UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

SEDE ZAMORA CHINCHIPE EL PANGUI

CARRERA DE BIOLOGÍA

TEMA

DIVERSIDAD DE ESCARABAJOS COPRÓFAGOS (COLEÓPTERA; SCARABAEIDAE) EN UN BOSQUE PRIMARIO Y SECUNDARIO DE MANCHINAZA ALTO, ZAMORA CHINCHIPE.

AUTORA

THALÍA JHASMÍN ERAS SAMANIEGO

DIRECTOR

GALO ALFREDO BUITRÓN JURADO, M. Sc.

El PANGUI – ECUADOR

2021

Declaratoria de Autoría y Cesión de Derechos

Quien suscribe **Thalía Jhasmín Eras Samaniego** con C.I.1900744804, hace constar que es autor/a del Trabajo de Integración Curricular titulado: "**DIVERSIDAD DE ESCARABAJOS COPRÓFAGOS (COLEÓPTERA; SCARABAEIDAE) EN UN BOSQUE PRIMARIO Y SECUNDARIO DE MANCHINAZA ALTO, ZAMORA CHINCHIPE.**", el cual constituye una elaboración personal realizada únicamente con la dirección del Tutor de dicho trabajo, M.Sc. Galo Buitrón. En tal sentido, manifiesto la originalidad de la conceptualización del trabajo como interpretación de datos y elaboración de conclusiones dejando establecido que aquellos aportes intelectuales de otros autores se han referenciado debidamente en el texto de dicho trabajo.

En el cantón El Pangui, a los 16 días del mes de julio del 2021.



Estudiante. Thalía Eras

CI: 1900744804

Declaración de autenticidad

Yo, Thalía Eras, declaro que el presente proyecto de investigación, es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular.



Thalía Eras

C.I 1900744804

Certificado de Aprobación por el Tribunal de Sustentación

El tribunal de sustentación del proyecto de investigación y desarrollo aprueba el proyecto de Investigación/Trabajo de Integración Curricular titulado: "**DIVERSIDAD DE ESCARABAJOS COPRÓFAGOS (COLEÓPTERA; SCARABAEIDAE) EN UN BOSQUE PRIMARIO Y SECUNDARIO DE MANCHINAZA ALTO, ZAMORA CHINCHIPE**".

Firmado electrónicamente por:
ANABEL DE LOS ANGELES CUEVA AGILA

M.Sc Anabel Cueva Agila
Presidente del Tribunal

MARIO ANDRES AVILA ANDRADE
Firmado digitalmente por MARIO ANDRES AVILA ANDRADE
Fecha: 2021.07.18 21:45:20 -05'00'

M.Sc Mario Andrés Ávila Andrede
Miembro del Tribunal

WILSON RODRIGO QUIZHPE CORONEL
Firmado digitalmente por WILSON RODRIGO QUIZHPE CORONEL
Fecha: 2021.07.18 21:52:30 -05'00'

M.Sc Wilson Rodrigo Quizhpe Coronel
Miembro del Tribunal

Certificado de Porcentaje de Similitud obtenido en el Sistema Antiplagio

Quien suscribe el presente M. Sc. Galo Buitrón Jurado con C.I.: 1717090748, certifica que el Trabajo de Integración Curricular titulado: "**DIVERSIDAD DE ESCARABAJOS COPRÓFAGOS (COLEÓPTERA; SCARABAEIDAE) EN UN BOSQUE PRIMARIO Y SECUNDARIO DE MANCHINAZA ALTO, ZAMORA CHINCHIPE"**, ha sido
examinado a través del sistema Antiplagio URKUND y presenta un porcentaje de similitud del 7 %.

En el cantón El Pangui, a los 19 días del mes de julio del 2021.

GALO ALFREDO BUITRÓN JURADO

Firmado digitalmente por GALO ALFREDO BUITRON JURADO
Fecha: 2021.07.19 08:54:33 -05'00'

Director del trabajo de titulación

DEDICATORIA

A mis padres Gladys Samaniego y Hikler Eras, por el apoyo invaluable que me han brindado, en todas las etapas de mi vida.

A mi hermana Pao, por ser mi apoyo incondicional en todo momento, su motivación constantemente me ha conllevado a cumplir mis anhelos, gracias por compartir la maravillosa etapa de estudiar biología juntas.

Gracias familia, es a ustedes a quien les debo todas mis metas.

AGRADECIMIENTOS

A mi director de tesis M. Sc. Galo Buitrón, por su paciencia, tiempo y conocimiento, gracias por apoyarme en todas las fases de esta investigación.

A los docentes de la UEA El Pangui carrera Biología por brindarme sus sabios conocimientos impartidos en cada clase, sin duda conforman un legado de mi formación académica.

Thalía

a) Resumen

Scarabaeidae comprende 6,000 especies en el mundo y es un grupo de vital importancia para el funcionamiento de ecosistemas. Considerando la ausencia de estudios de Scarabaeidae en la Amazonia Sur y su importancia para el funcionamiento de los ecosistemas, en el presente trabajo intentamos responder: ¿Existen diferencias en la diversidad y composición de Scarabaeidae entre un bosque primario (BP) y secundario (BS) en Manchinaza Alto? Establecimos parcelas de 20 x 20 metros separadas por 1 km, para evitar solapamiento de especies, se dividió cada parcela en subparcelas de 2 x 2 metros, donde se colocaron cinco trampas de caída, cebadas con estiércol de cerdo con exposición de 24 horas, los especímenes fueron fijados en alcohol al 70%, el muestreo se realizó una vez por semana durante los meses enero, marzo y abril 2021. En la composición de especies se encontraron especies exclusivas y compartidas que representaron 25% de abundancia. Se determinó una diversidad media en BS (1.9) y baja en BP (1.8) (Shannon). La dieta alimenticia indicó que los dos bosques albergan mayoritariamente especies con dieta coprófaga. Un análisis de correspondencia determinó más especies especializadas en el (BP) que el BS. No existieron diferencias significativas para la estrategia de reubicación, indicando que la posible diferencia entre los dos bosques podría relacionarse al recurso alimenticio.

Palabras claves.

Bosque tropical, Indicadores ambientales, Amazonía Ecuatoriana, Peloteros, Rodadores

b) Abstract

Scarabaeidae comprises 6,000 species worldwide and is a group of vital importance for the functioning of ecosystems. Considering the absence of studies of Scarabaeidae in Southern Amazon and their importance for the functioning of ecosystems, in this work we try to answer: What are the differences in Scarabaeidae diversity and composition between a primary (BP) and secondary (BS) in Manchinaza Alto? For this purpose, plots of 20 x 20 meters separated by 1 km were drawn, to avoid overlapping of species, each plot was divided into subplots of 2 x 2 meters, where five fall traps were placed, baited with pig manure with 24 hours' exposure, the specimens were fixed in alcohol at 70%. Sampling was done once a week during the months of January, March and April 2021. Beetle species composition included exclusive and shared species that represented 25% of the abundance. A medium diversity (1.9) was determined in BS with a lower value in BP (1.8) (Shannon-Wiener). The diet showed that both habitats harbor mostly species with coprophagous diet. A correspondence analysis showed more specialized species in the (BP) than the BS. There were no significant differences for the relocation strategy, indicating that the possible difference between the two forests could be related to the food resource.

Keywords. Tropical forest, Environmental indicators, Ecuadorian Amazon, dung beetles, Wheeler.

c) CONTENIDO

a) RESUMEN viii

b) ABSTRACT ix

d) Capítulo 1. Introducción. 1

1.1 Planteamiento del problema 1

1.2 Objetivos 2

1.2.1 Objetivo General 2

1.2.2 Objetivos específicos 3

1.3 Justificación 3

e)Capítulo 2: Fundamentación teórica 4

2.1 Orden Coleóptera 4

2.2 Familia Scarabaeidae 5

2.3 Ciclo de vida de Scarabaeidae 5

2.4 Géneros frecuentes para la Amazonía Ecuatoriana 7

2.4.1 *Oxyternon* 7

2.4.2 *Phanaeus* 7

2.4.3 *Eurysternus* 7

2.5 Tipos de dietas alimenticias. 8

2.6 Estrategias de reubicación de alimentación. 8

2.7 Servicios Ecosistémicos. 9

f) CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 10

3.1 Localización 10

3.1.1 Bosque Secundario (BS). 12

3.1.2 Bosque Primario (B P) 12

3.2 Tipo o Diseño de Investigación 13

3.3 Métodos de Investigación. 14

3.3.1 Diseño de muestreo..... 14
3.3.2 Trampas de caída o “pitfall”..... 15
3.3.3 Diseño estadístico. 15
g) Capítulo 4: ANÁLISIS DE RESULTADOS 17
4.1 Resultados..... 17
4.1.1 Composición de especies de Scarabaeidae 17
4.1.2 Riqueza y abundancia de especies..... 20
4.1.3 Curva de acumulación de especies 22
4.1.4 Análisis de capturas por trampa..... 23
4.1.5 Análisis de diversidad de especies a través del índice de Shannon-Wiener y Simpson…….23
4.1.6 Análisis de correspondencia (CA)..... 23
4.2 Discusión 26
4.2.1 Composición de especies de Scarabaeidae 26
4.2.2 T de Student para riqueza y abundancia de especies..... 28
4.2.3 Construcción de la curva de acumulación de especies 28
4.2.4 Análisis de estadísticos paramétricos. 29
4.2.5 Análisis de diversidad de especies a través del índice de Shannon-Wiener y Simpson.....29
4.2.6 Evaluación de relación de dependencia o interdependencia, de especies, habitad y estrategia alimenticia asociadas a los dos estratos (bosques primario y secundario) a través del análisis de correspondencia (CA)……..…29
h)Conclusiones y recomendaciones. 30
i)Bibliografía…….

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-4: Riqueza de especies para las dos parcelas. 20
Tabla 2-4. Cálculo del índice de Shannon-Wiener/ Simpson. 23

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1. Mapa de la ubicación del área de estudio en Manchinaza Alto, El Pangui, Zamora Chinchipe……..10
Figura 2. Ubicación de parcelas de bosque primario y bosque secundario, ubicadas en Manchinaza alto, El Pangui..... 11
Figura 3. Parcela de Bosque secundario en Manchinaza alto, El Pangui..... 12
Figura 4. Parcela de Bosque primario en Manchinaza alto, El Pangui. 13
Figura 5. Esquema de diseño de muestreo 14
Figura 6. Trampa de caída utilizada para la captura de escarabajos peloteros (Coleoptera:Scarabeidae) 15
Figura 7. Especies registradas de escarabajos peloteros (Coleoptera: Scarabeidae) en el Bosque Primario y Secundario, de Manchinaza Alto, Zamora Chinchipe, Ecuador..... 18
Figura 8. Especies de escarabajos peloteros (Coleoptera: Scarabeidae) registradas en el bosque primario y secundario de Manchinaza Alto, Zamora Chinchipe, Ecuador 19
Figura 9: Representación de abundancia para el bosque primario. 21
Figura 10: Representación de abundancia para el bosque secundario..... 22
Figura 11: Curva de acumulación de especies durante las doce semanas (tres meses) para las dos parcelas experimentales. 22
Figura 12. Correspondencia de especies de escarabajos peloteros y estaciones de muestreo en los dos tipos de hábitat bosque primario y bosque secundario..... 24
Figura 13. Presenta los tipos de dieta de Scarabaeidae asociados a el tipo de hábitat. 25
Figura 14. Análisis de estrategia de reubicación de alimento por hábitats de estudio. 26

APENDICES.

Apéndice A. Inercia de Especies de escarabajos peloteros y estaciones de muestreo en los dos tipos de hábitat bosque primario y secundario……..51

Apéndice B. Puntuación de filas de Especies de escarabajos peloteros y estaciones de muestreo en los dos tipos de hábitat bosque primario y secundario……52

Apéndice C. Puntuación de columnas de especies de escarabajos peloteros y estaciones de muestreo en los dos tipos de hábitat bosque primario y secundario……....53

Apéndice D. Inercia de los tipos de dieta de Scarabaeidae asociados a el tipo de hábitat… 54

Apéndice E. Puntuaciones de filas de los tipos de dieta de Scarabaeidae asociados a el tipo de hábitat…….55

Apéndice Puntuaciones de columnas de los tipos de dieta de Scarabaeidae asociados a el tipo de hábitat… 56

Apéndice G. Inercia para la estrategia de reubicación de alimento por hábitats de estudio… ..... ….57

Apéndice H. Puntuaciones de filas para la estrategia de reubicación de alimento por hábitats de estudio. 58

Apéndice I. Puntuaciones de columnas para la estrategia de reubicación de alimento por hábitats de estudio…….59

d) Capítulo 1. Introducción.

1.1 Planteamiento del problema

Ecuador es considerado como uno de los países con mayor biodiversidad del planeta, esta biodiversidad no se limita al número de especies por unidad de área, incluye también los distintos tipos de ambientes naturales o ecosistemas (Bravo, 2014). Una de las regiones de Ecuador, constituye la Amazonía sur, caracterizada por la presencia de bosques húmedos tropicales. Este tipo de bosques surgen en suelos muy fértiles, lo que ha conllevado a procesos de deforestación, con finalidades de producción agrícola, ganadera y otros usos agropecuarios que son los principales causantes de su alteración y pérdida (Espinoza y García, 2019). Actualmente la fragmentación de bosques continúa siendo un problema para la Amazonía Sur. La provincia de Zamora Chinchipe no es la excepción; en los últimos años, la deforestación ha ido en ascenso principalmente por el potencial minero, agrícola y ganadero, estimándose para el año 2021 una pérdida de 83, 575 ha de cobertura vegetal por causas de la deforestación (Fernández y Silva, 2006).

Para el cantón El Pangui los autores Fernández y Silva (2006) realizaron una proyección de la tasa de deforestación en el año 2008 determinando una tasa anual de 1,1%, aunque hasta la fecha no existen estimaciones actualizadas. Con respecto a su tasa deforestación, se puede evidenciar a través de google maps, el incremento exponencial de degradación vegetal hasta el año 2020, superando en extensión al centro poblado rural del cantón El Pangui (Mazabanda, Kemper, Thieme, Hettler, y Finer, 2018). Esta deforestación ha conllevado una disminución de los bosques húmedos tropicales del cantón El Pangui que albergan miles de especies de flora y fauna (Ordónez, Valarezo, y Ordónez, 2020). Sin embargo, los esfuerzos por documentar la diversidad existente, son escasos y existe poco interés de investigación entomológica (Torracchi - Carrasco, 2015). Es por esto que planteamos esta investigación enfocada en bioindicadores ambientales como los escarabajos peloteros (Coleoptera: Scarabaeidae).

Scarabaeidae es una familia de escarabajos que comprende aproximadamente 6,000 especies en el mundo (Halffter, 1991). Se caracterizan por presentar: protórax abultado con coxas largas y tibias usualmente dentadas con una sola espina (usadas para excavar), alas posteriores con reducción de la venación, antenas lameladas, placas coxales anteriores

ausentes, el segundo esternito abdominal representado por una sola porción lateral, el octavo segmento abdominal formando un verdadero pigidio y no cancelado por el séptimo segmento, cuatro tubos de Malpighi (Neita, 2011). Estos insectos presentan gran diversidad y son un grupo bien definido, que cumplen un rol importante en el proceso de reciclaje de nutrientes en los ecosistemas, y que pueden verse afectados por las alteraciones medioambientales (Manjarrez y Molano, 2013).

Su importancia para el reciclamiento de nutrientes proviene de su hábito alimenticio, así como las estrategias de reubicación de alimento (empleados para la elaboración de nichos); que favorecen a la reserva de nutrimentos (…) para la vegetación en el que son encontrados (Rodríguez, M., Sánchez, G., y Gómez, B, 2019).Esto los convierte en un grupo ideal para investigación sobre biodiversidad y conservación de ecosistemas, los Scarabaeidae tienen una amplia distribución geográfica, sitios como la Amazonía Ecuatoriana albergan gran diversidad. El estudio más reciente para la Amazonia sur de Ecuador comprende el estudio realizado por Chamorro et al. (2019) en el que se determinaron 18 géneros y 65 especies de las cuales 45 especies resultaron ser endémicas para la región amazónica. Asimismo, Celi et al. (2004) determinaron 105 especies de escarabajos carroñeros en la cordillera de Cutucú, Morona Santiago.

Considerando la ausencia de estudios de Scarabaeidae en la provincia de Zamora Chinchipe en la Amazonia Sur, su enorme importancia para el funcionamiento de los ecosistemas y la existencia de especies no documentadas se plantea este trabajo. Este estudio, está dirigido a determinar la diversidad y composición de escarabajos coprófagos –Scarabaeidae en Manchinaza Alto (Tundayme), en dos bosques: primario y secundario. Para responder la pregunta: ¿Existen diferencias en la diversidad y composición de escarabajos coprófagos entre un bosque primario y secundario en Tundayme -Manchinaza Alto

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Determinar la composición, diversidad y función ecológica de las especies de la familia Scarabaeidae, en un bosque primario y secundario en el sector Manchinaza Alto, cantón El Pangui, Zamora Chinchipe.

1.2.2 Objetivos específicos

Comparar la composición, riqueza y abundancia de coleópteros coprófagos en el bosque primario versus el bosque secundario en Manchinaza Alto.

Documentar las especies de Coleóptera-Scarabaeidae de las áreas de estudio. Determinar las funciones ecológicas de las especies encontradas en el área de estudio.

1.3 Justificación

Los Scarabaeidae forman parte del grupo de los escarabajos (orden Coleóptera) que comparten características morfológicas, ecológicas, funcionales y de comportamiento particulares (Halffter,1991). Algunos servicios que ofertan los Scarabaeidae en los bosques son aireación e intercambio de g a s e s, infiltración de agua, dispersión de semillas del bosque, disposición de nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio que contribuye a la fertilidad de los suelos (Huerta, 2013). Estos organismos debido a su estrategia de reubicación de alimento han desarrollado la capacidad de enterrar estiércol que sirve de alimento para las larvas y destacan en los ecosistemas porque contribuyen al reciclaje de nutrientes (Noriega Alvarado, 2018).

Los escarabajos peloteros viven estrechamente asociados a excretas de mamíferos y otros vertebrados ya que éste constituye la principal fuente alimenticia de larvas y adultos. Esto condiciona la presencia y diversidad de estos organismos ya que, si la presencia de animales disminuye (destrucción ecosistemas), la presencia de los escarabajos coprófagos se deteriora y se reduce a corto plazo (Cárdenas & Páez, 2017). Algunos autores han atribuido que su alta abundancia en un ecosistema está relacionada a las condiciones ambientales, según la categoría de perturbación, por ejemplo, se ha encontrado mayor número de individuos en bosques primarios en comparación con bosques alterados (Carpio, 2011; Giménez et al, 2018; Álvarez, 2013).

Según Giménez et al, (2018) la pérdida de vegetación es el factor que más afecta la diversidad de los escarabajos peloteros, debido a su alta sensibilidad a la radiación, aumento de temperatura y reducción de humedad (suelos secos) constituyen grandes amenazas para los descendientes en estado larvario (nidadas encontradas dentro del suelo) lo que provoca una muerte prematura exponencial.

En la Amazonía Sur la degradación de la vegetación es evidente y los esfuerzos por documentar a organismos sensibles (bioindicadores) como los Scarabaeidae son de gran relevancia para la investigación por lo cual es fundamental establecer un estudio para el cantón El Pangui, Zamora Chinchipe. Esto permitirá establecer la composición, diversidad y función ecológica de esta familia de escarabajos en dos bosques: primario y secundario.

e) Capítulo 2: Fundamentación teórica

2.1 Orden Coleoptera.

Según Zarazanga (2015), los coleópteros reciben en castellano el nombre general de escarabajos, aunque algunos de entre ellos tienen nombres concretos, ligados a su clasificación.

A nivel evolutivo, Coleoptera es un grupo monofilético y fácil de reconocer entre los representantes de la Clase Insecta son holometábolos, presentan una fuerte esclerotización corporal con una reducción generalizada de áreas membranosas expuestas, presentan aparato bucal masticador desarrollado, en su mayoría poseen antenas largas con once artejos aunque pueden presentar como mínimo cuatro artejos, su mesotórax es acortado con el mesoscutelo reducido entre las bases las bases elitrales, en cuanto a las alas presentan origen mesotorácico que se transforman en estuches endurecidos denominados élitros.

Constituye el grupo más diverso, comprendiendo el 25 % de todos los animales descritos sobre la Tierra (Zhang, y otros, 2018). Los escarabajos se identifican con seguridad desde el Pérmico (270 millones de años) y en el Triásico superior (240-220 millones de años) en donde se estima que ya se podían reconocer unas veinte familias (Zarazanga, 2015). A nivel histórico también han sido importantes porque incluso formaban parte de la teología de algunos grupos culturales de la antigüedad, tal es el caso de los egipcios, que consideraban a una especie de escarabajo como" sagrado" al que Lineo en 1987 lo denominó *Scarabaeus sacer* L, 1987.Mismo que hoy en día taxonómicamente pertenece a la familia Scarabaeidae (Moron, 2004). En la actualidad los Scarabaeidae presentan una distribución mundial y poseen múltiples funciones ya que tienen roles diferentes en la naturaleza, que van desde depredadores a controladores insectos (plagas), descomponedores de materia orgánica, polinizadores, dispersores de semillas, entre otros (Beutel y Leschen, 2017).

2.2 Familia Scarabaeidae.

Los miembros de esta familia se caracterizan por presentar protórax abultado con coxas largas y tibias usualmente dentadas con una sola espina (usadas para excavar), alas posteriores con reducción de la venación, antenas lameladas, placas coxales anteriores ausentes, segundo esternito abdominal representado por una sola porción lateral con octavo segmento abdominal formando un verdadero pigidio y no cancelado por el séptimo segmento conformado por cuatro tubos de Malpighi (Neita, 2011).

A nivel mundial se estima que existen 6,0000 especies, Ecuador alberga a una gran diversidad registrando 223 especies de 33 géneros (Chamorro et al, 2019). Mientras que, para la Amazonía Ecuatoriana el último reporte considera que existen aproximadamente 18 géneros y 65 especies de las cuales 45 especies son endémicas para la región Amazónica de Ecuador (Chamorro et al, 2019). En definitiva, este grupo de insectos posee amplia distribución, así como una gran diversidad, que hasta la fecha se intenta inventariar a las especies, en casos como la región Amazónica Ecuatoriana es un grupo taxonómicamente poco estudiando, por lo que podrían existir especies nuevas sin documentar (Carpio,2011)

Los Scarabaeidae son propuestos por Halffter y Favila (1993) como organismos bioindicadores empleados para análisis de biodiversidad en bosques tropicales, estos insectos constituyen un taxón bien determinado taxonómicamente, es un grupo factible de monitorear, donde su agrupación cambia a nivel de perturbación de su hábitat, por tanto, han sido considerados como herramientas de medida de los efectos de transformaciones de hábitats. Halffter y Favila (1993) han considerado las siguientes características para ser bioindicadores ambientales Taxón mono filetico, especialización de hábitat, amplia distribución, proporción de servicios ecosistémicos (importantes para el funcionamiento ecológico). y por la asociación directa con grupos como superiores como los mamíferos.

2.3 Ciclo de vida de Scarabaeidae.

Los escarabajos peloteros presenta diferencias sexuales externas muy marcadas, lo que permite distinguir claramente a los machos de las hembras; esto se conoce como dimorfismo sexual. Una característica morfológica muy llamativa, de muchas especies, son los cuernos que presentan los machos (Martínez et al,2015). Tanto machos como hembras se acercan a los excrementos frescos, donde empieza el cortejo, posterior a la selección de pareja se produce la reproducción, teniendo en cuenta que las hembras solamente poseen un solo ovario. Cuando la hembra está lista, pone su huevo en una cámara o nicho construida de

excretas cuya modalidad depende de la estrategia de reubicación de alimento (Gelambi, 2020). Estas construcciones son realizadas por los futuros padres (hembra y macho) que son las encargadas de hacer las masas o bolas de excretas bien elaboradas y que constituyen una cámara de alimentación hasta la última etapa del desarrollo de las larvas dentro de esta estructura (Gelambi, 2020). El desarrollo del nuevo individuo empieza con la etapa preimaginal dividida en cinco periodos: el embrionario, el pos embrionario, el larval, el pupal y el imago fase final, en la cual se termina de formar el adulto (Martínez, et al 2015).

El desarrollo preimaginal de los escarabajos estercoleros se lleva a cabo en la boñiga (nicho de excretas). El periodo de pupa inicia en la larva de tercer estadio, a este cambio se le llama metamorfosis. Durante este periodo se llevan a cabo grandes cambios morfológicos que hacen que la larva y la pupa sean muy diferentes en su forma física. En esta etapa de pupa, el individuo requiere de una alimentación adecuada para que ocurra la remodelación total del cuerpo y el desarrollo de las estructuras complejas que formarán parte del adulto (Gelambi, 2020). El ciclo de vida es dependiente de cada especie algunos como los cavadores presentan un ciclo de vida de sólo 19 días. Las pupas se mueven muy poco y ya no se alimentan al final de este estadio, que puede durar de 6 a 8 días, dependiendo de la especie (Martínez, et al 2015).

El desarrollo imaginal se inicia con la emergencia del adulto juvenil a la superficie. Como ya se ha expuesto, durante su vida adulta los escarabajos presentan los periodos de pre nidificación, nidificación y pos nidificación. El periodo de pre nidificación principia cuando el adulto joven emerge a la superficie, busca alimento y come intensamente hasta convertirse en un adulto maduro sexualmente (Martínez, et al 2015). Hasta esta etapa el Scarabaeidae se beneficia de cuidados parentales en la mayoría de especies. El cual es además realizado generalmente por ambos padres, aunque existen excepciones como el género Onthophagus que restringe el cuidado del padre (Gelambi, 2020).

Y finalmente el periodo de pos nidificación comienza cuando el potencial reproductor de las hembras y los machos se ha agotado, por lo que ya no se reproducen y después viene su muerte. En la mayoría de las especies de escarabajos del estiércol, las hembras y los machos pueden tener como descendencia una sola generación al año, por lo que se les conoce como especies univoltinas, aunque existen otras que tienen dos generaciones anuales, son las especies bivoltinas, y sólo algunas pueden tener más de dos generaciones por año, las

llamadas multivoltinas (Martínez, et al 2015).

2.4 Géneros frecuentes para la Amazonía Ecuatoriana.

2.4.1 Oxyternon Laporte 1840.

Las especies que integran este género son de color verde metálico apagado y presentan manchas lobulares de color negro en el pronoto, además el meta esternón posee proyecciones anteriores que forman una larga y aguda espina terminada anteriormente en medio de las coxas anteriores; margen posterior del pronoto medianamente extendido hacia atrás, formando un ángulo agudo, son muy atraídos por las heces, se encuentran en actividad durante el día y la noche, este género presenta cuatro especies para el Ecuador: *O. conspicillatum* Weber,1802. *O. curvispinum* Olsoufieff,1924. *O. smaragdinum* Olsoufieff,1924 y *O. zikani* Pereira,1943. Comprende un género en categoría traficado (Carvajal, Villamarín, y Ortega, 2011).

2.4.2 Phanaeus McLeay 1819

Los miembros de este género pueden ser reconocidos de acuerdo a los siguientes caracteres: clípeo usualmente con dos dientes obtusos separados por una indentación mediana; cabeza de las hembras posteriormente curvadas, cuerno casi cilíndrico; pronoto con puntuación marginal anterior interrumpida detrás del ojo, pronoto de los machos aplanado, produciendo algunas veces ángulos posteriores; área aplanada del pronoto en forma triangular; ambos sexos frecuentemente con colores brillantes (verdes a púrpuras rojizos), raramente dorso 8 completamente negro. Generalidades: Algunas de las especies han sido colectadas en carroña de lagartija, ratón, rata y tamandúa; también en heces de mono araña, mono aullador y hombre. El grupo de los *Phanaeus* está bien distribuido en las zonas tropicales del Ecuador. Este género agrupa especies muy llamativas y vistosas dentro de las cuales se puede mencionar a *P. bispinus* Bates,1868. *P. haroldi* Kirsch,1971 y *P. lunaris* Taschenberg,1870. Se encuentra en categoría de tráfico: muy traficado (Carvajal, Villamarín, & Ortega, 2011).

2.4.3 Eurysternus Dalman 1824

Este género agrupa a especies pequeñas y medianas, el cuerpo es alongada, clípeo carente de dientes, palpos labiales con dos segmentos, escutelo visible y alongado, disco elitral frecuentemente aplanado y con una cara lateral afilada delimitando la epipleura, élitros con ocho estrías y el mesosterno corto. Coloración poco llamativa que va del café oscuro al color vino. Los individuos de este género desarrollan su mayor actividad durante la

noche. ha sido colectado, sobre carroña de guatusa, puerco espín y rata espinosa, y en las heces de mono aullador, mono araña y tapir. En el Ecuador se han reportado algunas especies de las cuales las más comunes son las siguientes*: E. caribaeus* Herbst,1789. *E. cayannensis* Laporte,1840. *E. claudicans* Kirsch,1844. *E. deplanatus* Germar,1824. *E. foedus* Guér-Menéville,1830. *E. hirtellus* Dalman,1824. *E. plebejus* Harold,1880. Estas especies se consideran poco traficadas debido a que carece de características llamativas que lo hagan víctimas de los compradores (Carvajal, Villamarín, & Ortega, 2011).

Los coleópteros coprófagos o Scarabaeidae presentan diversos hábitos alimenticios, así como estrategias de reubicación de alimento o también conocidos como gremios tróficos. Estas estrategias se han convertido en una herramienta para determinar la contribución de funciones ecológicas y servicios ecosistémicos que prestan estos organismos. Tal es el caso del reciclaje de materia orgánica que permite el enriquecimiento de los suelos de los ecosistemas (Nervo et al, 2017).

2.5 Tipos de dietas alimenticias.

Los escarabajos peloteros han desarrollado varias estrategias de alimentación clasificándose en tres grupos: coprófagos, necrófagos y copro-necrófagos. Las especies coprófagas emplean a las excretas de organismos vertebrados superiores como provisión de alimento constante. Por otro lado, existen especies necrófagas que se alimentan de otros recursos como carroña (consumo de cadáveres), y finalmente otras especies, se han adaptado a una dieta que incluye una combinación de los recursos de heces y carroña y son denominados copronecrófagos (Villamarín,2014; Chamorro et al,2019; Tapia,2015). Tanto las excretas como la carroña son localizadas por los Scarabaeidae empleando diversas señales volátiles de ubicación (Sánchez, Gómez, Delgado, Rodríguez, & Chamé, 2018).

2.6 Estrategias de reubicación de alimentación.

Según Chamorro et al, (2019) en la Amazonia ecuatoriana existen tres gremios tróficos o también conocidos como estrategias de reubicación de alimento, que permiten asegurar y resguardar el alimento de condiciones ambientales desfavorables, entre otros aspectos. Los tres gremios que se han establecido son: paracópridos, telecópridos y endocópridos.

Paracópridos (Pa): Estrategia cavadoras, agrupan a los escarabajos que entierran el alimento, de modo que separan porciones de estiércol y las entierran por debajo de la boñiga (excremento en porciones) o galerías hechas por ellos, donde elaboran sus nidos (Sulca,

2017). Se considera los paracópridos son los más eficientes para enterrar estiércol en el suelo, algunas de las especies de mayor tamaño incorporan hasta 135 gramos por pareja durante la elaboración de un nido (Martínez, Crúz, Huerta, & Montes, 2015).

Telecópridos (Te): Estrategia rodadora, corresponde a escarabajos que segmentan el alimento y lo reubican (Sulca, 2017). Es decir, cortan bolas de estiércol para después empujar con sus patas traseras hasta cierta distancia para enterrarlas (Martínez, Crúz, Huerta, & Montes, 2015).

Endocópridos (E): Estrategia de especies residentes por tanto no relocalizan el alimento, desarrollan galerías dentro del alimento para posterior a ello la hembra proceder a ovopositor, y con ello dar paso al desarrollo de un nuevo organismo (Sulca, 2017).

Se considera que estos organismos son atraídos a los excrementos o cadáveres mediante los detectores de olor de sus antenas. Los escarabajos detectan un montón de heces y descienden en masa. A continuación, cada escarabajo se apresura a arrancar un trocito, rodarlo, enterrarlo y devorar los restos antes de que otros escarabajos se lo roben (Buttiel, 2020).

2.7 Servicios Ecosistémicos.

Los Scarabaeidae favorecen la descomposición y desintegración de la boñiga o también llamado excremento, ya sea directamente a través de su consumo o bien, indirectamente, influyen en sus propiedades físicas y químicas. El rotura y ventilación de las excretas activa la desintegración realizada por el componente microbiano del suelo (Nichols, y otros, 2008). Al descomponer el excremento, este contribuye liberar agregados al suelo como P, K, NH_3, N y C. Dichos compuestos enriquecerán al suelo, y contribuirán al mantenimiento de estructura, composición y la capacidad de retención lo que lo hace del suelo, más fértil (Nichols, y otros, 2008). La presencia de los escarabajos peloteros frena que especies como moscas coloquen sus huevos a las excretas de modo que se restringe la presencia de moscas evitando que afecten seriamente a animales cercanos (Halffter y Matthews, 1966).

Los escarabajos peloteros además permiten la dispersión de especies vegetales, al sepultar estiércol, se regeneran especies de ecosistemas lejanos como bosques primarios a bosques alterados, de este modo permiten que avance la regeneración de ecosistemas fragmentados con vegetación autóctonas de bosques no perturbados (Nichols, y otros, 2008). Aunque

presentan grandes ventajas para el ecosistema, estos organismos se han visto afectados por la interacción del hombre con los hábitats naturales, llegándose a encontrar alrededor de 780 especies en la lista roja de la UICN (Cotroneo, 2020).

f) Capítulo 3. Metodología de la investigación.

3.1 Localización.

El presente trabajo se realizó en la provincia de Zamora Chinchipe, cantón El Pangui, parroquia Tundayme, sector Manchinaza Alto. El cantón el Pangui (Figura 1), se caracteriza por su bosque húmedo tropical lluvioso, y presenta gran diversidad biológica, de tal modo que ha sido considerado como "hogar de millones de especies de flora y fauna" (Ordóñez, Valarezo, & Ordóñez, 2020). Manchinaza Alto es un área que forma parte de la cordillera del Cóndor-Kutucú (Ministerio del Ambiente de Ecuador, 2013). Manchinaza Alto se caracteriza por un clima cambiante pasando de períodos lluviosos a soleados en un mismo día, con temperaturas que oscilan entre 18ºC a 24ºC (GAD Parroquial Tundayme, 2014).



Figura 1. Mapa de la ubicación del área de estudio en Manchinaza Alto, El Pangui, Zamora Chinchipe (Fuente Google earth: 15 de julio 2021).

Esta investigación se llevó a cabo en una finca cuya extensión total es de 30 hectáreas (ha), geográficamente se ubica a 3º60’40’’S y 78º30’52,02’’W con una altitud de 838 msnm para la parte baja, oscilando entre los 1,000 y 1,300 msnm en la parte alta. Esta finca se caracteriza por ser una unidad productiva que está compuesta por diez hectáreas destinadas a pastizales, ocho hectáreas están dedicados a cultivos de ciclo largo como: cacao, café, banano y cultivos de ciclo corto como papaya, maíz, yuca entre otros (observación personal). También presenta 12 hectáreas dedicadas a la conservación, mismas que se ubican en la zona alta de la finca, de estas dos hectáreas comprende el bosque secundario (antiguamente pastizal) y diez hectáreas corresponden al bosque primario (observación personal).

Para este estudio se establecieron dos sitios de investigación: que comprendieron: el bosque primario y el bosque secundario (Figura 2).



Figura 2). Ubicación de parcelas de bosque primario y bosque secundario, ubicadas en Manchinaza alto, El Pangui (Fuente Google earth: 19 mayo 2021).

3.1.1 Bosque Secundario (BS).

Correspondió a un sector anteriormente empleado a cultivos de pasto para ganado, actividad que se llevó a cabo alrededor de treinta años. En los últimos ocho años aproximadamente, este bosque se encuentra en proceso de regeneración natural. La parcela se ubica geográficamente a 3º61'33" S, 78º51'33,7"O, 902 msnm (S.F.Aplplicality Ltd,2019). Posee una extensión de dos hectáreas, con un relieve con marcadas irregularidades.

El suelo es de coloración amarilla, con presencia de materia orgánica. En cuanto a su composición florística está dominado por las familias Melastomatáceae y Arecaceae, entre estas últimas destaca *Iriartea deltoidea.* La vegetación corresponde al ecosistema denominado Bosque siempreverde piemontano de las Cordilleras del Cóndor-Kutukú (Ministerio del Ambiente de Ecuador, 2013).

Para este estudio se establecieron dos sitios de investigación: que comprendieron: el bosque primario y el bosque secundario (Figura 3)



Figura 3. Parcela de Bosque secundario ubicado en Manchinaza alto, El Pangui.

3.1.2 Bosque Primario (B P).

El área está ubicado en las coordenadas 3º60'72"S, 78º 51´07"O, a 1098 msnm (S.F.Aplplicality Ltd,2019). Posee una topografía plana, coloración de suelo grisácea con

presencia de materia orgánica y comprende una extensión de diez hectáreas. La vegetación incluye algunas familias representativas como: Urticaceae, Vochysiaceae, Moraceae, Burseraceae y Fabaceae incluyendo algunos árboles maderables que poseen diámetros mayores de cuatro metros. El bosque posee árboles de dosel alto, y la parte baja se puede encontrar un sotobosque moderadamente denso (Figura 4).



Figura 4. Parcela de Bosque primario ubicado en Manchinaza alto, El Pangui.

3.2 Tipo o Diseño de Investigac ón.

Este trabajo tuvo un diseño descriptivo cuantitativo. “En este tipo de investigación se realiza un análisis y estudio de la realidad objetiva, mediante el establecimiento de mediciones y valoraciones numéricas que permiten recabar datos fiables, con el propósito de buscar explicaciones contrastadas al campo de la estadística (…)” (Escudero y Cortez, 2018).

3.3 Métodos de Investigación.

3.3.1 Diseño de muestreo.

Para ejecutar el muestreo se establecieron dos parcelas de muestreo, una en el bosque primario y otra en bosque secundario que fueron separadas por 1,000 metros a fin de evitar el solapamiento de organismos como sugerido por Montes, Ortega, & Espinoza (2019) (Figura 5).

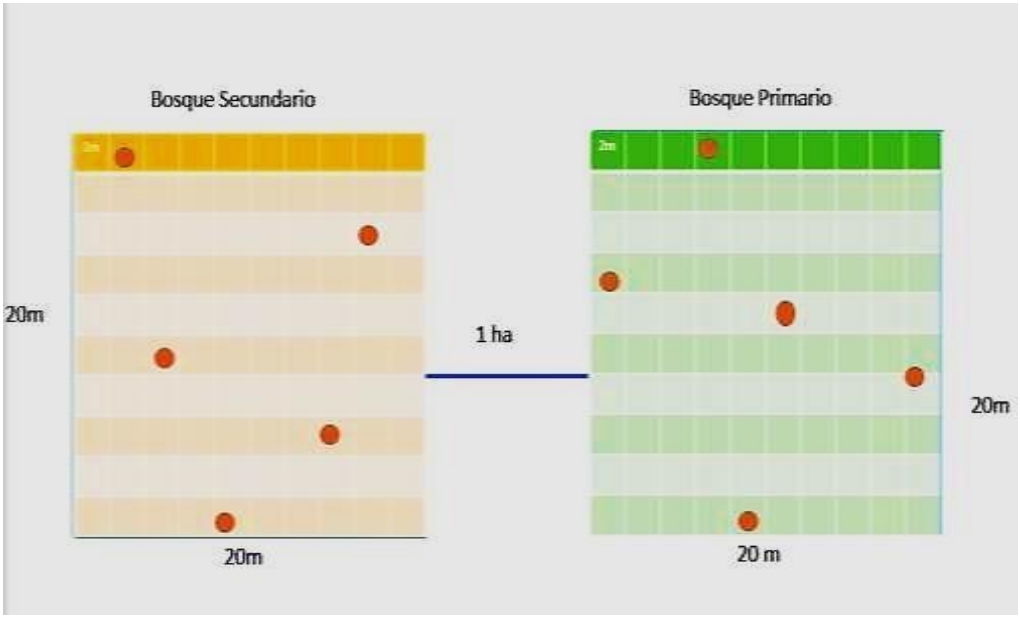


Figura 5. Esquema de diseño de muestreo; constituido por dos grandes parcelas experimentales de 20 X 20 metros, subdivididas en parcelas de 2 por 2 metros, los puntos anaranjados indican la posición aleatoria de las trampas de caída.

La duración de la etapa de muestreo comprendió tres meses entre enero, marzo y abril del año 2021. El muestreo se efectuó una vez por semana en el que se colocaron un total de cinco trampas de caída de forma aleatoria en cada semana de muestreo, las cuales fueron expuestas y revisadas cada 24 horas (Sánchez et al, 2018).

3.3.2 Trampas de caída o "pitfall"

Estas trampas consisten en un vaso plástico (250 ml) enterrado al ras del suelo con una abertura en la parte superior (hacia afuera). Posteriormente se coloca 100 ml de agua jabonosa, y se ceba con estiércol fresco de cerdo de la siguiente manera; para ello necesitamos una cuchara plástica previamente doblada en la base de su concavidad para fijarla en la tierra por su manezuela, permaneciendo estiércol cercano a la entrada de nuestro vaso (Vélez Moyano, 2016) (Figura 6).



Figura 6. Trampa de caída.

De manera aleatoria, en cada semana, se seleccionaron e instalaron cinco trampas de caída en cada parcela de investigación, dejándolas expuestas por 24 horas. Posterior a ello se recolectó los especímenes y después se procedió a etiquetar e identificar con las claves propuestas por Chamorro et al. (2018); Espinoza y Noriega (2018); (Villamarín, 2014); (Sulca, 2017). Luego los especímenes fueron preservados en el alcohol al 70% en envases de vidrio (...) tal y como lo sugiere (Chamorro et al,2019). Una vez finalizado esta investigación estos especímenes serán depositados en el laboratorio de entomología natural y aplicada de la Universidad Estatal Amazónica.

3.3.3 Diseño estadístico.

En este trabajo, las variables independientes de estudio fueron los bosques primario y secundario, mientras que las variables dependientes consistieron en especies, abundancia. riqueza, estrategia de reubicación y dieta de alimentación

Para conocer qué tan completo fue el muestreo en cada tratamiento, bosque primario y bosque secundario se utilizaron curvas de acumulación de especies. Se obtuvo estadísticos descriptivos de las parcelas bosque primario y bosque secundario obteniendo valores promedio en función de especies, e individuos por trampa con un nivel de confiabilidad del 95%. Posteriormente se realizó una prueba T de Student, a fin de determinar las diferencias en la riqueza y abundancia (probabilidad < 0,5). entre las dos parcelas.

Se aplicó los índices de Shannon-Wiener y Simpson a fin de evitar subestimación de diversidad en las muestras en cada tipo de vegetación (bosque primario y secundario).

La fórmula del índice de Shannon-Wiener fue

$$H' = -\sum_{i=1}^{s} (pi\ x \log 2\ Pi)$$

Dónde:

H’ = índice de Shannon-Wiener S=número total de

especies S=número total de especies

Pi=abundancias proporcionales

Los valores referenciales para este índice corresponden a valores menores a 2 diversidad baja y mayores a 3 diversidad alta (Moreno et al,2011).

Fórmula del índice de Simpson

$$\lambda = \sum pi^2$$

Donde. pi = abundancia proporcional en este índice cuantifica la biodiversidad de un hábitat, toma en cuenta la cantidad de especies presentes en el hábitat, y la abundancia de cada especie, los valores referenciales son: valores mayores a 1 diversidad alta valores menores a 1 diversidad baja (Moreno,2001).

También se realizaron tres análisis de correspondencia (CA) para determinar la dependencia en cuanto a abundancia, dieta, y estrategia de reubicación de alimento de las especies de 17 Scarabaeidae en los dos tipos de vegetación (bosque primario y secundario). Para los análisis estadísticos se usaron los programas Past (Oyvind, H. 2018) y SPSS (IBM. 1969).

g) Capítulo 4: Análisis de resultados.

4.1 Resultados

4.1.1 Composición *de especies de Scarabaeidae*

Durante los tres meses de muestreo se recolectaron 487 individuos, clasificados en 20 especies. El bosque primario presentó tres especies pertenecientes al género: *Phanaeus* MacLeay,

1819, una especie del género *Gromphas* Brullé, 1834, *Oxysternon* Laporte, 1840 presentó una especie, para *Eurysternus* Dalman, 1824 se encontró una especie, tres especies correspondieron al género *Dichotomius* Hope, 1838 *y* para el género *Canthidium* Erichson, 1847 se encontró una especie. En el bosque secundario se encontró los siguientes géneros: *Eurysternus* Dalman, 1824 con dos especies, *Deltochilum* Eschscholtz,1822 dos especies, una especie para *Coprophanaeus* Olsoufieff, 1924, una especie de *Canthon* Hoffmannseg, 1817, tres especies del género *Canthidium* Erichson, 1847, una especie del género *Oxysternon* Laporte, 1840, tres especies para el género *Phanaeus* MacLeay, 1819 *y* una especie del género *Dichotomius.* Las especies recolectadas se ilustran en las figuras 7y 8.

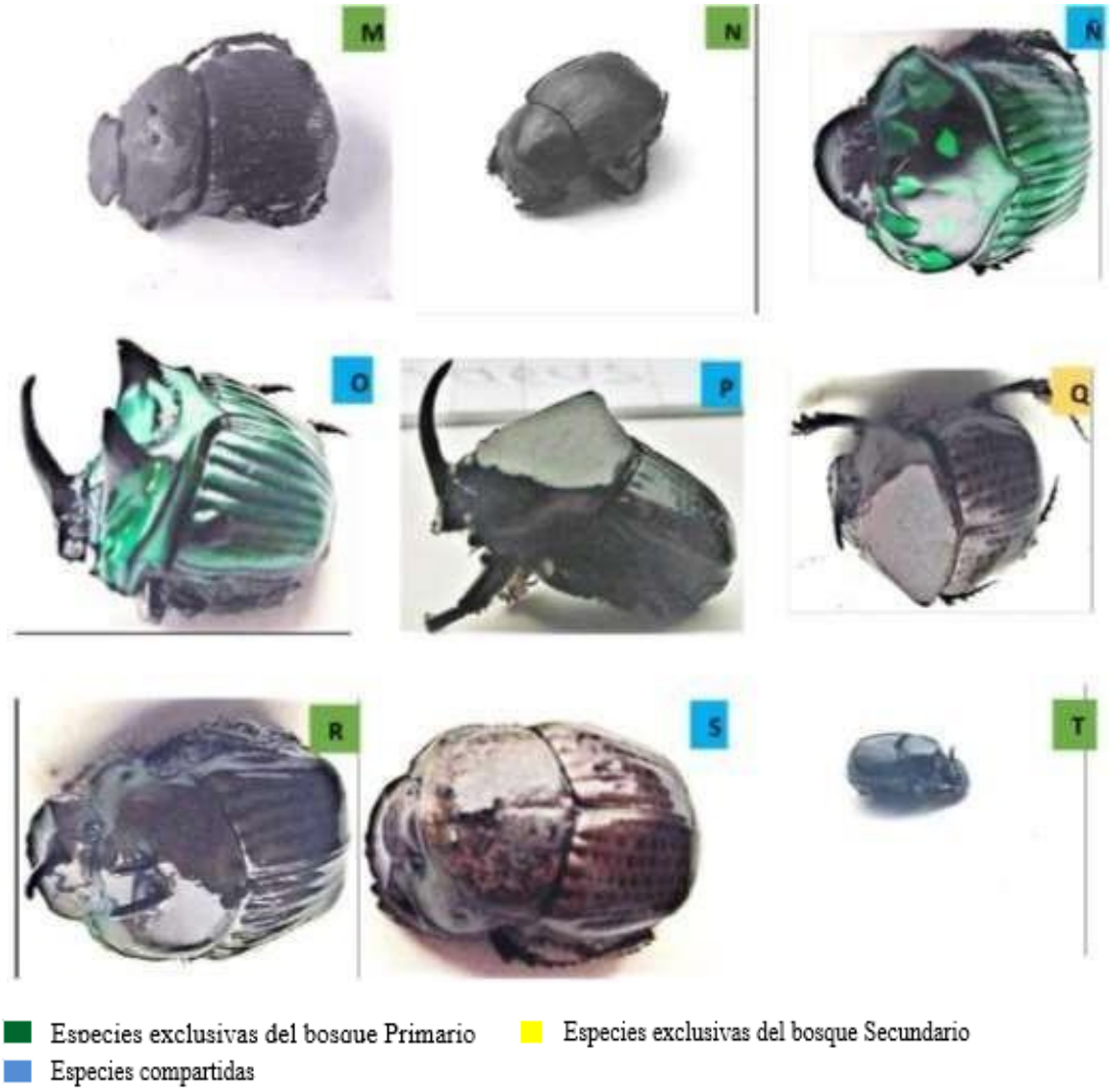


Fotografías: Thalía Eras S.

Figura 7. Especies registradas de escarabajos peloteros (Coleoptera: Scarabeidae) en el Bosque Primario y Secundario, de Manchinaza Alto, Zamora Chinchipe, Ecuador. El color del cuadrado con las letras indica: verde: especies exclusivas de bosque primario; amarillo: especies exclusivas de bosque secundario; azul: especies halladas en ambos tipos de bosque.

Las especies ilustradas corresponden de arriba hacia abajo:

A) *Canthidium aff. gerstackeri* Harold, 1867. *B) Canthidium aff. Cupreum* Blanchard, 1846. *C) Canthidium aff bicolor* Boucomont, 1928. *D) Canthon aequinoctialis* Blanchard 1846. E) *Coprophanaeus callegarii* Arnaud, 2002. *F) Deltochilum boreus* Olivier, 1789, *G) Deltochilum orbiculare* Lansberge, 1874.H) *Dichotomius comprescollis* Hope 1938. *I) Dichotomius podalirius* Felsche, 1901. *J) Dichotomius aff. Problematicus* Hope 1938. *K) Eurysternus foedus* Guérin-Méneville, 1844. *L) Eurysternus plebejus* Harold, 1880.



Fotografías: Thalía Eras S.

Figura 8. Especies de escarabajos peloteros (Coleoptera: Scarabeidae) registradas en el bosque primario y secundario de Manchinaza Alto, Zamora Chinchipe, Ecuador. El color del cuadrado con las letras indica: verde: especies exclusivas de bosque primario; amarillo: especies exclusivas de bosque secundario; azul: especies halladas en ambos tipos de bosque. Las especies ilustradas corresponden de arriba hacia abajo:

M) *Eurysternus sp* Pereira 1960. N) *Gromphas amazónica* Bates, 1870. Ñ) *Oxysternon conspicillatum*(hembra) Weber, 1801. O) *Oxysternon conspicillatum*(macho) Weber, 1801. P) *Phanaeus cambeforti* Arnaud, 1982. Q) *Phanaeus chalcomelas* Perty, 1830. R) *Phanaeus bispinus* Bates, 1868. S) *Phanaeus sororibispinus* Edmonds & Zidek, 2012. T*) SN. (Especie no identificada)*

4.1.2 Riqueza y abundancia de especies

La riqueza de especies fue de 11 especies en el bosque primario y de 14 especies en el bosque secundario La lista de especies halladas en cada tipo de bosque es presentada en la Tabla 1.

Tabla 1: Riqueza de especies de escarabajos coprófagos para las dos parcelas.

Especies	Bp (Individuos)	Bs (Individuos)
Canthidium aff. gerstackeri Harold, 1867	27	7
Canthidium aff. cupreum Blanchard, 1846	0	3
Canthidium aff bicolor Boucomont, 1928	0	4
Canthon aequinoctialis Blanchard,1846	0	2
Coprophanaeus callegarii Arnaud, 2002	0	1
Deltochilum boreus Olivier, 1789	0	31
Deltochilum orbiculare Lansberge, 1874	0	1
Dichotomius compressicollis Hope, 1938	16	0
Dichotomius podalirius Felsche, 1901	15	0
Dichotomius aff. problematicus Hope,1938	28	65
Eurysternus foedus Guérin-Méneville, 1844	0	11
Eurysternus plebejus Harold, 1880	0	1
Eurysternus sp Pereira,1960	14	0
Gromphas amazónica Bates, 1870	2	0
Oxysternon conspicillatum Weber, 1801.	9	16
Phanaeus cambeforti Arnaud, 1982	24	33
Phanaeus chalcomelas Perty, 1830	0	22
Phanaeus bispinus Bates, 1868	1	0
Phanaeus sororibispinus Edmonds & Zidek, 2012	47	106
*SN (*especie no identificada*)*	1	0
TOTAL	182	304

Se aplicó la prueba de T de Student para riqueza de especies que indicó diferencias significativas entre los bosques primario y secundario (t = -3.82, gl = 8, p = 0.005). En cuanto a la prueba de T de Student para abundancia, se estableció que las parcelas de bosque primario y bosque secundario presentaron diferencias significativas (t= -2,07, gl = 101, p = 0,04), es decir que las parcelas difirieron en la abundancia de escarabajos en los tres meses que duró el muestreo. En las figuras 9 y 10 se representa la abundancia para el bosque primario y secundario.

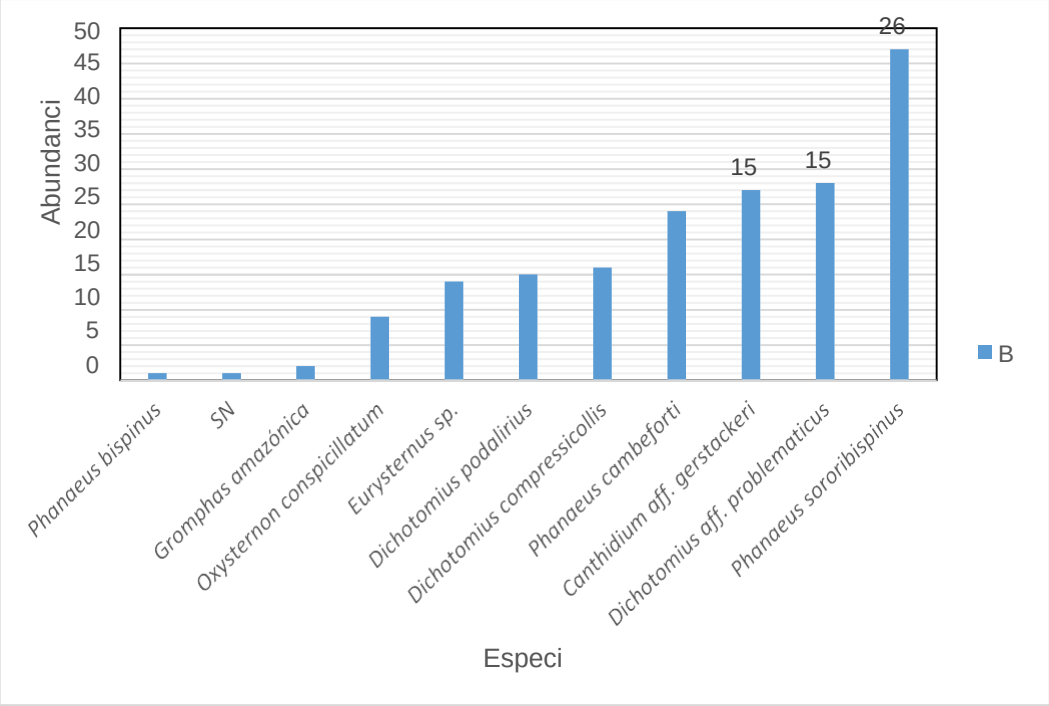


Figura 9. Representación de abundancia para el bosque primario.

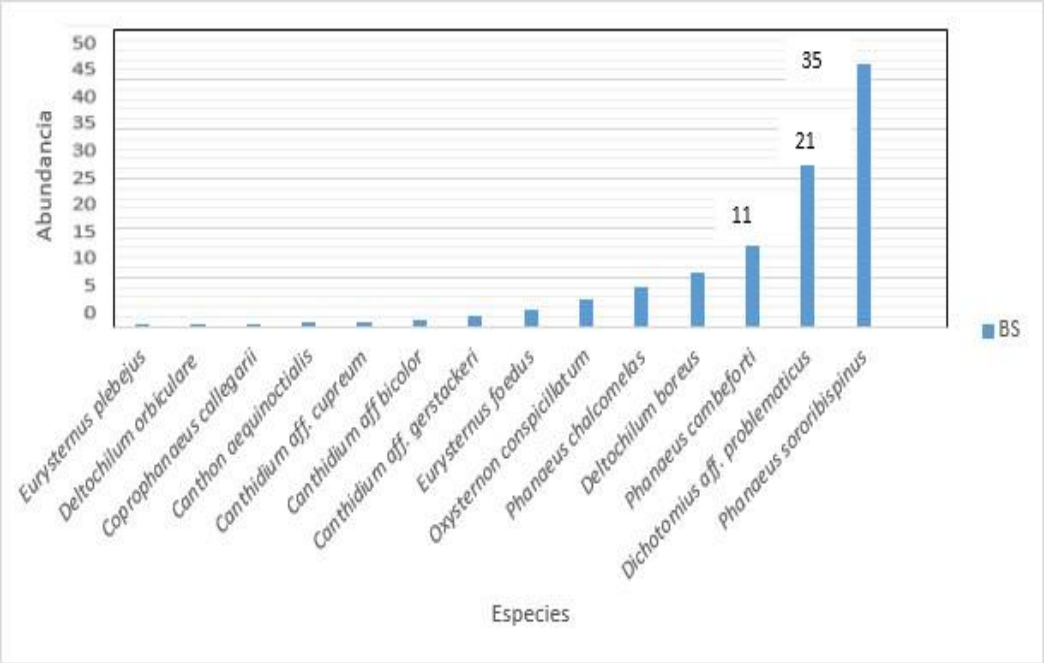


Figura 10: Representación de abundancia para el bosque secundario.

4.1.3 Curva de acumulación de especies.

Se analizó una curva de acumulación de especies para establecer si el esfuerzo de muestreo empleado fue correcto (Figura 11)

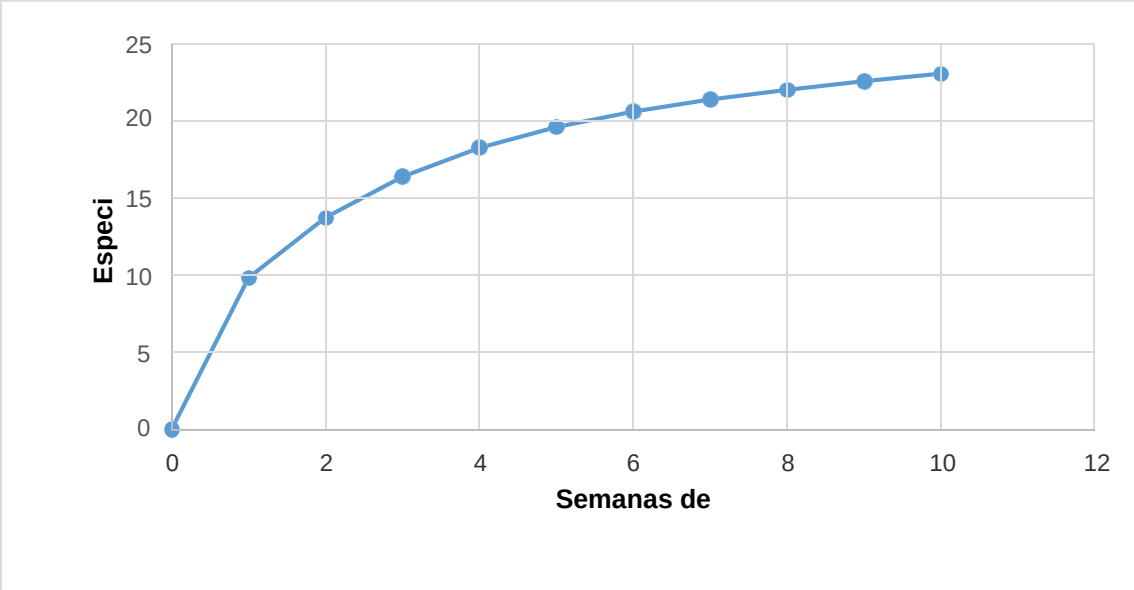


Figura 11: Curva de acumulación de especies durante las doce semanas (tres meses) para las dos parcelas experimentales.

4.1.4 Análisis de capturas por trampa

Los análisis para las trampas de cada parcela indicaron, para el bosque primario valores promedio de ocho especies y 36 individuos en las trampas (n=5)**.** En el bosque secundario se capturó un promedio de 11 especies y 60 individuos en las trampas (n =5).

4.1.5 Análisis de diversidad de especies

Se estimó la diversidad a través del índice de Shannon-Wiener, para el bosque secundario es de1.9 lo que corresponde a una diversidad baja (< 2 diversidad baja) y el índice de Simpson correspondió a 0.8 lo que indica una diversidad moderada (considerando > 1 diversidad alta). El bosque primario presentó 1.8 en el índice de Shannon-Wiener correspondiente a diversidad baja en cuanto Simpson representó 0.7 indicando una diversidad baja (Tabla 2).

Tabla 2. Cálculo del índice de Shannon-Wiener/ Simpson.

Hábitat	Índice de Shannon-Wiener	Índice Simpson
Bosque Primario	1.8	0.7
Bosque Secundario	1.8	0.8

4.1.6 Análisis de correspondencia (CA)

Se evaluó mediante análisis de correspondencia la dependencia de las especies de escarabajos con los dos tipos de hábitats, también se determinó la dependencia entre las categorías de dieta de los escarabajos en relación a los hábitats y finalmente se incluye los tipos de estrategia de reubicación de alimento asociados a los dos hábitats bosque primario y secundario. El análisis de correspondencia (CA) (G = 240.7 gl = 24, p = 0.00) indicó que hubo una mayor abundancia de ciertas especies en cada uno de los hábitats. Por ejemplo, ciertas especies como *Dichotomius compressicollis* Hope 1938, *Dichotomius podalirius* Felsche, 1901, *Eurysternus sp* Pereira 1960. *y Phanaeus sororibispinus* Edmonds & Zidek, 2012 fueron encontradas solamente en las trampas colocadas en el bosque primario. Lo mismo sucedió con *Deltochilum boreus* Olivier, 1789 *y Phanaeus chalcomelas* Perty, 1830 en el bosque secundario, donde fueron más abundantes. Esta relación puede observarse en la distribución de las especies en el primer eje del gráfico bidimensional (biplot), mientras en el segundo eje se aprecia también una diferencia

en la distribución de las especies, con la mayoría de ellas halladas cerca del borde, por lo cual tuvieron puntuaciones negativas en el segundo eje. La excepción fueron *Gromphas amazónica* Bates, 1870 y una especie no determinada (SN) que obtuvieron puntuaciones positivas. utilizaron menos ambientes por tal razón no se distribuyen a tal manera que el bosque primario, aunque también existen especies que se han adaptado a vivir en los dos hábitats (Figura 12).

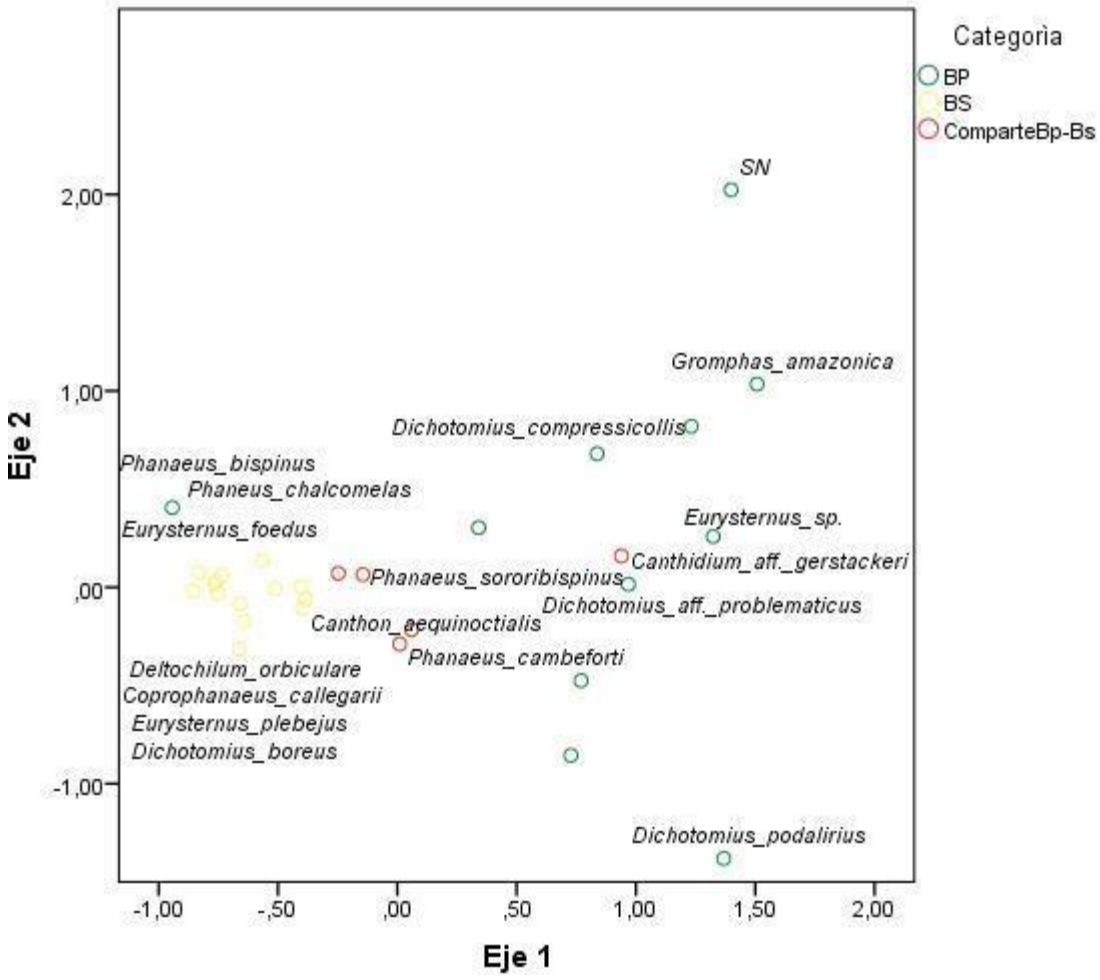


Figura 12. Correspondencia de especies de escarabajos peloteros y estaciones de muestreo en los dos tipos de hábitat bosque primario (círculos verdes) y bosque secundario (círculos azules).

El análisis de correspondencia para los tipos de dieta de los escarabajos peloteros en los dos tipos de bosque indicaron que no hubo asociación entre ambas variables ($G = 8.83$, $gl = 2$, $p \leq 0.01$) Es decir, que en ninguno de los hábitats hubo una mayor cantidad de especies con dietas específicas, sino que en ambos predominaron las especies coprófagas (Figura 13).

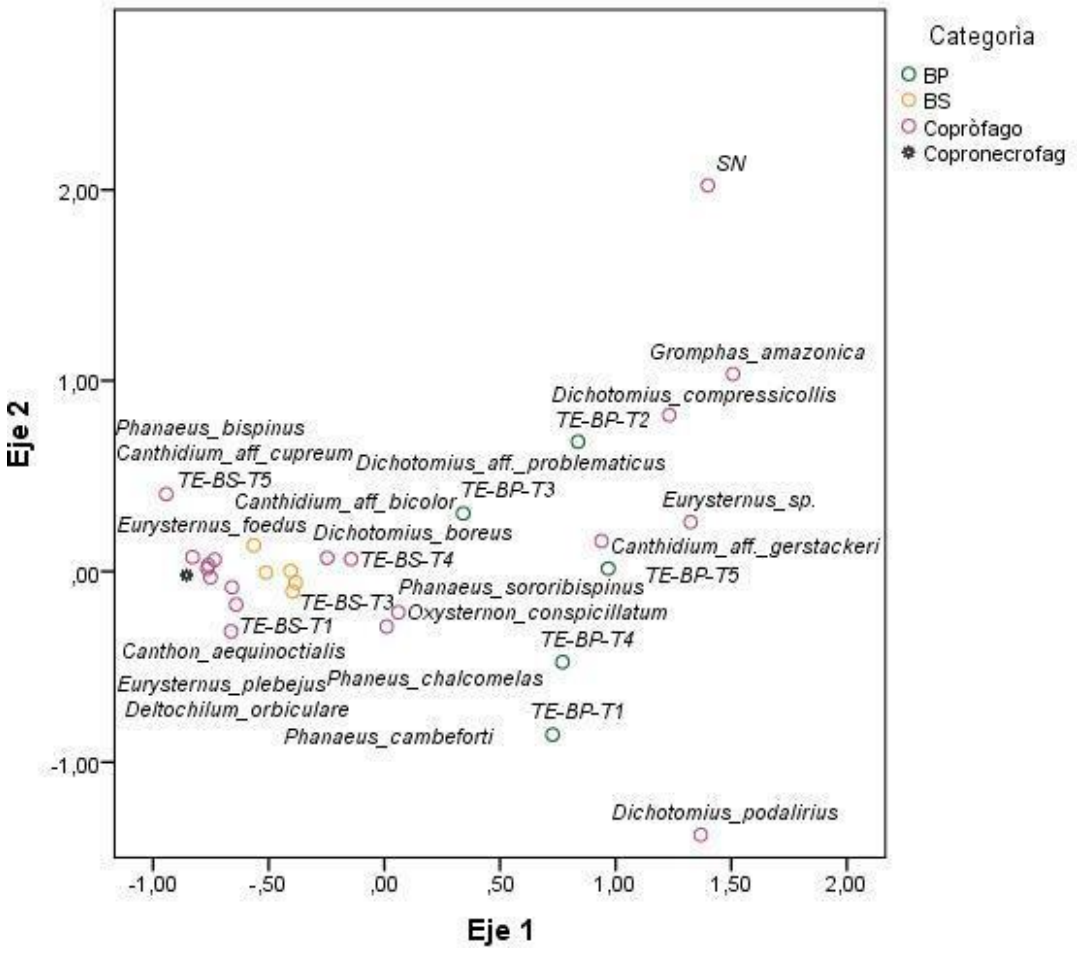


Figura 13: Presenta los tipos de dieta de Scarabaeidae asociados al tipo de hábitat.

El tercer análisis de correspondencia realizado entre las estrategias de alimentación y los tipos de bosque tampoco encontró dependencia (G = 4.286, gl =2, p = 0.117). Por tanto, en ambos tipos de bosque hubo semejanzas en la proporción de especies de escarabajos que utilizan distintas estrategias de reubicación de alimento (Figura 14).

.

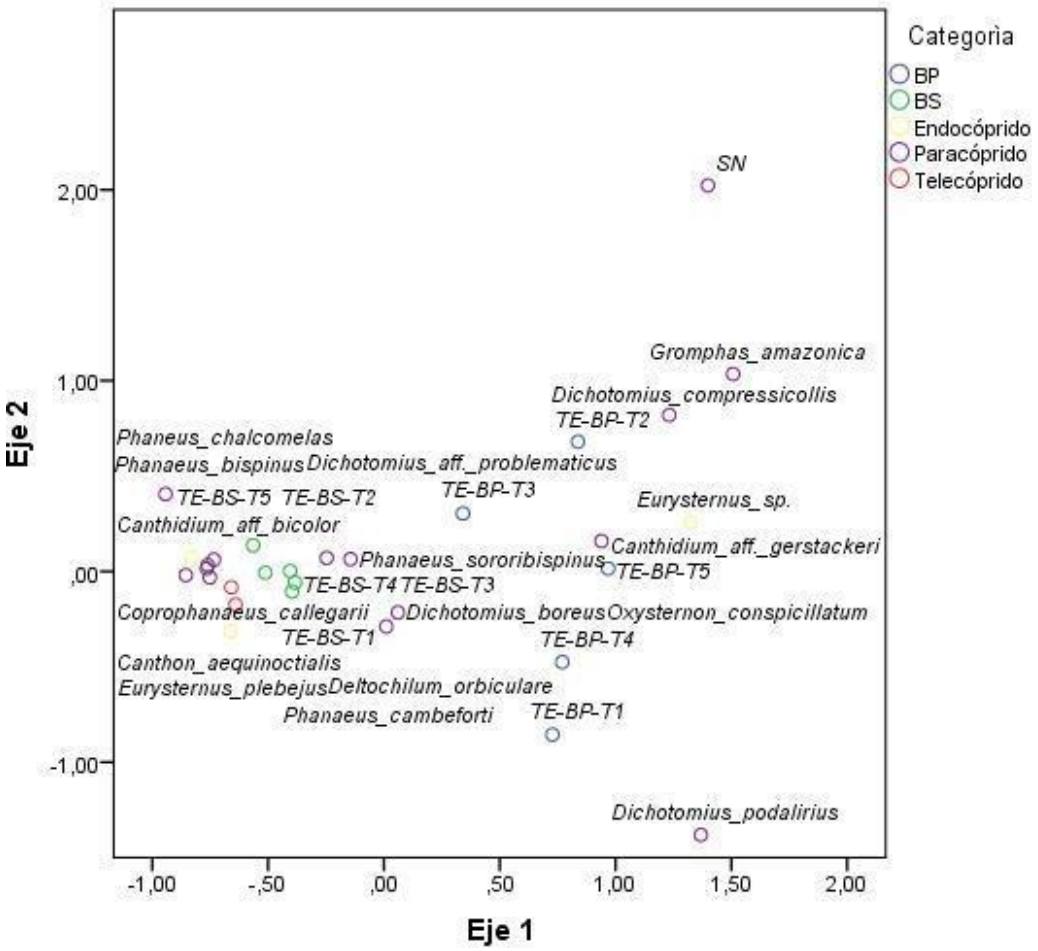


Figura 14. Análisis de estrategia de reubicación de alimento por hábitats de estudio.

4.2 Discusión.

4.2.1 Composición de especies de Scarabaeidae

El número total de individuos para el estudio fue de 486, clasificados en 20 especies de los cuales, cinco especies presentaron una distribución generalista y fueron halladas en los dos tipos de bosque estudiados: *Phanaeus sororibispinus* Edmonds & Zidek, 2012, *Dichotomius aff. problematicus* Hope 1938, *Phanaeus cambeforti* Arnaud, 1982, *Canthidium aff. gerstackeri* Harold, 1867 y *Oxysternon conspicillatum* Weber, 1801. Seis especies resultaron ser exclusivas del Bosque Primario: *Dichotomius compressicollis* Hope,1938, *Eurysternus sp* Pereira, 1960, *Gromphas amazónica* Bates, 1870, *Dichotomius podalirius* Felsche, 1901, *Phanaeus bispinus* Bates, 1868. También ocho especies fueron exclusivas del Bosque secundario: *Eurysternus plebejus* Harold, 1880, *Deltochilum orbiculare* Lansberge, 1874, *Eurysternus foedus* Guérin Méneville, 1844, *Canthidium aff bicolor* Boucomont, 1928,

Canthidium aff. Cupreum Blanchard, 1846, *Canthon aequinoctialis* Blanchard, 1846 *y Coprophanaeus callegarii* Arnaud, 2002.

De tal forma que se encontró 20 especies en la zona de estudio. Esto quiere decir que el área de estudio presenta una alta riqueza de especies de especies, ya que al comparar con una zona de investigación en el Parque Nacional Podocarpus a una elevación de 950 msnm (bosque primario) y 700-1.400 msnm (Bosque secundario) donde durante seis meses de muestreo encontraron 25 especies en Bosque intervenido y Bosque no intervenido en el Parque Nacional Podocarpus, (Cartuche, 2016). Con un muestreo de solo tres meses en Manchinaza Alto que representó un 77
% de la riqueza de especies. No obstante, lo hallado en Manchinaza Alto correspondió solamente al 31 % de la riqueza de escarabajos peloteros registrados en el bosque protector de Oglán (Chamorro et al. 2019). Un estudio preliminar en esta localidad obtuvo, sin embargo, un número similar al encontrado en Manchinaza Alto, ya que Carvajal y Villamarín (2007) registraron un total de 34 especies. Los valores encontrados en Manchinaza Alto son también similares a lo hallado por Forsyth y Spector (1997) en el Cerro Manchinaza donde se reportó también una baja diversidad de escarabajos peloteros con solo 18 especies registradas, con predominio de especies generalistas.

Massutti (2015) asegura que los bosques tropicales sin intervención antrópica poseen una diversidad mayor de Scarabaeidae y una composición de especies distinta, debido a las condiciones que este les provee, siendo este un resultado esperado. Nuestro estudio, sin embargo, presentó resultados opuestos a lo esperado, lo que conlleva a determinar que los bosques secundarios albergaron mayor diversidad, este resultado podría estar relacionado a la disponibilidad constante de alimento que el bosque secundario representa, a diferencia del bosque primario en donde la ausencia de grandes mamíferos y sus excretas podrían estar afectando a la abundancia de escarabajos peloteros. En el bosque secundario, sobreviven las especies generalistas que pueden utilizar excrementos de animales domésticos y el hombre por tal razón existió mayor abundancia en el bosque secundario.

Por otro lado, Noriega, Realpe, & Fagua (2007) aseguran que la diversidad media o alta en bosques secundarios o alterados, se debe a que esta zona estaría funcionando como un estadio transicional, en donde especies de las secciones colindantes estarían coexistiendo, lo cual incrementa la riqueza y abundancia.

Esto último coincide con la teoría del disturbio intermedio y específicamente con lo propuesto por Sousa, (1984). En donde las áreas con perturbaciones intermedias (en este caso el bosque secundario) presentan mayor composición de organismos.

4.2.2 T de Student para riqueza y abundancia de especies

La prueba de t de Student estableció diferencias significativas en riqueza de especies (S) y diversidad de especies (valores de Shannon) de ambos tipos de bosque demostrando que, cada tipo presentó características que contribuyeron al establecimiento de especies exclusivas, aunque existió un grado de solapamiento entre especies, es decir especies que compartieron los dos bosques.

Sin embargo, se estimó que la abundancia en el bosque primario estuvo representada por las especies; *Phanaeus sororibispinus* Edmonds & Zidek, 2012 representando el 26%, *Dichotomius aff. problematicus* Hope 1938 que representó el 15% al igual que la especie *Canthidium aff. gerstackeri* Harold, 1867 que contribuyó al 15%, componiendo un 56% del total de abundancia para esta parcela. En el bosque secundario, las especies más abundantes correspondieron a: *Phanaeus sororibispinus* Edmonds & Zidek, 2012 que representa al 35% y la especie *Dichotomius aff. problematicus* Hope 1938 representando el 21% contribuyendo con un 56% al total general de la abundancia para el bosque secundario. Es decir, la riqueza de especies para las áreas de estudio difirió significativamente entre los tipos de bosque. Esto pudiera estar relacionado a la estructura de composición de los bosques. Según Carvajal, Villamarín y Ortega (2011) la aparición de especies se relaciona con la existencia de múltiples factores geográficos y ambientales que contribuyen a la existencia de hábitats y micro hábitats, aunque al desaparecer estas condiciones suponen la pérdida de especies

4.2.3 Construcción de la curva de acumulación de especies

A través de esta representación gráfica de curvas de especies se comprobó que el esfuerzo de muestreo fue suficiente, se estableció que conforme aumenta el esfuerzo de muestreo el número de especies aumentan y después se estabilizan obteniendo una asíntota en la curva. Lo que podría estar relacionado con la complejidad estructural de los hábitats (Neyita,2006), y sugiere que la riqueza de escarabajos peloteros es baja como sugieren Forsyth y Spector (1997), aunque podría aumentar si se utilizaran otros métodos de recolección para atrapar especies de epífitas, que no son atraídas a trampas de caída.

4.2.4 Análisis de estadísticos paramétricos.

En este análisis se estableció diferencias significativas, para los dos hábitats, lo que indicó diferencia de especies en ambos sitios, por tanto, el número de especies capturadas al igual que en el número de individuos, es decir que el estudio se enmarcó en dos áreas heterogéneas que condujeron a divergir en número y composición de especies. Es importante acotar en cuanto a algunas especies compartidas que estas, podrían estar funcionando como especies transitorias según lo afirma Chamorro et al. (2019). Estas especies se han adaptado a vivir en ecosistemas cambiantes, y son muy tolerantes a los cambios, mostrando una facilidad adaptativa, lo cual podría ser el caso de las especies de escarabajos que se encontraron en los dos tipos de bosque.

4.2.5 Análisis de diversidad de especies a través del índice de Shannon-Wiener y Simpson.

A través de estos índices se comprobó una diversidad media de escarabajos coprófagos para el bosque secundario, el cual mostró que es un ecosistema en regeneración y favorable para estos organismos proveedores de servicios ecosistémicos. Estas especies resultarán ser fundamentales en la regeneración de la vegetación del área ya que a través de su dieta y estrategia alimenticia contribuyen a movilizar, germinar y regenerar vegetación autóctona de los ecosistemas no alterados cercanos (Nichols, et al 2008). Por otro lado, se desestimó la hipótesis de que el bosque primario mantenía diversidad alta, estimándose que el bosque secundario se presentó como un sitio intermedio y que albergo un mayor número de especies de escarabajos peloteros en Manchinaza Alto.

4.2.6 Evaluación de relación de dependencia o interdependencia, de especies, hábitat y estrategia alimenticia asociadas a los dos estratos (bosques primario y secundario) a través del análisis de correspondencia (CA).

La dieta por hábitat constituye una diferencia marcada en los dos hábitats, existiendo diferencias significativas en los tres hábitos coprófagos, necrófagos y copronecrófagos. Se determinó que el bosque secundario mantuvo una significativa relación de especies con dieta coprófagas misma que se asocia a la disponibilidad de excretas probablemente de animales domésticos y personas.

En esta investigación se encontró que en los bosques primario y secundario predomina la

dieta coprófaga en las especies de escarabajos peloteros, ya que fue el tipo de alimento que predominó y está disponible para los dos bosques. Este postulado concuerda con otros estudios de Scarabaeidae quienes reportaron que los escarabajos se asociaban a dietas coprófagas en los bosques debido a la alta disponibilidad de este recurso (Báez, Sánchez, y Vázquez, 2012).

h) Conclusiones y recomendaciones.

Conclusiones.

Scarabaeidae compone una familia con diversidad y abundancia de organismos bien definidos para cada bosque, indicando que tanto el bosque primario y secundario en Manchinaza Alto acogen a especies de escarabajos que dependen de ciertas características de vegetación, representando exclusividad, aunque también se encontraron especies generalistas que prefieren vivir en ambos tipos de bosque.

El índice de Shannon indicó una diversidad media en el Bosque secundario, esto se debe a que esta área estaría actuando como un área transicional.

El bosque primario por el contrario presentó una diversidad baja, aunque posee especies exclusivas, no hay que dejar de lado que, esta, es un área en donde el potencial alimenticio es cambiante, debido al autoregulamiento natural de especies productoras de excretas de vertebrados, mismos que tienden a disminuir en función de la capacidad de carga.

La especie compartida y representativa para las dos parcelas es *Phanaeus sororibispinus* Edmonds & Zidek, 2012, mientras que las especies exclusiva para BP es *Dichotomius podalirius* Felsche, 1901 seguido de *Eurysternus sp* Pereira, 1960, así como para el Bs corresponde a la especie *Deltochilum boreus* Olivier, 1789.

En cuanto a la dieta de Scarabaeidae, se determinó que los dos ecosistemas albergan a especies consumidoras de excretas o de dieta coprófaga, en cuanto a la estrategia de reubicación de alimento no presentaron diferencias significativas los dos tipos de bosque, lo cual indicaría que la diferencia entre bosques comprendería el tipo de dieta y no la estrategia de reubicación de alimento.

Recomendaciones.

Para futuras investigaciones sería importante conocer si la estrategia de reubicación de alimento de los Scarabaeidae está asociada a la estación marcada de verano e invierno, debido a que en la presente investigación no se pudo determinar el principal factor que afecta a la no existencia de especies con diferentes estrategias de reubicación de alimento.

Recolectar a los especímenes de sus respectivas trampas de caída en periodos de tiempo no mayores a 24 horas, ya que tienden a descomponerse, por lo tanto, se vuelven muy sensibles a la manipulación al momento de realizar la identificación correspondiente, para evitar posibles pérdidas de especímenes se recomienda manipularlos con cuidado, fijarlos en alcohol al 70% en envases de vidrio y tomar fotografías legibles de cada espécimen

i. REFERENCIAS

Álvarez, M. (2013). Escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) como indicadores de diversidad biológica en la parroquia de Puerto Limón – Santo Domingo de los Tsáchilas Ecuador. (Tesis Santo Domingo: Universidad Técnica Particular de Loja) Recuperado delibrary.co/document/myjpm2yl-escarabajos-coprofagos- coleoptera-scarabaeidae-scarabaeinae-indicadores-diversidad-tsachilas.html

Báez, A., Sánchez, D., & Vázquez, M. (2012). Revista de divulgación científica y tecnológica de la universidad veracruzana. *La ciencia y el hombre, 25*, 1-12.doi 0187-8786.

Bravo, E. (2014). La biodiversidad en el Ecuador (1 ed., Vol. 1). Ecuador: Editorial Universitaria Abyala-Yala. doi:978-9978-10-168-1

Beutel, R., & Leschen, R. (2017). Coleoptera, escarabajos. Morfología y Sistemática. Archostemata, Adephaga, Myxophaga, Polyphaga partim. *Fragmenta Etimológica, 1*, 49-192. doi:10.4081/fe.2017.265

Buttiel, J. (2020). Los escarabajos peloteros se orientan de una forma muy sofisticada. Obtenido de https://www.nationalgeographic.es/animales/2019/06/los-escarabajos-peloteros-se-orientan-de-una-forma-muy-sofisticada.

Cárdenas, E., & Páez, A. (2017). Comportamiento reproductivo de coleópteros coprófagos. *Rev. Cienc. Agr. 34,74-84*. doi: http://dx.doi.org/10.22267/rcia.173401.64.

Carpio, C.(2011). Rol funcional de la diversidad de los escarabajos peloteros (Coleoptera:Scarabaeidae: Scarabaeinae) en el bosque lluvioso amazónico de Yasuní.(Tesis Quito:Pontificia Universidad Católica del Ecuador).Recuperado de http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/4759/CCarpio%20-%20Rol%20funcional%20de%20los%20escrabajos%20peloteros%20de%20Yasuní20%C 3%AD.

Carvajal, V., Villamarín, S., & Ortega, A. (2011). Escarabajos del Ecuador (1ed.) Quito-Ecuador: Escuela Politécnica Nacional.

Cartuche, C. (2016). Escarabajos coprófagos (Coleóptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae), como indicadores de diversidad biológica en el Parque Nacional Podocarpus, -sector Bombuscaro (Tesis de ingeniería ambiental,Loja: Universidad Técnica Particular De Loja).Recuperado de http://dspace.utpl.edu.ec/handle/123456789/14550

Celi et al, J.(2004) Dung Beetles (Coleoptera: Scarabaeinae) Diversity in an Altitudinal Gradient in the Cutucú Range, Morona Santiago, Ecuadorian Amazon. *Lyonia* 7(2),37- 52.

Cerritos, A., & Ochoa, L. (2017). Caracterización de la comunidad de escarabajos (Coleoptera: Scarabaeidae) asociados al estiércol en Zamorano, Honduras (Tesis. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamoranorano,Honduras).Recuperado de https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/6090

Cotroneo, C. (2020). Los Hechos divinos sobre los escarabajos peloteros o Scarabaeidae. (Threehugger, Editor) Obtenido de https://www.tree-hugger8.net/dung-beetles-facts-4862309

Chamorro et al, W. (2019). Los escarabajos estercoleros (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) del Bosque Protector Oglán Alto, Pastaza, Ecuador. *Biota Colombiana*, 20,1-13.doi 0124-5376.

Chamorro et al, W. (2019) Scarabaeinae dung beetles from Ecuador: a catalog, nomenclatural acts, and distribution records. ZooKeys 826, 1- 343. doi.10.3897/zookeys.826.26488

Escudero, C., & Cortez, L. (2018). Técnicas y métodos cualitativos para la investigación científica. Machala: UTMACH.

Espinoza,C.,y García,R.(2019).Evaluación de comunidades de escarabajos coprófagos como indicadores de las condiciones ecológicas de remanentes boscosos de la Reserva Forestal Protectors de Vanguardia,Municipio de Villavicencio. (Tesis.Colombia:Universidad Santo Tomás,Bogotá,Colombia).Recuperado de https://repository.usta.edu.co/handle/11634/16754

Fernández,G.,y Silva, C.(2006).Análisis y tendencia de la deforestación de la provincia de Zamora Chinchipe,en base a la interpretación de imágenes satelitáles.(Tesis.Loja:Universidad Nacional de Loja).Recuperado de https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5186/1/AN%c3%81LISIS%20Y%20TENDENCIA%20DE%20LA%20DEFORESTACI%c3%93N%20DE%20LA%20 PROVINCIA%20%20DE%20ZAMORA%20CHINCHIPE

GAD Parroquial Tundayme. (2015). Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia Tundayme. Tundayme: GAD Parroquial Tundayme.Recuperado de http://app.sni.gob.ec/snilink/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofi nal/1960137410001_PDOT%20PARROQUIA%20TUNDAYME_26-10-2015_12-07- 13.

Giménez et al, V. (2018). Relación entre usos del suelo y diversidad de escarabajos peloteros (Coleoptera: Scarabaeinae) en el bosque atlántico sur de Argentina: ¿cuáles son los factores clave. Biodivers Conserv 27, 3201–3213.doi.org/10.1007/s10531-018-1597- 8

Gelambi, M. (2020). Escarabajo pelotero: características, hábitat, alimentación. (Lifeder, Editor) Obtenido de https://www.lifeder.com/escarabajo-pelotero/

Forsyth, A., Spector, S., & Conservation International. (1997). The coprophagous Scarabaeinae (Coleoptera, Scarabaeidae) community of the Cordillera del Cóndor. Conservation International, The Cordillera del Cóndor region of Ecuador and Perú: a biological assessment. Rapid Assessment Program, Quito, Ecuador, 94-96.doi 1-881173-15-1

Google earth.(2021)Mapa del Ecuador,Manchinaza Alto en google earth. Recuperdo el 19 de Mayo del 2021, de: https://earth.google.com/web/search/Manchinaza+Alto/@-3.61358884,-78.51456348,863.29756052a,849.00065633d,35y,-73.7106199h,44.99869541t,0r/data=CigiJgokCYZVCpW-hDRAEYVVCpW-hDTAGYe5hwYKBhLAIVKJy3DVq1rA.

Google earth (2021). Mapa del Ecuador, Zamora Chinchipe en google earth. Recuperado el 15 de julio del 2021,dehttps://earth.google.com/web/search/Zamora+Chinchipe/@-4.10835438,78.84568098,1937.09544553a,284360.99875107d35y,0h,0t,0r/data=CigiJgokCXv0MgcSzwj AEaK4lEsWABXAGfK7JpPYKVPAIdjFnB0QSVTA

Halffter, G.(1991) Historical and ecological factors determining the geographical distribution of beteles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae), *Folia Entomológica Mexicana,*82,195-238.

Halffter,G.y Favila,M.(1993). The Scarabaeinae (Insecta: Coleóptera) an animal group for analyzing,inventorying and monitoring biodiversity in tropical rainforest and modified lansdcapes. *Biology International*, 27: 15-21.

Halffter, G., yMatthews , G. (1966). The Natural History of dung beetles of the Subfamily Scarabaeinae. *Folia Entomológica Mexicana., 12 a 14*, 312.

Huerta, C. (2013). Toritos cavadores del suelo. Recuperado https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/2013-06-05-10-34-10/17-ciencia-hoy/1088-toritos-cavadores-del-suelo.

IBM. (1969). SPSS (27.0 09) [Software de computadora]. Java. https://www.ibm.com/products/spss-statistics

Manjárrez, E., y Molano, F. (2013). Piezas genitales masculinas como carácter taxonómico en escarabajos coprófagos(Scarabaeidae). *Ciencia en Desarrollo*, 4(2), 39-48. doi 121-7488.

Manjárrez, H., y Molano, R. (2015). Estudio de la variacion de genitalina masculina de especies de la tribu Phanaeini (Sacarabaeidae) en Colombia. (C. d. museos, Ed.) *Boletín científico, 19,* 245-257.doi 10.1086/405770

Mazabanda, C., Kemper, R., Thieme, A., Hettler, B., & Finer, M. (2018). Impactos del Proyecto Minero "Mirador" en Amazonía Ecuatoriana. Obtenido de https://maaproject.org/mirador/

Martínez, I., Crúz, M., Huerta, C., y Montes, E. (2015). La cría de los escarabajos estercoleros. Veracrúz: Instituto de Ecología, A. C.*18,*1-58 doi:: 978-607-725-195-8

Ministerio del Ambiente de Ecuador. (2013). Sistema de clasificacón de los ecosistemas del Ecuador Continental. Quito: MAE.

Moron, M. (2004). Escarabajos, 200 millones de años de evolución. *Instituto de Ecología-Soc. Entomológica Aragonesa.,* 21,8-210.doi 2448-8445

Moreno,C.(2001). Métodos para medir la biodiversidad. *Sociedad Entomológica Aragonesa*,1,2-86.doi 84 – 922495 – 2 – 8.

Moreno et al,C. (2011), Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista mexicana de biodiversidad*,82(4), 1-8. doi.org/10.22201/ib.20078706e.2011.4.745

Nervo, B., Carpio, E., Celi, L., Lonati, M., Lombardi, G., y Falsone, G. (2017). Ecological functions provided by dung beetles are interlinked across space and time: evidence from 15N isotope tracing. *Ecology, 98*, 433-446.doi 10.1002

Neita, J. (2011). Escarabajos (Coleoptera: Scarabaeoidea) del departamento del Chocó Colombia. *Biodiversidad. Neotropropical, 1*,17-27.doi 10.18636

Nichols, E., Spector, J., Louzada, T., Laesen, S., Amezquita , S., y Favila, M. (2008). Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. *Biological Conservation, 141*, 1461-1474.doi 10.1016

Noriega, A. (2018). Anthropic pertubations, functional structure and dung beetle ecosystem services (scarabaeidae) = Perturbaciones humanas, estructura funcional y servicios ecosistémicos de los escarabajos coprófagos (coleoptera: scarabaeinae). (Tesis doctoral España: Universidad de Alcalá).Recuperado de http://escuela-doctorado.uah.es/tesis/proyectos.asp?CdPlan=D413&expe=40&proy=1&decre=11.

Noriega, J., Realpe, E., y Fagua, G. (2007). Diversidad de escarabajos coprófagos(Scarabaeidae) en un bosque de galeria con tres estadios de alteración. *Universitas Scientiarum*, 12,51-63.doi 0122-7483

Ordóñez, O., Valarezo, K., y Ordóñez, G. (2020). Distribución potencial de especies forestales nativas en el cantón El Pangui, provincia de Zamora Chinchipe, Ecuador. *Bosques Latitud Cero , 10*, 1-12.doi 1390-3683

Oyvind, H. (2018). PAST (Versión 2018) [Software de computadora]. Windows Vista / XP. https://palaeo-electronica.org/2001_1/past/spain.htm

Rodríguez, M., Sánchez, G., y Gómez, B. (2019). Escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) en la reserva El Zapotal, Chiapas, México. *Revista Peruana de Biología* , 26 (3), 339–350. doi.org/10.15381/rpb.v26i3.16778

Sánchez, G., Gómez, B., Delgado, L., Rodrígez, M., y Chamé, E. (2018). Diversidad de escarabajos copronecrófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) en la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote, Chiapas, México. *Caldasia, 40*, 1-17.doi 10.15446

S.F.Applicality Ltd. (22 de05 de 2019).Mobile Topographer.Limassol,Cyprus.

Sociedad Entomológica Ecuatoriana. (2019). *Estadisticas para coleotera.Sistema de Información Entomológica.* Obtenido de http://entomologia.ec/db/orden.php?orden=Coleoptera

Sousa, W. (1984). The role of disturbance in natural comunities. *Annual Review of Ecology and Systematics, 15*, 359-391.doi 15:353-91

Sulca,L (2017). Estacionalidad de la comunidad de escarabajos peloteros (Coleoptera: scarabaeidae) en un bosquehúmedo tropical inundable, Loreto, Perú.(Tesis magistral,Lima: Universidad Nacional mayor de San Marcos)Recuperado de https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/7156/Sulca_gl.pdf?seq uence=3.

Tapia, R. (2015). Diversidad de escarabajos copronecrófagos y estado de conservacion de la cuenca del Río Pindo. Quito: (Tesis de pregado Universidad Tecnológica Equinoccional).Recuperado de http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/4704/1/60338_1

Torracchi J. (2015) Deforestación y Pérdida de hábitat en Bosques de montaña en la Cuenca alta del Río Zamora (Loja, Ecuador). (Tesis doctoral Madrid: Universidad Politectica de Madrid).Recuperado de http://oa.upm.es/39446/1/JOSE_ESTEBAN_TORRACCHI_CARRASCO.

Vélez Moyano, O. (2016). Escarabajos (Coprófagos: Scarabaeidae:Scarabaeinae) como indicadores de diversidad biologica en la zona de Gigantones y Cañarimba.(Tesis de ingeniería Ambiental, Azuay: UTPL)Recuperado de http://dspace.utpl.edu.ec/handle/123456789/16584

Villamarín, S. (2014). Influencia de asentamientos humanos en la diversidad funcional de escarabajos estercoleros en la reserva de Biosfera Sumaco Quito.(Tesis magistral Pontificia Universidad Católica de Cuenca).Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/301687658_INFLUENCIA_DE_ASENTAMIENTOS_HUMANOS_EN_LA_DIVERSIDAD_FUNCIONAL_DE_ESCARABAJOSESTERCOLEROS_SCARABAEIDAE_SCARABAEINAE_DE_LA_RESERVA_D E_BIOSFERA_SUMACO

Zarazanga, M. (2015). Orden Coleoptera. *Ibero Diversidad Entomológica, 55,* 2-18.doi 2386- 7183

Zhang, S., Che, L., Li, Y., Liang, D., Pang, H., Ślipiński, A., & Zhang, P. (2018). Evolutionary history of Coleoptera revealed by extensive sampling of genes and species. *Nature Communications,* 9, 1-11.doi 10.1038

APÉNDICES

Apéndice A. Inercia de especies de escarabajos peloteros y estaciones de muestreo en los dos tipos de hábitat bosque primario y secundario.

Contribución de la inercia							
Dimensión	Valor singular	Inercia	Chi cuadrado	Sig.	Proporción de inercia		Valor singular de confianza
					Contabilizado para	Acumulado	Desviación estándar
1	,566	,320			1,000	1,000	,026
Total		,320	155,879	,000[a]	1,000	1,000	

Apéndice B. Puntuación de filas de Especies de escarabajos peloteros y estaciones de muestreo en los dos tipos de hábitat bosque primario y secundario.

Puntos de fila generales[a]						
ESPECIE	Masa	Puntuación en dimensión	Inercia	Contribución		
		1		Del punto en la inercia de dimensión	De la dimensión en la inercia del punto	
				1	1	Total
1	,070	-1,148	,052	,163	1,000	1,000
2	,006	1,032	,004	,012	1,000	1,000
3	,008	1,032	,005	,015	1,000	1,000
4	,004	1,032	,002	,008	1,000	1,000
5	,002	1,032	,001	,004	1,000	1,000
6	,062	1,032	,037	,116	1,000	1,000
7	,002	1,032	,001	,004	1,000	1,000
8	,033	-1,714	,055	,171	1,000	1,000
9	,031	-1,714	,051	,160	1,000	1,000
10	,191	,205	,005	,014	1,000	1,000
11	,023	1,032	,014	,042	1,000	1,000
12	,002	1,032	,001	,004	1,000	1,000
13	,029	-1,714	,048	,149	1,000	1,000
14	,004	-1,714	,007	,021	1,000	1,000
15	,051	,043	,000	,000	1,000	1,000
16	,117	-,076	,000	,001	1,000	1,000
17	,045	1,032	,027	,085	1,000	1,000
18	,004	-,341	,000	,001	1,000	1,000
19	,314	,188	,006	,020	1,000	1,000
20	,002	-1,714	,003	,011	1,000	1,000
Total	1,000		,320	1,000		

Apéndice C. Puntuación de columnas de especies de escarabajos peloteros y estaciones de muestreo en los dos tipos de hábitat bosque primario y secundario

Puntos de columna generales[a]						
Bosques	Masa	Puntuación en dimensión	Inercia	Contribución		
		1		Del punto en la inercia de dimensión	De la dimensión en la inercia del punto	
				1	1	Total
1	,376	-,969	,200	,624	1,000	1,000
2	,624	,584	,120	,376	1,000	1,000
Total activo	1,000		,320	1,000		

Apéndice D. Inercia de los tipos de dieta de Scarabaeidae asociados a el tipo de hábitat.

Inercia							
Dimensión	Valor singular	Inercia	Chi cuadrado	Sig.	Proporción de inercia		Valor singular de confianza
					Contabilizado para	Acumulado	Desviación estándar
1	1,000	1,000			1,000	1,000	,000
Total		1,000	487,000	,000[a]	1,000	1,000	

Apéndice E. Puntuaciones de filas de los tipos de dieta de Scarabaeidae asociados a el tipo de hábitat.

Puntos de fila generales[a]						
ESPECIE	Masa	Puntuación en dimensión	Inercia	Contribución		
		1		Del punto en la inercia de dimensión	De la dimensión en la inercia del punto	
				1	1	Total
1	,070	,045	,000	,000	1,000	1,000
2	,006	,045	,000	,000	1,000	1,000
3	,008	,045	,000	,000	1,000	1,000
4	,004	,045	,000	,000	1,000	1,000
5	,002	-22,045	,998	,998	1,000	1,000
6	,062	,045	,000	,000	1,000	1,000
7	,002	,045	,000	,000	1,000	1,000
8	,033	,045	,000	,000	1,000	1,000
9	,031	,045	,000	,000	1,000	1,000
10	,191	,045	,000	,000	1,000	1,000
11	,023	,045	,000	,000	1,000	1,000
12	,002	,045	,000	,000	1,000	1,000
13	,029	,045	,000	,000	1,000	1,000
14	,004	,045	,000	,000	1,000	1,000
15	,051	,045	,000	,000	1,000	1,000
16	,117	,045	,000	,000	1,000	1,000
17	,045	,045	,000	,000	1,000	1,000
18	,004	,045	,000	,000	1,000	1,000
19	,314	,045	,001	,001	1,000	1,000
20	,002	,045	,000	,000	1,000	1,000
Total activo	1,000		1,000	1,000		

Apéndice F.Puntuaciones de columnas de los tipos de dieta de Scarabaeidae asociados a el tipo de hábitat.

Puntos de columna generales[a]						
dieta	Masa	Puntuación en Dimensión	Inercia	Contribución		
		1		Del punto en la inercia de dimensión	De la dimensión en la inercia del punto	
				1	1	Total
1	,998	,045	,002	,002	1,000	1,000
2	,002	-22,045	,998	,998	1,000	1,000
Total activo	1,000		1,000	1,000		

Apéndice G.Inercia para la estrategia de reubicación de alimento por hábitats de estudio.

Inercia							
Dimensión	Valor singular	Inercia	Chi cuadrado	Sig.	Proporción de inercia		Valor singular de confianza
					Contabilizado para	Acumulado	Desviación estándar
1	,093	,009			1,000	1,000	,041
Total		,009	4,223	,121[a]	1,000	1,000	

Apéndice H. Puntuaciones de filas para la estrategia de reubicación de alimento por hábitats de estudio.

Puntos de fila generales[a]						
estrategia	Masa	Puntuación en dimensión	Inercia	Contribución		
		1		Del punto en la inercia de dimensión	De la dimensión en la inercia del punto	
				1	1	Total
1	,942	-,051	,000	,026	1,000	1,000
2	,053	1,095	,006	,688	1,000	1,000
3	,004	-2,545	,002	,286	1,000	1,000
Total activo	1,000		,009	1,000		

Apéndice I.Puntuaciones de columnas para la estrategia de reubicación de alimento por hábitats de estudio.

Puntos de columna generales[a]						
Bosques	Masa	Puntuación en dimensión	Inercia	Contribución		
		1		Del punto en la inercia de dimensión	De la dimensión en la inercia del punto	
				1	1	Total
1	,377	,393	,005	,623	1,000	1,000
2	,623	-,237	,003	,377	1,000	1,000
Total activo	1,000		,009	1,000		