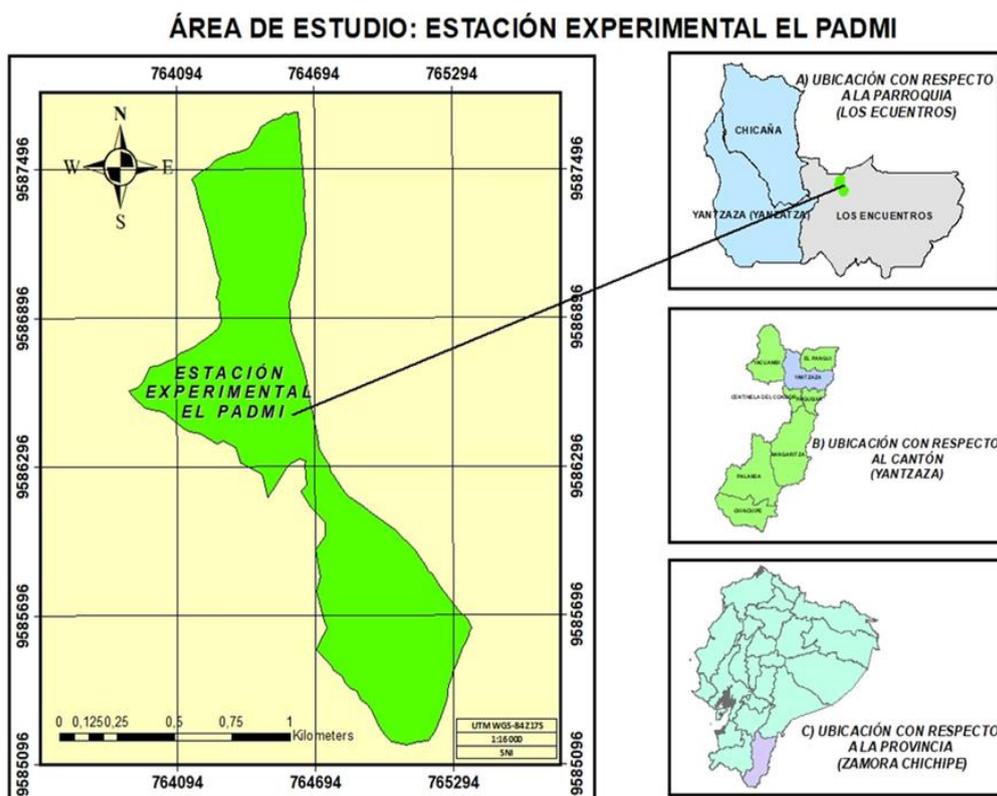
### **5.1. Área de estudio**

La Estación Experimental El Padmi de la Universidad Nacional de Loja se encuentra ubicada en el corredor fluvial del río Zamora, a 5 km al norte de la unión con el río Nangaritza. Políticamente pertenece a la parroquia Los Encuentros, cantón Yantzaza de la provincia de Zamora Chinchipe. Por su territorio cruza la carretera interprovincial que conecta a las provincias de Loja, Zamora Chinchipe y Morona Santiago. La estación posee una extensión de 102,95 hectáreas y está ubicada a una altitud entre 775 en el margen izquierdo del río Zamora y 1 150 msnm en la cima norte (Fig. 4, en las siguientes coordenadas UTM: Latitud: 9585400 a 9588100 N y Longitud: 764 140 a 765 600 E. Según Sierra (1999) en la quinta existen dos tipos de zonas de vida: bosque siempre verde de tierras bajas y bosque siempreverde piemontano, en el que se encuentran cuatro tipos de cobertura vegetal, identificadas considerando las características altitudinales, topográficas y ubicación espacial estos son: Bosque Natural de Ribera, Bosque Natural de Llanura, Bosque Natural de Ladera y Bosque

Natural de Fuertes Pendientes. Así mismo, se encuentran coberturas vegetales antrópicas, es decir áreas que se caracterizan por la conversión de uso y existencia de vegetación introducida (fragmentación); estos tipos de cobertura vegetal son: Sistema Agroforestal, Pastizal, Jardín botánico y cultivos temporales (Tapia y Fierro, 2011; Palacios et al., 2015).

La Estación Experimental El Padmi presenta una precipitación anual de 1 948 mm/año, una temperatura media anual de 22,8 °C. El mes más lluvioso es marzo con 2 260 mm y el mes de menor precipitación es octubre con 1320 mm (Naranjo y Ramírez, 2009; Palacios et al., 2015).

La Estación o Quina Experimental El Padmi en su mayoría es altamente representativa de la fisiografía del corredor Fluvial Zamora-Nangaritza, conformado por valles estrechos, colinas y montañas de fuertes pendientes.

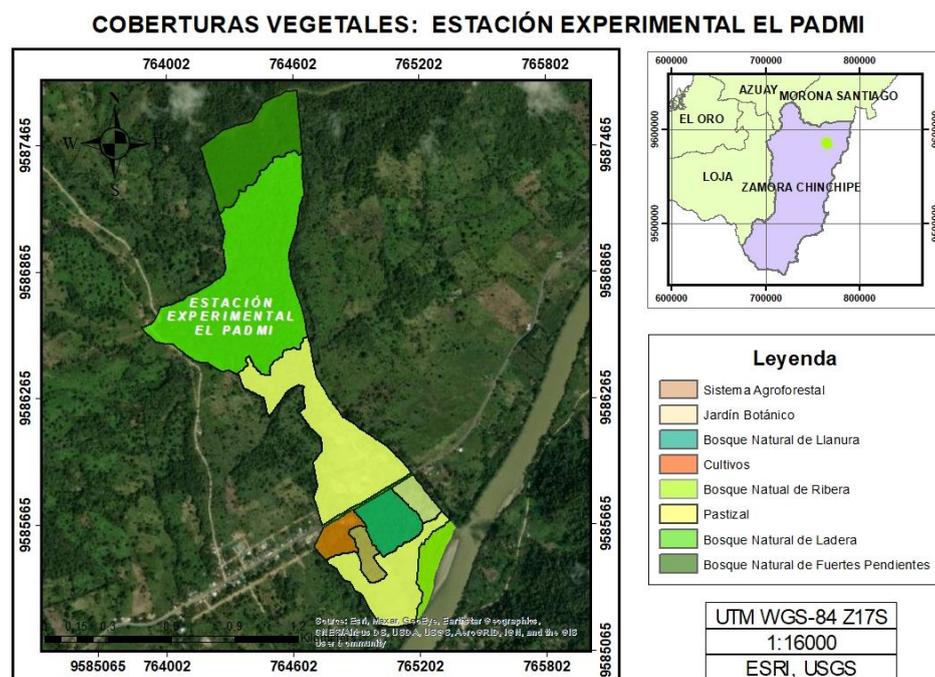


**Figura 4.** Mapa de ubicación de la Estación experimental El Padmi: a) Ubicación de Estación Experimental en la parroquia Los Encuentros; b) Ubicación de Los Encuentros en el cantón Yantzaza; c) Ubicación de la provincia de Zamora Chinchipe

Elaboración propia

## 5.2. Tipo de borde

El borde se definió como el punto en el cual se ubica la primera hilera de árboles o cambios en la vegetación. A su vez, se tomó en cuenta los requisitos necesarios de medición de transectos para evaluar el efecto de borde (150 m por obertura vegetal). Bajo este contexto el tipo de borde que se seleccionó para este trabajo fue el bosque natural de ladera (bnl) - pastizal (p) que lo constituyen las pasturas dedicadas al ganado y especies arbóreas características como: Pituca (*Clarisia racemosa* Ruiz y Pav.), Apay (*Grias peruviana* Miers), Copal (*Dacryodes peruviana* (Loes.) H.J.Lam), Quematatabro (*Sorocea trophoides* W.C.Burger), Yumbingue (*Terminalia amazonia* (J.F.Gmel.) Exell), Guayacán (*Tabebuia chrysantha* (Jacq.) Nicholson), Seique (*Cedrelinga cateniformes*), Palmas (*Iriartea deltoidea* Ruiz y Pav.), Palma macana (*Wettinia kalbreyeri* (Burret) R.Bernal), Zancona (*Socratea exorrhiza*). Estas especies permiten inferir que este bosque se encuentra en buenas condiciones de conservación (Tapia y Fierro, 2011).



**Figura 5.** Mapa de coberturas vegetales de la Estación Experimental El Padmi

Elaboración propia, modificado de Tapia y Fierro (2011)

## 5.3. Sitios de muestreo y método de muestreo de escarabajos copronecrófagos

Se seleccionó un borde entre dos tipos de cobertura vegetal (bosque natural de ladera-pastizal) según el mapa de coberturas vegetales de la Estación Experimental El Padmi (Tapia y Fierro, 2011). Todos los procedimientos cartográficos se realizaron en el Software QGIS

versión 2.18 (QGIS Development Team, 2016).

En la unión de las dos coberturas vegetales se trazaron tres transectos de 210 metros perpendicular al borde, con ocho estaciones de muestreo a 30, 60, 90, 120 y 150 metros desde el borde hacia el interior (Bosque Natural de Ladera); 0 en el borde; y, -30 y -60 metros desde el borde hacia la matriz (Pastizal) (anexo 1); cabe recalcar que para su posterior interpretación se tomó los tres transectos como uno solo. En cada una de las estaciones de muestreo se estableció una parcela de 10 x 10 metros, en el centro del cual se ubicó una trampa de caída cebada con excremento humano (anexo 2y3) para colectar escarabajos copronecrófagos recomendados para el muestreo de este tipo de escarabajos, denominados unidades muestrales (Figuroa y Alvarado, 2011; Ferrer-Paris et al., 2013), para un total de 24 unidades de muestreo en el borde bosque natural de ladera (bnl) - Pastizal (p). Algunas trampas fueron reubicadas a lo largo del transecto, para situarlas en lugares con menor pendiente y alejadas de perturbaciones continuas por visitantes de terrenos aledaños o de algún espécimen de mayor tamaño (e.g. mamíferos y reptiles).

Para evitar el sesgo en las trampas de excremento humano, se repusieron nuevamente los cebos y se repararon las trampas cada vez que se las encontraba dañadas por otros animales carroñeros (aves, mamíferos, reptiles), para mantener la eficiencia de la trampa y poder capturar todas las especies de escarabeinos posibles (Anexo 3).

De noviembre 2021 hasta enero del 2022, en el borde, se realizaron tres muestreos independientes (uno por mes) y cada período de muestreo se lo realizó en cuatro días seguidos. El tiempo efectivo de actividad de las trampas fue de 72 horas. Éstas fueron revisadas, reparadas y cambiadas de cebo cada 24 horas, hasta completar los cuatro días asignados en cada período de muestreo. Los especímenes colectados fueron depositados en fundas Ziploc individuales por trampas y cada una con su respectivo código de campo asignado. Los especímenes fueron conservados en alcohol industrial al 70 %, donde permanecieron hasta su respectivo montaje. Para el traslado de los especímenes se solicitó al Ministerio del Ambiente, Agua y Transición ecológica un permiso de movilización de especies (Anexo 9).

En el laboratorio del Museo de Zoología LOUNAZ, de los especímenes colectados se seleccionaron y montaron únicamente los escarabajos copronecrófagos. Los especímenes de mayor tamaño fueron montados en alfileres entomológicos No. 3, pinchando la parte superior del élitro derecho del espécimen mientras que los de menor tamaño fueron colocados en un triángulo de cartulina pegados en la punta del triángulo por la parte derecha del cuerpo del espécimen. Posteriormente todos los especímenes montados fueron etiquetados (Fig. 6) y

codificados (Fig. 7).

ECUADOR-Zamora Chinchipe Estación Experimental El Padmi BN Ladera-Trans2-Trap1 903m -3,735712 -78,617724 20-21 NOV2021 JJiménez Ex: Pitfall with human feces bait	PAÍS-Provincia-Área de estudio Cobertura Vegetal-N° de transecto- No. de trampa-Altitud Coordenadas Fecha de colección-Colector Tipo de trampa-Cebo utilizado
--	--

**Figura 6.** Formato de etiquetado de especímenes

Elaboración propia

PBNLT1P1001	Área de estudio-Cobertura Vegetal-No. de transecto-No. de trampa-No. de espécimen
-------------	---

**Figura 7.** Formato de etiquetado de especímenes

Elaboración propia

Los especímenes se identificaron con la ayuda de la clave para las familias y subfamilias de Scarabaeidea del nuevo mundo (Ratcliffe y Jameson, 2002). Después de identificar la subfamilia a la que pertenecen los especímenes, se siguió con la identificación del género de los especímenes para ello se utilizó la clave de géneros y subgéneros de escarabajos estercoleros presentes y presuntos para Ecuador (Chamorro et al., 2018).

A nivel de especie se contó con el apoyo de los especialistas del Museo de Zoología LOUNAZ de la Universidad Nacional de Loja.

#### 5.4. Variables ambientales

Para el cumplimiento del segundo objetivo, enfocado a relacionar las variables ambientales con la riqueza y abundancia de escarabajos copronecrófagos, se seleccionaron las siguientes variables ambientales:

- Temperatura ambiente y;
- Humedad relativa.

La razón se debe a que dichas variables están relacionadas con las características físicas, químicas y biológicas del bosque (e.g. densidad vegetal, hojarasca del suelo, textura del suelo, pendiente, orientación, etc.) permitiendo conocer la relación del borde con la generación de microclimas en el interior del bosque (Martínez et al., 2010; Révolo y Quisphe, 2020).

Entonces, para llevar a cabo la toma de datos se utilizó un termo-higrómetro donde se tomaron cuatro mediciones por estación de muestreo, cuya precisión para la temperatura fue de  $\pm 0,3$  °C y del 1 % para la humedad relativa.

## 5.5. Análisis de datos

Para estimar el esfuerzo de muestreo se construyó una curva de acumulación de acuerdo a las especies ordenadas y registradas en los puntos de muestreo establecidos con ayuda del programa R Studio y se estimó las especies que faltan por registrar en la zona empleando estimadores de riqueza esperada. Para el estimador Chao1 (Ecuación 1) se usó la siguiente fórmula:

$$\mathbf{Chao\ 1} = S + \frac{a^2}{2b} \text{ (Ecuación 1)}$$

Donde:

**S:** Número de especies en una muestra

**a:** Número de especies representadas solo por un único individuo en esa muestra

**b:** Número de especies representadas por exactamente dos individuos en la muestra

Para calcular la diversidad de escarabajos copronecrófagos se utilizaron los índices de Shannon Weaver (Ecuación 2) y para constatar qué tan uniformemente se encuentran distribuidas las abundancias entre las especies, se usó el índice de equidad de Pielou (Ecuación 3), que expresa la equidad como la proporción de la diversidad observada en relación con la máxima diversidad esperada:

$$\mathbf{H} = -\sum_{i=1}^s (\mathbf{P}_i)(\ln \mathbf{P}_i) \text{ (Ecuación 2)}$$

Donde:

**H:** índice de diversidad de la especie

**S:** Número de especies

**i:** Subíndice de X

**P<sub>i</sub>:** Proporción de la muestra que corresponde a la especie

**Ln:** Logaritmo natural

**Tabla 1.** Rangos de interpretación de índices de Shannon-Weaver

Rangos	Significancia
0 a 1,35	Diversidad baja
1,36 a 3,5	Diversidad media
Mayor a 3,5	Diversidad alta

**Fuente:** (Pla, 2006)

$$\mathbf{J} = \mathbf{H}' / \ln \mathbf{S} \text{ (Ecuación 3)}$$

donde:

**J:** Índice de diversidad de Pielou

**H':** Índice de diversidad de Shannon

**lnS:** Logaritmo natural de número de especies

**Tabla 2.** Rangos de interpretación para el índice de Pielou

Rangos	Significancia
0 a 0,33	Equidad baja
0,34 a 0,66	Equidad media
0,67 a 1	Equidad alta

**Fuente:** (Pla, 2006)

Para evaluar la significancia estadística de las diferencias entre las distancias de colecta (0, 30, 60, 90, 150, -30 y -60), se realizó un análisis de similitud (ANOSIM) mediante un escalamiento multidimensional no métrico (NMDS). El análisis se desarrolló usando una matriz de datos de abundancia, con una permutación de 999, utilizando como distancia el índice de disimilitud de Bray-Curtis (Ecuación 4), el cual permitió obtener el valor estadístico R, con un nivel de significancia de  $p < 0,05$ . El rango limitado por el estadístico “R” es de 0 a 1, e indica que mientras más cercano sea el valor a 1 mayor diferencia habrá entre los grupos formados y valores más cercanos a 0 mayor semejanza presentarán entre los grupos formados. Para el desarrollo del ANOSIM se utilizó el paquete Vegan (Oksanen et al., 2020) del software R (R Core Team, 2021).

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

Donde,

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

$y_i$ = abundancia de las especies en el otro.

Para el desarrollo del segundo objetivo se realizó un modelo lineal generalizado (GLM) con las variables ambientales (temperatura y humedad) medidas en cada estación de muestreo utilizándolas como variables predictoras, mientras que las variables de riqueza y abundancia de escarabajos copronecrófagos, en función de las distancias del borde bnl-pastizal como variables dependientes.

## 6. Resultados

### 6.1. Cuantificación de la riqueza y abundancia de escarabajos coprófagos en el borde bosque natural de ladera – pastizal

El muestreo se realizó desde noviembre del 2021 hasta enero del 2022 en 24 estaciones de muestreo dentro de 3 transectos en el borde (bosque natural de ladera – pastizal) en la Estación Experimental El Padmi perteneciente al cantón Yantzaza de la provincia de Zamora Chinchipe.

Se colectaron 1482 ejemplares de la subfamilia Scarabaeidae pertenecientes a 13 especies y 8 géneros. La especie más abundante, con el 36,03% de individuos, fue *Dichotomius inachus*, seguido por *Eurysternus caribeus* (33,27%), *Phanaeus maleagris* (9,18%); las demás presentaron menos de 100 individuos, e incluso *Phanaeus haroldi*, *Canthidium sp1*, *Canthon Xanthopus* y *Eurysternus lanuginosus* registraron menos de cinco individuos cada una (tabla 3).

**Tabla 3.** Identificación de especie pertenecientes al borde bosque natural de ladera – pastizal de la Estación Experimental El Padmi, Zamora Chinchipe

Especie	Distancia (m)	Nro de individuos por Cobertura Vegetal		Total general
		bosque natural de ladera	pastizal	
<i>Canthidium sp1</i>	120	1		2
	150	1		
<i>Canthon luteicollis</i>	-30		2	43
	0	1		
	30	6		
	60	7		
	90	4		
	120	7		
	150	16		
<i>Canthon xanthopus</i>	60	1		1
<i>Coprophanæus telamon</i>	-60		8	87
	-30		11	
	0	7		
	30	13		
	60	10		
	90	8		
	120	7		

Tabla 3. Continuación

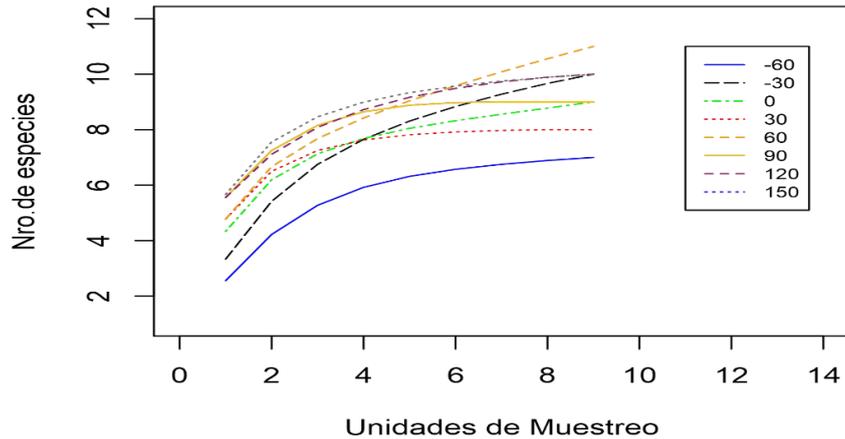
	150	23		
<i>Deltochilum obigny amazonicum</i>	-60		5	41
	-30		2	
	0	5		
	30	6		
	60	2		
	90	5		
	120	7		
	150	9		
<i>Deltochilum sp2</i>	-30		1	17
	30	2		
	60	1		
	90	5		
	120	2		
	150	6		
<i>Dichotomius inachus</i>	-60		15	534
	-30		22	
	0	54		
	30	50		
	60	79		
	90	111		
	120	84		
	150	119		
<i>Dichotomius prietoi</i>	-60		5	100
	-30		4	
	0	15		
	30	6		
	60	33		
	90	13		
	120	14		
	150	10		
<i>Eurysternus caribaeus</i>	-60		5	493
	-30		18	
	0	31		
	30	57		
	60	50		
	90	79		
	120	128		
	150	125		
<i>Eurysternus lanuginosus</i>	60	1		1

Tabla 3. Continuación

<i>Oxysternon silenus smaragdinum</i>	-30		2	23
	0	5		
	60	3		
	90	3		
	120	4		
	150	6		
<i>Phanaeus haroldi</i>	-60		1	4
	-30		2	
	0	1		
<i>Phanaeus maleagris</i>	-60		4	136
	-30		11	
	0	16		
	30	17		
	60	19		
	90	20		
	120	31		
	150	18		
	<b>Total general</b>	<b>1364</b>	<b>118</b>	<b>1482</b>

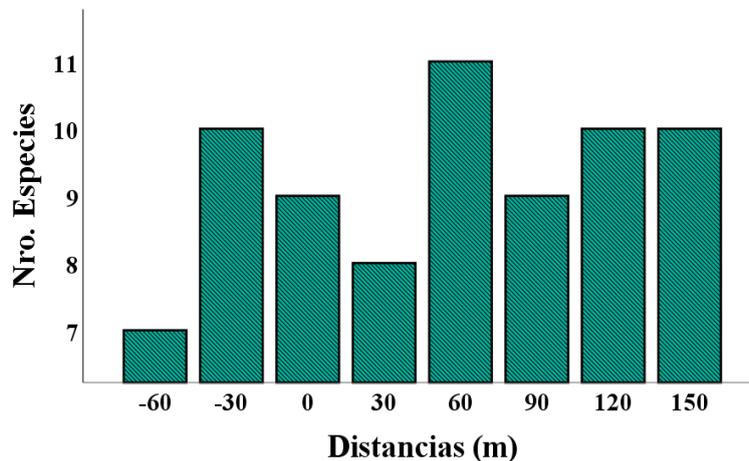
Las curvas de acumulación de especies permiten determinar el esfuerzo de muestreo mediante la relación entre el número de especies y las unidades de muestreo basadas en las distancias del borde bosque natural de ladera – pastizal durante la fase de campo (8 unidades de muestreo) (Anexo 10).

La Fig. 8 muestra que 11 de las 13 especies se encuentran a una distancia de 60 m al interior del bosque, siendo ésta la distancia que registró la mayor diversidad de especies. Por el contrario, la distancia con la menor cantidad de especies fue la -60 m hacia el pastizal con 7 especies. Sin embargo, todas las curvas de acumulación demuestran que las asíntotas no se estabilizan, por lo que existe la posibilidad de encontrar nuevas especies al realizar un muestreo en campo continuo.



**Figura 8.** Curvas de acumulación de especies en los meses de estudio para los escarabaeinos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) de la Estación Experimental El Padmi basada en la relación entre el número de especies y las unidades de muestreo (distancias del borde), en el software estadístico.

### Riqueza por distancias



**Figura 9.** Riqueza de escarabajos copronecrófagos en los meses de estudio en el borde bnl-p de la Estación Experimental El Padmi.

Mediante la Fig. 9, se conoció que la riqueza de escarabajos copronecrófagos a través de las distancias en el borde bnl-p se encuentran distribuidas de forma similar, siendo las distancias -30, 120, 150 con 10 especies y +60 con 11 especies, las de mayor presencia. Esto permite determinar que el número de especies no varía significativamente entre las distancias al borde.

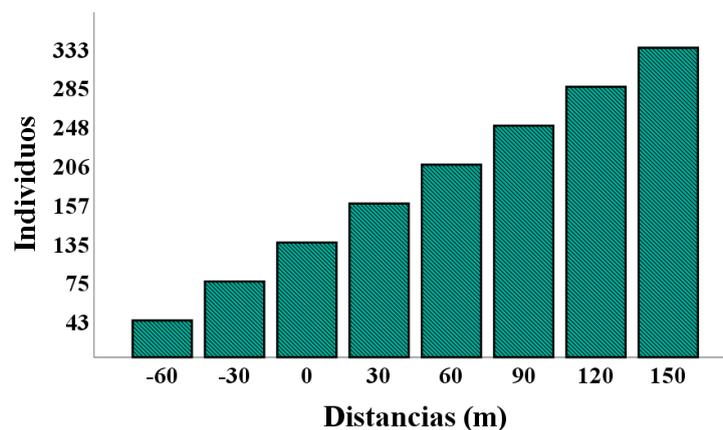
De igual manera, para estimar la riqueza esperada se utilizó el estimador no paramétrico  $Chao_1$ , mismo que indica que, las especies observadas con las estimadas coinciden en las distancias de -60, -30, 0, 30, 90, 120 y 150 metros; sin embargo, en la distancia +60 m al interior

del bosque se esperaría registrar una especie más. El esfuerzo de muestreo general en el borde bosque natural de ladera – pastizal en el Estación Experimental El Padmi fue del 97,25%.

**Tabla 4.** Riqueza estimada en relación a la riqueza observada de las distancias del borde bnl-p

Distancias	S Obs	S Chao1	S ACE
-60	7	7	7,3
-30	10	10	10,5
0	9	10	10,3
30	8	8	8
60	11	12,5	14,9
90	9	9	9
120	10	10	10,4
150	10	10	10,3

### Abundancia por distancias



**Figura 10.** Abundancia de escarabajos copronecrófagos en los meses de estudio en el borde bnl-p de la Estación Experimental El Padmi

La Fig. 10, muestra la relación entre el número de individuos y las distancias establecidas en el borde bnl-p, dando como resultado que el número de individuos aumenta gradualmente desde la distancia -60 m del pastizal hasta los 150 m al interior del bnl, lo que indica que los especímenes hacen mayor selección por el interior del bosque ya que la cantidad de escarabajos aumentan conforme aumentan las distancias al borde.

### Diversidad de escarabajos copronecrófagos

Para la determinación de la diversidad de escarabajos copronecrófagos en el borde bnl-

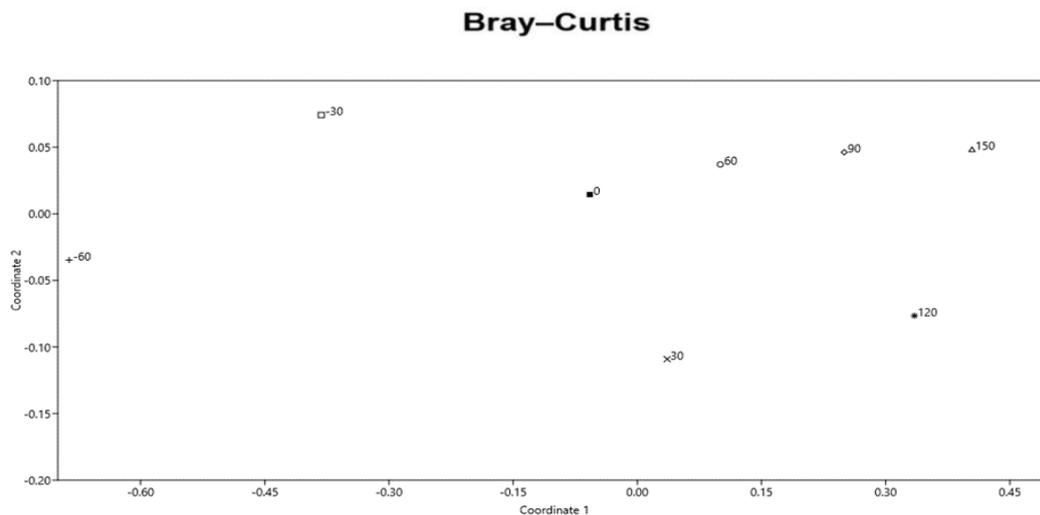
p se utilizó el índice de Shannon Weaver (tabla 5), obteniendo como resultados que todas las distancias (-60, -30, 0, 30, 60, 90, 120, 150) registran una diversidad media, ya que se encuentran en el segundo rango, que va de 1,36 a 3,5 bitios.

**Tabla 5.** Diversidad y uniformidad de escarabajos copronecrófagos en las distancias del borde bnl-p

Distancias (m)	Abundancia (Nro. De individuos)	Riqueza Observada	Índice de Diversidad (H)	Índice de Equidad (J)
-60	43	7	1,74	0,89
-30	75	10	1,87	0,81
0	135	9	1,67	0,76
30	157	8	1,61	0,77
60	206	11	1,67	0,7
90	248	9	1,47	0,67
120	285	10	1,5	0,65
150	333	10	1,59	0,69

Además, para constatar qué tan uniformemente se encuentran distribuidas las abundancias entre las especies se utilizó el índice de Pielou (tabla 5), obteniendo como resultados que las distancias -60, -30, 0, 30, 60, 90, 150 poseen una equidad alta, mientras que la distancia de +120 m obtuvo una equidad media.

### Analisis de similitud (Bray Curtis)



**Figura 11.** Análisis de similitud (ANOSIM) mediante un escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) entre las distancias de colecta en el borde bnl-pastizal utilizando el índice de disimilitud de Bray Curtis

Para evaluar la significancia estadística entre las distancias de colecta (0, 30, 60, 90, 120, 150, -30 y -60) se realizó un análisis de similitud utilizando el índice de disimilitud con distancias Bray Curtis con un nivel de significancia del 95 %. En la Fig. 11 se muestra que existen 3 grupos de distancias (1) 0, 30, 60 (2) 90, 120, 150 y (3) -30 y -60 que tienen mayor semejanza entre sí.

## 6.2. Relación de las características ambientales con la riqueza y abundancia de los escarabajos copronecrófagos en cada distancia desde el borde hacia el interior

En función de los datos de humedad obtenidos en el periodo de muestreo (Anexo 12); la Fig. 12, muestra el valor  $p(> |Chi|)$  de las variables riqueza y abundancia, mismas que no son significativas, es decir que el valor de  $p(> |Chi|)$  son mayores a 0; sin embargo, se observa una tendencia que muestra que entre mayor sea la humedad existe mayor riqueza aunque menor abundancia.

### Relación entre la humedad y riqueza / abundancia de escarabajos copronecrófagos

Residuos de Desviación				
Mínimo	1Q	Mediana	3Q	Máximo
-1,1676	-0,44	-0,1719	0,5247	1,2046
Coeficientes				
	Estimado	Error Estándar	Valor z	Pr(> z )
(Interceptar)	4,397	0,03461	127,05	<2e-16
Riqueza	0,015	0,00903	1,642	0,101
Abundancia	-7,36E-05	0,0012	-0,062	0,951

**Figura 12.** Relación entre Riqueza / Abundancia, con la humedad en cada una de las distancias del borde bnl-pastizal

### Relación entre la temperatura y riqueza / abundancia de escarabajos copronecrófagos

De igual manera, con base en los datos de temperatura obtenidos en el periodo de muestreo (Anexo 11), la Fig. 13 indica que las variables de riqueza y abundancia en función de la temperatura no son significativas debido a que poseen un valor mayor a 0,05; sin embargo, muestra que la riqueza y abundancia tiene una correlación negativa con la temperatura, ya que a mayor temperatura la riqueza y abundancia disminuye.

<b>Residuos de Desviación</b>				
<b>Mínimo</b>	<b>1Q</b>	<b>Mediana</b>	<b>3Q</b>	<b>Máximo</b>
-0,4957	-0,1952	-0,0334	0,139	0,7188
<b>Coefficientes</b>				
	<b>Estimado</b>	<b>Error Estándar</b>	<b>Valor z</b>	<b>Pr(&gt; z )</b>
<b>(Interceptar)</b>	3,27715	0,06253	52,413	<2e-16
<b>Riqueza</b>	-0,00193	0,01661	-0,116	0,908
<b>Abundancia</b>	-1,42E-03	0,0022	-0,646	0,518

**Figura 13.** Relación entre S (Riqueza), ABD (Abundancia), con la temperatura en cada una de las distancias del borde bnl-p.

## 7. Discusión

### 7.1. Diversidad de escarabajos copronecrófagos

La mayoría de los trabajos de investigación realizados sobre coberturas boscosas mencionan que, existe una estrecha relación entre el grado de conservación del hábitat y su diversidad, encontrando mayor biodiversidad en las zonas menos afectadas (Escobar, 2000).

En este estudio de efecto de borde se recolectaron 1482 especímenes clasificados en 8 géneros y 13 especies, todos ellos reportados para la provincia de Zamora Chinchipe-Ecuador (Chamorro et al., 2018). Las especies más abundantes en el área de estudio bosque natural de ladera – pastizal fueron *Dichotomius inachus* con 36,03%, y *Eurysternus caribeus* con 33,27%. Dichas especies pertenecen a las tribus Dichotomiini y Eurysternini. Villamarín (2010) y Chamorro et al., (2019) en sus estudios mencionan la presencia de estas tribus en las coberturas vegetales mencionadas; sin embargo, no recalcan que sean las más abundantes. No obstante, Celi et al. (2004) y Carpio et al. (2009) indican que la tribus Eurysternini y Dichotomiini se encuentran mayoritariamente en las coberturas boscosas con un alto grado de abundancia. Cabe recalcar que ambas investigaciones utilizan dos tipos de cebo (excremento humano/ atún y excremento humano/pescado en descomposición) siendo el excremento humano el más común en este tipo de estudios. Además, emplean un período de muestreo de cinco meses.

En cuanto a las especies más raras, se tiene que *Phanaeus haroldi*, *Eurysternus lanuginosus*, *Canthon xanthopus* y *Canthidium* sp1 registraron muy pocos individuos ( $n < 5$ ). Estos resultados coinciden con los de Chamorro et al, (2019), ya que mencionadas especies son categorizadas como especies raras, esto se debería entender debido a que *Phanaeus haroldi* y *Canthidium* sp.1 muestran una distribución espacial restringida. Además, *Phanaeus haroldi* se encuentra categorizada como especie expuesta al tráfico debido a que existen coleccionistas exclusivos para este género en todo el mundo (Carvajal et al., 2011).

En general, existen diferencias en cuanto a la abundancia entre los dos tipos de coberturas vegetales (Bosque-Pastizal) debido a que, el número de individuos aumenta en relación a las distancias hacia el interior del bosque; sugiriendo una marcada selección de este grupo por zonas con cobertura vegetal alta (Villamarín, 2010; Ochoa et al., 2019). La explicación a esto se debe a que los escarabajos copronecrófagos seleccionan mayoritariamente este tipo de hábitat, pues su alimento estaría disponible por mucho más tiempo (Villamarín, 2010; Zambrano, 2016). Sin embargo, a pesar de registrarse diferencias en las abundancias,

existe alta similitud en cuanto a la composición de especies, ya que en ambos tipos de hábitat comparten 10 de las 13 especies del estudio siendo *Canthidium* sp.1, *Canthon xanthopus* y *Eurysternus lanuginosus* las especies diferenciales. Esta disparidad se podría deber a la cantidad de individuos que presenta cada especie (<5).

## **7.2. Efecto de borde**

En cuanto al esfuerzo de muestreo, las curvas de acumulación del presente estudio indican que las asíntotas correspondientes a cada una de las distancias no se estabilizan, por lo tanto, se esperaría encontrar mayor riqueza y abundancia en función de un muestreo a más largo plazo y quizá que abarque mayor superficie. Esto coincide con las curvas de acumulación de especies en borde Bosque - Pastizal de Montes et al., (2019), pues las mismas no se estabilizan a pesar de que se muestreó en tres meses diferentes con características ambientales diferentes (seca, lluviosa y de transición).

El efecto de borde sobre paisajes fragmentados o hábitats naturales está influenciado por el tipo de matriz. En la presente investigación, en el borde bosque natural de ladera – Pastizal no se encontraron diferencias significativas en la diversidad de escarabajos copronecrófagos, entonces esto permite inferir que no existe un efecto de borde significativo desde éste hacia el interior del bosque natural de ladera. Estos resultados coinciden con el trabajo realizado por Montes et al. (2019) quienes en su investigación mencionan que no tuvieron diferencias en la diversidad de escarabajos copronecrófagos desde el borde hacia el interior del bosque. Sin embargo, Spector y Ayzama (2003) difieren con lo mencionado debido a que en su investigación reportaron diferencias principalmente en el número de especies entre el borde y el interior del bosque. Esto puede deberse a que en su estudio se enfocan en un área más extensa con mayor número de transectos perpendiculares al borde y con distancias entre trampas de 50 m y más.

Por el contrario, las abundancias obtenidas en cada una de las distancias poseen diferencias, es decir que el número de individuos aumenta gradualmente desde la distancia -30 m desde el pastizal hasta los 150 m en el interior del bosque, lo que coincide con los estudios realizados por Cáceres y Monteiro, (2006) y Montes et al., (2019) quienes indicaron que la presencia de los escarabajos copronecrófagos disminuye en el borde y aumenta en el interior del bosque, a pesar de que Cáceres y Monteiro (2006) utilizó otro tipo de cebo (excremento de *Didelphis*). Además, Silva et al, (2017) menciona que existe menor presencia de individuos de este grupo (escarabajos copronecrófagos) en los fragmentos de pastizal sustentado en un mayor período de muestreo (4 meses), aunque con menor número de transectos y distancias entre

trampas.

Referente a las distancias establecidas para la evaluación de efecto de borde de la presente investigación (-60, -30, 0, 30, 60, 90, 120, 150), se obtuvo que, la mayor diversidad se presentaría en los 150 metros hacia el interior de bosque con 333 individuos y 10 especies, mientras que la de menor diversidad se encuentra en la distancia de -60 m hacia la matriz (pastizal) (Cáceres y Monteiro, 2006). A pesar de ello, en la distancia +60 m, se encuentra una inconsistencia debido a que tiene aproximadamente 100 individuos menos que la distancia +150 m y posee la mayor riqueza en el campo de estudio con 11 de las 13 especies registradas. Esto posiblemente se deba a una multicausalidad que puede ser la presencia de cobertura vegetal densa, humedad, rango altitudinal, topografía, etc, lo que ocasionaría mayor presencia de especies (Arias et al., 2022).

Estos resultados discrepan con algunos estudios realizados en otros organismos principalmente en insectos herbívoros, como lo menciona De Carvalho Guimarães et al. (2014), denotando que la presencia de estos individuos aumenta en relación a los bordes. Esto se debe a que el borde permite una mayor oferta alimenticia para este tipo de especies dada por el cambio en la vegetación (Campo y Duval, 2014).

Si bien no se evidencia un efecto de borde significativo sobre los escarabajos copronecrófagos, varios estudios de efecto de borde sobre hormigas, mariposas, ranas y algunos pequeños mamíferos ( eg. *Akodon* sp. y *Cerradomys subflavus* ) realizados por Stephen y Sánchez (2014), Lozano et al. (2009), Alves et al. (2018) y Cortés et al. (2008), indican que la riqueza y abundancia de las mismas cambian significativamente a causa del efecto de borde. Esto podría deberse a la metodología empleada por los investigadores puesto que utilizan mayor esfuerzo muestral, combinación de variables climáticas (temperatura, humedad, precipitación, viento, etc.) y características biológicas (profundidad de hojarasca, porcentaje de claros, área basal, número de árboles, etc.). Entonces al presente estudio se debería modificar a futuro realizando una investigación más extensa cambiando la metodología.

### **7.3. Variables Climáticas**

Los resultados obtenidos en cuanto a la relación que existe entre la riqueza y abundancia con las variables climáticas (riqueza/temperatura/humedad y abundancia/temperatura/humedad) indican que no existen diferencias estadísticamente significativas, por lo tanto, los microclimas generados a partir de la fragmentación de hábitats aparentemente no influirían directamente sobre la diversidad de escarabajos copronecrófagos en el interior del bosque. Esto coincide con la investigación de Montes et al, (2019) que indica

que las variables ambientales de temperatura y humedad no actúan significativamente sobre la diversidad de escarabajos copronecrófagos.

Con base en los resultados de investigación obtenidos por Ferreira et al. (2019), la temperatura y humedad tienen una fuerte influencia con la riqueza y abundancia de escarabajos peloteros. No obstante, la temperatura tiene un comportamiento distinto al obtenido en el presente estudio, debido a que dicha variable tiene una correlación positiva con la riqueza y abundancia de escarabajos peloteros, es decir, que el número de individuos y especies aumenta conforme la temperatura se eleva. Esto podría deberse a la metodología empleada por los investigadores ya que utilizan valores históricos mensuales para las variables climáticas de estudio lo que intervendría al momento de obtener resultados a tiempo real o exactos.

Cabe mencionar que a pesar de que la precipitación no fue objeto de estudio para esta investigación, en el trabajo de campo se pudo evidenciar que esta variable estuvo presente en la mayor parte de la fase de campo, entonces, esto podría repercutir en la toma de datos de la temperatura y humedad, debido a que Carvalho et al. (2015) y Blaum et al. (2007) mencionan que la precipitación, al igual que la temperatura y humedad tienden a tener una relación con la riqueza y abundancia de algunos organismos (arañas, mamíferos carnívoros, etc.). Contrariamente a lo sostenido por Ferreira et al. (2019), que indica que la precipitación no tiene ninguna relación con la riqueza y abundancia de escarabajos peloteros. Aunque posiblemente esto pueda variar con respecto a los organismos de estudio.

## 8. Conclusiones

- El bosque natural de ladera alberga la mayor riqueza y abundancia de escarabajos copronecrófagos en relación al pastizal.
- No se evidenció un efecto de borde significativo; sin embargo, la abundancia de los escarabajos copronecrófagos disminuye gradualmente desde el interior del bosque hacia la matriz (pastizal)
- La riqueza de los escarabajos copronecrófagos presenta una distribución equitativa de las especies entre las distancias del borde bnl-p. Sin embargo, las curvas de acumulación de especies demuestran que las asíntotas no se estabilizan por lo que existe tendencia a encontrar nuevas especies.
- En los meses de estudio, las variables climáticas (temperatura y humedad) no intervienen directamente sobre la diversidad de escarabajos copronecrófagos en el borde bnl – p.

## 9. Recomendaciones

- Es necesario continuar con el monitoreo de la riqueza y abundancia de escarabajos copronecrófagos en la gradiente Bosque – Pastizal para establecer si las tendencias se mantienen o difieren. Esto permitiría el enriquecimiento de las curvas de acumulación generando estabilidad en las mismas.
- Es necesario ampliar este estudio hacia el resto de bordes entre coberturas vegetales de similares características, para poder establecer comparaciones y diferir o afirmar los resultados encontrados en este estudio.
- Es importante considerar el uso de otras variables climáticas (e.g. precipitación) en este tipo de estudios para evidenciar si tienen alguna influencia con la riqueza y abundancia de los escarabajos copronecrófagos.
- Aumentar puntos de muestreo en el pastizal en función de los transectos para poder comparar con los resultados obtenidos en el bosque natural de ladera

## 10. Bibliografía

- Alvarado, K. (2016). *Senderización y señaletica para la Estación Experimental de El Padmi, parroquia Los Encuentros, cantón Yantzaza, provincia de Zamora Chinchipe*.  
<https://www.ptonline.com/articles/how-to-get-better-mfi-results>
- Alves, C., Secco, H., Carvalho, N., Maia, A. C., y Bager, A. (2018). Edge effects on small mammals: Differences between arboreal and ground-dwelling species living near roads in Brazilian fragmented landscapes. *Austral Ecology*, 43(1), 117-126.  
<https://doi.org/10.1111/aec.12549>
- Amat, G., Lopera, A., y Amezcuita, S. J. (1997). Patrones de distribución de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) en relicto del bosque altoandino, Cordillera Oriental de Colombia. *Caldasia*, 19(1-2), 191-204.
- Andrade, M. G. (1998). Utilización de las mariposas como bioindicadoras del tipo de hábitat y su biodiversidad en Colombia. En *Rev. Acad. Colomb. Cienc.: Vol. 22(84)* (pp. 407-421).
- Ardila, J. (2005). Diversidad de escarabajos coprófagos (coleoptera: scarabaeinae) en transectos borde-interior en un bosque montano (Medina, Cundinamarca) . Pontificia Universidad Javeriana.
- Arias, G., Vanegas, D., Garcia, A., Santos, C., y Andresen, E. (2022). Efecto de la cobertura vegetal en escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) y sus funciones ecológicas en un bosque andino de Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 70, 53-66.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.15517/rev. biol. trop..v70i1.47849>
- Arias, J. A., y Vaz-De-Mello, F. Z. (2013). *Dichotomius ribeiroi* (Pereira, 1954) (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae): Redescipción y anotaciones taxonómicas de la especie. *Caldasia*, 35(1), 209-217.  
[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0366-52322013000100015&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0366-52322013000100015&lng=es&nrm=iso)
- Barba, R., De La Lanza, G., Contreras, A., y González Mora, I. (2013). Insectos acuáticos indicadores de calidad del agua en México: casos de estudio, ríos Copalita, Zimatán y Coyula, Oaxaca. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 84, 381-383.  
<https://doi.org/10.7550/rmb.31037>
- Bioweb. (2020). Invertebrados Ecuador . <https://bioweb.bio/faunaweb/invertebradoweb/>
- Blaum, N., Rossmanith, E., Schwager, M., y Jeltsch, F. (2007). Responses of mammalian carnivores to land use in arid savanna rangelands. *Basic and Applied Ecology*.

<https://doi.org/10.1016/j.baae.2006.09.003>

- Bouchard, P., Grebennikov, V. V., Smith, A. B. T., y Douglas, H. (2009). Biodiversity of Coleoptera. En R. Footti & P. Adler (Eds.), *Insect Biodiversity: Science and Society*. <https://doi.org/10.1002/9781444308211.ch11>
- Cáceres, N., y Monteiro, E. (2006). The action of post-dispersal beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) and ants (Hymenoptera: Formicidae) on scats of *Didelphis* spp. (Mammalia: Didelphidae). *Revista de Biología Tropical*, 54(4), 1197-1203. <https://doi.org/10.15517/rbt.v54i4.14102>
- Campo, A. M., y Duval, V. S. (2014). Diversidad y valor de importancia para la conservación de la vegetación natural. Parque Nacional Lihué Calel (Argentina). *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 34(2), 25-42. [https://doi.org/10.5209/rev\\_AGUC.2014.v34.n2.47071](https://doi.org/10.5209/rev_AGUC.2014.v34.n2.47071)
- Cano, Z., Romero, A., Castellanos, I., Lopez, V., y Alejandre, S. (2020). Conservación y Biodiversidad de animales invertebrados del estado de Morelos. En *Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias, UNAM y Laboratorios ABC Química e Investigación y Análisis*.
- Cárdenas, R. E., Buestán, J., y Dangles, O. (2009). Diversity and distribution models of horse flies (diptera: Tabanidae) from Ecuador. *Annales de la Société Entomologique de France*, 45(4), 511-528. <https://doi.org/10.1080/00379271.2009.10697633>
- Cárdenas, R. E., Donoso, D. A., Argoti, A., y Dangles, O. (2017). Functional consequences of realistic extinction scenarios in Amazonian soil food webs. *Ecosphere*, 8(2). <https://doi.org/10.1002/ecs2.1692>
- Carpio, C. (2010). *Rol funcional de la diversidad de los escarabajos peloteros (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) en el bosque lluvioso amazónico de Yasuní* [Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/4759/CCarpio - Rol funcional de los escarabajos peloteros de Yasuní.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Carpio, C., Donoso, D. A., Ramón, G., y Dangles, O. (2009). Short term response of dung beetle communities to disturbance by road construction in the ecuadorian amazon. *Annales de la Societe Entomologique de France*, 45(4), 455-469. <https://doi.org/10.1080/00379271.2009.10697629>
- Carvajal, V., Villamarin, S., y Ortega, A. (2011). Escarabajos del Ecuador: Principales géneros. En *Instituto de Ciencias Biológicas Escuela Politécnica Nacional* (Número 1).

- Carvalho, L., Sebastian, N., Araújo, H., Dias, S., Venticinque, E., Brescovit, A., y Vasconcellos, A. (2015). Climatic variables do not directly predict spider richness and abundance in semiarid caatinga vegetation, Brazil. *Environmental Entomology*, 1-10. <https://doi.org/10.1093/ee/nvu003>
- Castillo, J., y Andresen, E. (2018). Interacciones entre semillas y escarabajos del estiércol (Scarabaeinae) en un bosque tropical seco. *TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 21(1), 24-33. <https://doi.org/10.1016/j.recqb.2017.08.003>
- Celi, J., y Dávalos, A. (2001). *Manual de Monitoreo: Los escarabajos peloteros como indicadores de la calidad ambiental*. (O. Zambrano & Gabriela Ordoñez (Eds.)). EcoCiencia. [https://www.researchgate.net/profile/Jorge-Celi/publication/299595190\\_Manual\\_de\\_monitoreo\\_Los\\_escarabajos\\_peloteros\\_como\\_indicadores\\_de\\_la\\_calidad\\_ambiental/links/59efbd46458515c3cc436be2/Manual-de-monitoreo-Los-escarabajos-peloteros-como-indicadores-de-l](https://www.researchgate.net/profile/Jorge-Celi/publication/299595190_Manual_de_monitoreo_Los_escarabajos_peloteros_como_indicadores_de_la_calidad_ambiental/links/59efbd46458515c3cc436be2/Manual-de-monitoreo-Los-escarabajos-peloteros-como-indicadores-de-l)
- Celi, J., Terneus, E., Torres, J., y Ortega, M. (2004). Dung beetles (Coleoptera: Scarabaeinae) diversity in an altitudinal gradient in the Cutucú Range, Morona Santiago, Ecuadorian Amazon. *Lyonia*, 1-14.
- Chamorro, W., Gallo, F., Delgado, S., Enríquez, S., Guasumba, V., y López, G. (2019). Los escarabajos estercoleros (Coleoptera: Scarabaeidae:Scarabaeinae) del Bosque Protector Oglán Alto, Pastaza, Ecuado. *Biota Colombiana*, 20(1), 34-49. <https://doi.org/https://doi.org/10.21068/c2019.v20n01a03>
- Chamorro, W., Marín-Armijos, D., Granda, V., y Vaz-De-Mello, F. Z. (2018). Listado de especies y clave de géneros y subgéneros de escarabajos estercoleros (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) presentes y presuntos para Ecuador. *Revista Colombiana de Entomología*, 44(1), 72-100. <https://doi.org/10.25100/socolen.v44i1.6545>
- Cortés, A. M., Ramírez-Pinilla, M. P., Suárez, H. A., y Tovar, E. (2008). Edge Effects on Richness, Abundance and Diversity of Frogs in Andean Cloud Forest Fragments. *South American Journal of Herpetology*, 3(3), 213-222. <https://doi.org/10.2994/1808-9798-3.3.213>
- Crespo, V., Kazakou, E., Roubik, D., y Cárdenas, R. (2020). The importance of insects on land and in water: a tropical view. *Current Opinion in Insect Science*, 40, 31-38. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2020.05.016>
- De Carvalho Guimarães, C., Rodrigues, J., y Cornelissen, T. (2014). A Meta-Analysis of the effects of fragmentation on herbivorous insects. *Environmental Entomology*, 43(3), 537-

545. <https://doi.org/10.1603/EN13190>
- Escobar, F. (2000). Diversidad Y Distribución De Los Escarabajos Del Estiércol (Coleoptera : Scarabaeidae : Scarabaeinae ) De Colombia. *Monografías Tercer Milenio*, 1, 197-210.
- Fernández, G., y Cartuche, S. (2006). Análisis y tendencia de la deforestación de la provincia de Zamora Chinchipe, en base a la interpretación de imágenes satelitales. *Univerdidad Nacional de Loja*, 121. [https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5186/1/ANÁLISIS Y TENDENCIA DE LA DEFORESTACIÓN DE LA PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE.pdf](https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5186/1/ANÁLISIS_Y_TENDENCIA_DE_LA_DEFORESTACIÓN_DE_LA_PROVINCIA_DE_ZAMORA_CHINCHIPE.pdf)
- Ferreira, S. C., Da Silva, P. G., Paladini, A., y Di Mare, R. A. (2019). Climatic variables drive temporal patterns of  $\alpha$  and  $\beta$  diversities of dung beetles. *Bulletin of Entomological Research*, 1-8. <https://doi.org/10.1017/S0007485318000676>
- Ferrer-Paris, J., Sánchez-Mercado, A., y Paul Rodríguez, J. (2013). Optimización del muestreo de invertebrados tropicales: Un ejemplo con escarabajos coprófagos(Coleoptera: Scarabaeinae) en Venezuela. *Rev. biol. trop*, 61(1), 89-110. <https://doi.org/10.15517/rbt.v61i1.10941>
- Figueroa, L., y Alvarado, M. (2011). Coleópteros coprófagos (Scarabaeidae: Scarabeinae) 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>
- Fischer, J., y Lindenmayer, D. B. (2007). Landscape modification and habitat fragmentation: a synthesis. En *Global Ecology and Biogeography* (Vol. 16, pp. 265-280). <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2007.00287.x>
- Fletcher, R. J. (2005). Multiple edge effects and their implications in fragmented landscapes. *Journal of Animal Ecology*, 74, 342-352. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2005.00930.x>
- Frolov, A. V., Akhmetova, L. A., y Vaz-de-Mello, F. Z. (2017). Revision of the mainland species of the Neotropical genus *Aegidium* Westwood (Coleoptera: Scarabaeidae: Orphninae). *Journal of Natural History*. <https://doi.org/10.1080/00222933.2017.1319519>
- Galante, E., y Marcos, Á. (1997). Detrívoros, coprófagos y necrófagos. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 20, 57-64. [http://sea-entomologia.org/PDF/BOLETIN\\_20/B20-003-057.pdf](http://sea-entomologia.org/PDF/BOLETIN_20/B20-003-057.pdf)
- Geo Ecuador. (2008). Informe sobre el estado del medio ambiente. <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/41444.pdf>

- Gill, B. (2005). Scarabaeidae-Scarabaeinae. En B. Ratcliffe & M. L. Jameson (Eds.), *Generic Guide to New World Scarab Beetles*. University of Nebraska State Museum - Division of Entomology.
- Golden, D. M., y Crist, T. O. (2000). Experimental effects of habitat fragmentation on rove beetles and ants: patch area or edge? *Oikos*, 90, 525-538. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0706.2000.900311.x>
- Granda, M. (2015). *Análisis Socio-Ambiental En Doce Parroquias Amazónicas De Ecuador Y Su Relación Con Actividades De Conservación De Bosques Nativos* [Universidad Internacional del Ecuador]. <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/738/1/T-UIDE-0673.pdf>
- Grisales, J., y Montes, N. (2018). *Biodiversidad de escarabajos coprofagos (Scarabaeidae) asociados a areglos silvopastoriles, y padrera convencional* [Universidad Tecnológica de Pereira]. <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/70df2440-2f20-4f88-bd13-4cd6b41586ff/content>
- Halffter, G. (1991). Historical and ecological factors determining the geographical distribution of beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Biogeographia – The Journal of Integrative Biogeography*, 15. <https://doi.org/10.21426/b615110376>
- Halffter, G., Moreno, C. E., y Pineda, E. O. (2001). Manual para evaluación de la biodiversidad en Reservas de la Biosfera. *M&T–Manuales y Tesis SEA*, 2, 79.
- Lidicker, W. (1999). Responses of mammals to habitat edges: an overview. *Landscape Ecology*, 14, 333-343. <https://doi.org/10.1023/A>
- López, F. (2003). Edge effects in a forest mosaic : implications for oak regeneration in the Highlands of Chiapas , Mexico. University of Edinburgh.
- Lozano-Zambrano, F. H., Ulloa-Chacón, P., y Armbrrecht, I. (2009). Ants: Species-Area relationship in tropical dry forest fragments. *Neotropical Entomology*, 38(1), 44-54. <https://doi.org/10.1590/s1519-566x2009000100004>
- MAE. (2012). Sistema de clasificación de los Ecosistemas de Ecuador Continental. En *Subsecretaría de Patrimonio Natural* (p. 186). [https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEYENDA-ECOSISTEMAS\\_ECUADOR\\_2.pdf](https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEYENDA-ECOSISTEMAS_ECUADOR_2.pdf)
- Martínez, F., Sosa, F., y Ortiz, J. (2010). Comportamiento de la humedad del suelo con diferente cobertura vegetal en la Cuenca La Esperanza. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 1(4), 89-103.
- Martinez, I., Cruz, M., Montes de Oca, E., y Suárez, T. (2011). La función de los escarabajos

- del estiércol en los pastizales ganaderos.
- Meiners, S. J., y Pickett, S. T. A. (1999). Changes in community and population responses across a forest-field gradient. En *Ecography* (Vol. 22, pp. 261-267). <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.1999.tb00501.x>
- Mena, P. (2018). La biodiversidad del Ecuador.
- Montes, J., Ortega, O., y Vélez, Y. (2019). Edge effect in assemblages of dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) in forest remnants of an andean landscape. *Caldasia*, 41(2), 380-391. <https://doi.org/10.15446/caldasia.v41n2.70845>
- Morón, M. (2011). Escarabajos. *Riqueza Biológica de Quintana Roo: un análisis para su conservación*, 40, 35.
- Murcia, C. (1995). Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Trends in Ecology & Evolution*, 10(2), 58-62. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(00\)88977-6](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(00)88977-6)
- Naranjo, E., y Ramírez, T. (2009). *Composición Florística, Estructura Y Estado De Conservación Del Bosque Nativo De La Quinta El Padmi, Provincia De Zamora Chinchipe* [Universidad Nacional de Loja]. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/5363>
- Navarro, M., González, L., Flores, R., y Amparán, R. (2015). Fragmentación y sus implicaciones. En *Análisis y reflexión documental* (p. 64).
- Nichols, E., Spector, S., Louzada, J., Larsen, T., Amezcua, S., y Favila, M. E. (2008). Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. *Biological Conservation*. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.04.011>
- Ochoa, D., Fernández, J., Jiménez, V., Camargo, Hernández, J., y Espinoza Prieto, J. R. (2019). Diversidad de Coleoptera (Insecta) en dos comunidades vegetales del rancho Teseachi, Chihuahua, México. *Acta zoológica mexicana*, 35. <https://doi.org/10.21829/azm.2019.3502213>
- Oksanen, A. J., Blanchet, F. G., Friendly, M., Kindt, R., Legendre, P., Mcglinn, D., Minchin, P. R., Hara, R. B. O., Simpson, G. L., Solymos, P., Stevens, M. H. H., y Szoecs, E. (2020). Package 'vegan'. En *Community Ecology Package*.
- Palacios, B., Aguirre, Z., y Lozano, D. (2015). Experiencias de enriquecimiento forestal en bosque secundario en la microcuenca "El Padmi", Zamora Chinchipe Ecuador Forest. *CEDAMAZ*, 5(1).
- Pla, L. (2006). Biodiversidad: Inferencia Basada en el Índice de Shannon y la Riqueza. *Interciencia*, 31(8), 583-590. <http://www.redalyc.org/pdf/339/33911906.pdf>

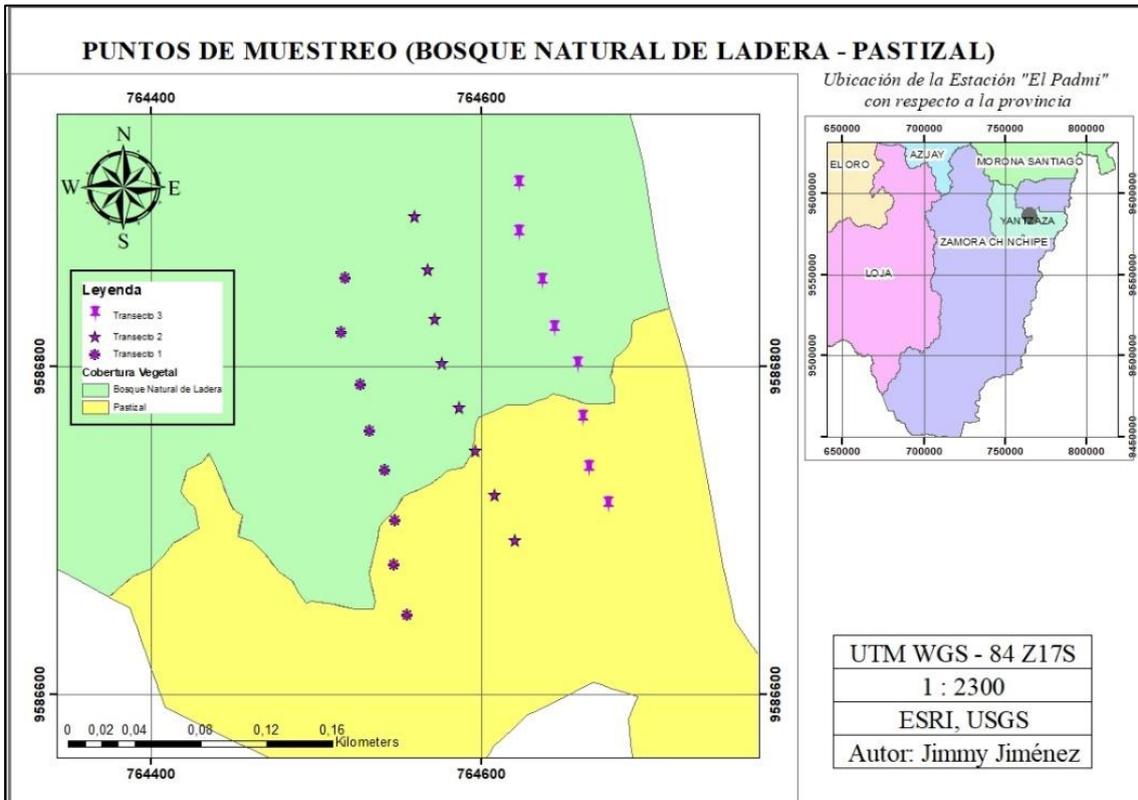
- QGIS Development Team. (2016). *QGIS 2.18*. <https://www.qgis.org/en/site/>
- R Core Team. (2021). *R: a language and environment for statistical computing and graphics*. <https://www.r-project.org/>
- Ratcliffe, B., y Jameson, M. (2002). *Key to Families and Subfamilies of Scarabaeoidea of the New World*. UNL State Museum - División of Entomology. Generic Guide to New World Scarab Beetles. <https://unsm-ento.unl.edu/Guide/Scarabaeoidea/Scarabaeoidea-pages/Scarabaeoidea-Overview/ScarabaeoideaO.html>
- Révolo, R., y Quisphe, B. (2020). Temperatura superficial y estado de la vegetación del bosque de *Polylepis* spp, distrito de San Marcos de Rocchac, Huancavelica – Perú. *Enfoque UTE*, 11(3), 69-86. <https://doi.org/https://doi.org/10.29019/enfoque.v11n3.592>
- Ribera, I., y Foster, G. (1997). El uso de artrópodos como indicadores biológicos. En *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* (Vol. 20, pp. 265-276).
- Sánchez, G., Gómez, B., Delgado, L., Rodríguez, M. E., y Chamé, E. R. (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>
- Semarnat. (2007). Pérdida y alteración de los ecosistemas. En *¿Y el medio ambiente? Problemas en México y el mundo*. [http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/informacionambiental/Documents/05\\_serie/yelmedioambiente/2\\_perdida\\_alteracion\\_v08.pdf](http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/informacionambiental/Documents/05_serie/yelmedioambiente/2_perdida_alteracion_v08.pdf)
- Sierra, R. (Ed.). (1999). Propuesta preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental. En *Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y EcoCiencia*.
- Silva, R., Pelissari, T., Krinski, D., Canale, G., y Vaz-de-Mello, F. (2017). Abrupt species loss of the Amazonian dung beetle in pastures adjacent to species-rich forests. *Journal of Insect Conservation*. <https://doi.org/10.1007/s10841-017-9988-9>
- Skelley, P. (2008). Scarabaeidae-Aphodiinae. En *Generic Guide to New World Scarab Beetles- Available catalogs*.
- Slade, E., Riutta, T., Roslin, T., y Tuomisto, H. (2016). The role of dung beetles in reducing greenhouse gas emissions from cattle farming. *Scientific reports*. <https://doi.org/10.1038/sep18140>
- Spector, S. (2006). Scarabaeine dung beetles (Coleoptera: scarabaeidae: scarabaeinae): an invertebrate focal taxon for biodiversity research and conservation. *Coleopterist society monograph*, 5, 71-83.

- Spector, S., y Ayzama, S. (2003). Rapid Turnover and Edge Effects in Dung Beetle Assemblages (Scarabaeidae) at a Bolivian Neotropical Forest-Savanna Ecotone. *Biotropica*, 35(3), 394-404. <https://doi.org/10.1646/02102>
- Stefanescu, C., Aguado, L. O., Asís, J. D., Baños-Picín, L., Cerdá, X., Marcos García, M., Micó, E., Ricarte, A., y Tormos, J. (2018). Diversidad de insectos polinizadores en la península ibérica. *Ecosistemas*, 27(2), 9-22. <https://doi.org/10.7818/ECOS.1391>
- Stephen, C., y Sánchez, R. (2014). Species richness and relative species abundance of Nymphalidae (Lepidoptera) in three forests with different perturbations in the North-Central Caribbean of Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 62(3), 919-928. <https://doi.org/10.15517/rbt.v62i3.14057>
- Székely, A. (2009). Latinoamérica y la biodiversidad. En G. Teboul & I. Brena (Eds.), *Hacia un instrumento regional interamericano sobre la bioética, Experiencia y expectativas* (1a. ed.). <http://ru.juridicas.unam.mx/xmlui/handle/123456789/11584>
- Tapia, A., y Fierro, M. (2011). *Caracterización florística y estructura de la vegetación natural de la Quinta El Padmi, Provincia de Zamora Chinchipe* [Universidad Nacional de Loja]. [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)
- Thomas, M. C. (2002). Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea. En R. Arnett, M. Thomas, P. Skelley, & F. J. (Eds.), *American Beetles* (Vol. 2).
- Villamarín, S. (2010). Escarabajos Estercoleros (Coleoptera: Scarabaeinae) de El Goaltal, provincia de Carchi, Ecuador: lista anotada de especies y ecología. *Avances en Ciencias e Ingenierías*, 2(3), B98-b103. <https://doi.org/10.18272/aci.v2i3.52>
- Yahner, R. H. (1988). Changes in wildlife communities near edges. *Conservation Biology*, 2(4), 333-339. <http://www.jstor.org/stable/2386292>
- Zambrano, J. (2016). *Escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) como indicadores de diversidad biológica en el cantón Lago Agrio - Provincia de Sucumbíos*. [Universidad Técnica Particular de Loja]. <http://dspace.utpl.edu.ec/jspui/handle/123456789/14842>
- Zhang, Z.-Q. (2013). Phylum Arthropoda. *Zootaxa*, 3703(1), 17-26. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3703.1.6>
- Zhingre, R. (2017). *Análisis de la percepción y opinión de los ciudadanos del cantón Nangaritza, provincia de Zamora Chinchipe, sobre la realidad socio ambiental nacional*.

[http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/17784/1/Zhingre\\_Illescas\\_Roberto\\_Bladymir.pdf](http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/17784/1/Zhingre_Illescas_Roberto_Bladymir.pdf)

# 11. Anexos

## Anexo 1. Transectos y estaciones de muestreo en el bnl-pastizal



**Anexo 2.** Trampa de caída



**Anexo 3.** Cebos de excremento humano



**Anexo 4.** Reposición y reparación de trampas



**Anexo 5. Recolección de especímenes**



**Anexo 6.** Conservación de los especímenes recolectados



Anexo 7. Montaje de especímenes



**Anexo 8.** Toma de datos de Variables Ambientales



## Anexo 9. Permiso de movilización de especies



Ministerio del Ambiente, Agua  
y Transición Ecológica

### AUTORIZACION DE MOVILIZACIÓN DE ESPECÍMENES DE ESPECIES DE LA DIVE AUTORIZACION DE RECOLECTA



GUÍA N°: 00363  
CÓDIGO: MAAE-ARSFC-2021-1813

#### DATOS DEL SOLICITANTE

N. Identificación: 1105827404  
Nombres: JIMENEZ CAÑAR JIMMY ALEXANDER

#### DATOS DEL RESPONSABLE DE LAS MUESTRAS O ESPECÍMENES A TRANSPORTAR

N° de C.I / Pasaporte	Nombres y Apellidos	Nacionalidad	Transportista
1105827404	JIMENEZ CAÑAR JIMMY ALEXANDER	Ecuatoriana	No
1105409187	CUENCA HERRERA YANDRI ARIEL	Ecuatoriana	No
1150568863	SALAZAR ROMERO SORAYA LIZBETH	Ecuatoriana	Si

#### ORIGEN

Provincia
ZAMORA CHINCHIPE

Tipo de Transporte: Terrestre

#### DESTINO

Provincia	Cantón	Parroquia
ZAMORA CHINCHIPE	YANTAZA	LOS ENCUENTROS

Centro de Tenencia: Museo de la Universidad Nacional de Loja

#### FECHA DE MOVILIZACIÓN

Desde:	Hasta:
2021-12-07	2021-12-09

#### MATERIAL BIOLÓGICO A MOVILIZAR

Especie	Tipo de Muestra	Número Muestra	Lote Muestra
Animal-Coleoptera-Insecta-NA-NA	Muestreo aleatorio	25	N/A
Animal-Coleoptera-Insecta-NA-NA	Muestreo Aleatorio	25	N/A
Animal-Coleoptera-Insecta-NA-NA	Muestreo Aleatorio	25	N/A

Dirección: Calle Pichincha 1811 V. Ambato, Ecuador. Código postal: 230105 / 011010 - 011011  
Teléfono: +593 34618000 - www.mta.gob.ec



Anexo 10. Clasificación e identificación de especies

Especies/Tiempo de muestreo	Distancias (m)								Total general
	-60	-30	0	30	60	90	120	150	
<i>Canthidium sp1</i>							1	1	2
13-15 ENE								1	1
16-18 DIC							1		1
<i>Canthon luteicollis</i>		2	1	6	7	4	7	16	43
13-15 ENE			1	1	3	2	2	10	19
16-18 DIC				3		2	2	6	13
19-21 NOV		2		2	4		3		11
<i>Canthon xanthopus</i>					1				1
19-21 NOV					1				1
<i>Coprophanæus telamon</i>	8	11	7	13	10	8	7	23	87
13-15 ENE	2	6	2	6	7	3	6	14	46
16-18 DIC		4		1		1		4	10
19-21 NOV	6	1	5	6	3	4	1	5	31
<i>Deltochilum obignyi amazonicum</i>	5	2	5	6	2	5	7	9	41
13-15 ENE			1	4	1	1	5	7	19
16-18 DIC	1			1		1		1	4
19-21 NOV	4	2	4	1	1	3	2	1	18
<i>Deltochilum sp.2</i>		1		2	1	5	2	6	17
13-15 ENE		1		1	1	2	2	2	9
19-21 NOV				1		3		4	8
<i>Dichotomius inachus</i>	15	22	54	50	79	111	84	119	534
13-15 ENE	4	3	17	13	23	32	29	36	157
16-18 DIC	9	13	15	17	20	26	21	13	134
19-21 NOV	2	6	22	20	36	53	34	70	243
<i>Dichotomius prietoi</i>	5	4	15	6	33	13	14	10	100
13-15 ENE		1	5	1	4	4	1	2	18
16-18 DIC	1	1	8	1	3	2	4		20
19-21 NOV	4	2	2	4	26	7	9	8	62
<i>Eurysternus caribaeus</i>	5	18	31	57	50	79	128	125	493
13-15 ENE	1	3	2	13	5	20	22	17	83
16-18 DIC	2	9	15	22	27	28	34	65	202
19-21 NOV	2	6	14	22	18	31	72	43	208
<i>Eurysternus lanuginosus</i>					1				1
16-18 DIC					1				1
<i>Oxysternon silenus smaragdinum</i>		2	5		3	3	4	6	23
13-15 ENE			2			2	2	1	7

Anexo 10. Continuación

Especies/Tiempo de muestreo	Distancias (m)								Total general
	-60	-30	0	30	60	90	120	150	
16-18 DIC			1			1	2	4	8
19-21 NOV		2	2		3			1	8
<i>Phanaeus haroldi</i>	1	2	1						4
16-18 DIC	1		1						2
19-21 NOV		2							2
<i>Phanaeus maleagris</i>	4	11	16	17	19	20	31	18	136
13-15 ENE	1	3	5	5	7	5	13	10	49
16-18 DIC	1		5	4	4	7	9	4	34
19-21 NOV	2	8	6	8	8	8	9	4	53
<b>Total general</b>	<b>43</b>	<b>75</b>	<b>135</b>	<b>157</b>	<b>206</b>	<b>248</b>	<b>285</b>	<b>333</b>	<b>1482</b>

Anexo 11. Datos de Temperatura/Distancia/Transecto/Tiempo de muestreo

Distancia (m)			
Tiempo de muestreo	Transecto		
	1	2	3
<b>-60</b>			
13-15 ENE	29,325	25,850	26,550
16-18 DIC	28,250	26,725	26,300
19-21 NOV	24,350	25,633	26,225
<b>-30</b>			
13-15 ENE	27,700	24,875	26,575
16-18 DIC	27,225	26,200	25,525
19-21 NOV	24,375	26,025	26,700
<b>0</b>			
13-15 ENE	26,450	23,750	26,350
16-18 DIC	26,325	25,200	26,100
19-21 NOV	24,500	24,725	26,650
<b>30</b>			
13-15 ENE	25,225	23,475	25,550
16-18 DIC	25,550	25,400	26,275
19-21 NOV	24,750	26,975	25,625

Anexo 11. Continuación

<b>Distancia (m)</b>			
<b>Tiempo de muestreo</b>	<b>Transecto</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>60</b>			
13-15 ENE	25,850	26,175	26,575
16-18 DIC	25,850	26,175	26,575
19-21 NOV	23,000	26,700	24,800
<b>90</b>			
13-15 ENE	24,050	23,100	25,500
16-18 DIC	25,800	26,625	26,400
19-21 NOV	22,975	26,925	24,525
<b>120</b>			
13-15 ENE	23,750	22,950	25,375
16-18 DIC	25,575	27,100	26,250
19-21 NOV	22,425	26,225	24,400
<b>150</b>			
13-15 ENE	23,050	22,800	25,025
16-18 DIC	25,375	26,825	25,900
19-21 NOV	23,100	25,525	24,300

Anexo 12. Datos de humedad/Distancia/Transecto/Tiempo de muestreo.

<b>Distancia (m)</b>			
<b>Tiempo de muestreo</b>	<b>Transecto</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>-60</b>			
13-15 ENE	80,750	74,375	73,425
16-18 DIC	77,850	80,350	80,100
19-21 NOV	90,300	84,500	92,325
<b>-30</b>			
13-15 ENE	86,775	76,950	75,575
16-18 DIC	80,850	78,950	85,625
19-21 NOV	90,425	91,050	91,450

Anexo 12. Continuación

<b>Distancia (m)</b>			
<b>Tiempo de muestreo</b>	<b>Transecto</b>		
	1	2	3
<b>0</b>			
13-15 ENE	88,950	84,800	80,575
16-18 DIC	82,275	86,225	83,250
19-21 NOV	95,650	98,550	94,000
<b>30</b>			
13-15 ENE	89,200	84,775	88,075
16-18 DIC	79,550	85,075	81,100
19-21 NOV	88,575	84,275	97,250
<b>60</b>			
13-15 ENE	87,800	86,850	87,200
16-18 DIC	81,000	80,575	81,800
19-21 NOV	96,300	92,350	97,250
<b>90</b>			
13-15 ENE	90,275	87,650	80,975
16-18 DIC	84,925	79,500	80,150
19-21 NOV	93,150	93,425	98,975
<b>120</b>			
13-15 ENE	88,575	86,850	86,375
16-18 DIC	81,225	79,725	83,000
19-21 NOV	97,525	98,325	98,825
<b>150</b>			
13-15 ENE	91,875	85,450	89,750
16-18 DIC	84,825	77,950	84,550
19-21 NOV	94,025	98,950	99,350

Anexo 13. Certificación del resumen (Abstract)

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

Lic. Cristina Yussibeth Herrera Chamba,  
**LICENCIADA EN PEDAGOGÍA DEL IDIOMA INGLÉS**

**Certifico:**

Que he traducido minuciosamente el Resumen del Trabajo de Titulación titulado: “EFECTO DE BORDE SOBRE LA RIQUEZA Y ABUNDANCIA DE ESCARABAJOS COPRONECRÓFAGOS (COLEOPTERA: SCARABAEINAE) EN EL TIPO DE BORDE BOSQUE NATURAL DE LADERA – PASTIZAL EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL EL PADMI, ZAMORA CHINCHIPE” de autoría de **Jimmy Alexander Jiménez Cañar**, egresado de la Carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente en la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional de Loja, previa a la obtención del título de Ingeniero en Manejo y Conservación del Medio Ambiente.

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

Catamayo, 06 de febrero del 2023



Firmado electrónicamente por:  
**CRISTINA YUSSIBETH  
HERRERA CHAMBA**

---

Lic. Cristina Yussibeth Herrera Chamba  
**LICENCIADA EN PEDAGOGÍA DEL IDIOMA INGLÉS**  
CI: 1104144678  
Celular: 0994876955