



**UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA**  
*La Universidad Católica de Loja*

## **ÁREA BIOLÓGICA**

**TÍTULO DE INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL**

**Estudio de los escarabajos coprófagos (Coleóptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) como indicadores de la diversidad biológica en el bosque muy húmedo premontano del cantón San Miguel de los Bancos, provincia de Pichincha.**

**TRABAJO DE TITULACIÓN.**

**AUTORA:** Ramírez Cardona, Nelly Esperanza

**DIRECTOR:** Marín Armijos, Diego Stalin, Ing.

**CENTRO UNIVERSITARIO QUITO**

**2015**



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

2018

## APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Ingeniero.

Diego Stalin Marín Armijos

**DOCENTE DE LA TITULACION**

De mi consideración:

El presente trabajo de titulación: “Estudio de los escarabajos coprófagos (Coleóptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) como indicadores de la diversidad biológica en el bosque premontano del cantón San Miguel de los Bancos, provincia de Pichincha”, realizado por Ramírez Cardona Nelly Esperanza, ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo.

Loja, diciembre 09 de 2015

f) .....

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

"Yo, Ramírez Cardona Nelly Esperanza declaro ser autora del presente trabajo de titulación: "Estudio de los escarabajos coprófagos (Coleóptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) como indicadores de la diversidad biológica en el bosque premontano del cantón San Miguel de los Bancos, provincia de Pichincha", de la Titulación de Gestión Ambiental, siendo el Ing. Diego Marín Armijos director del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Además certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 88 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: "Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad"

f).....

Autor: Ramírez Cardona Nelly Esperanza

Cédula: 171984706-1

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de investigación lo dedico a toda mi familia, y en especial a mi querido esposo Lenin quien con su amor, dedicación y alegría es un apoyo invaluable en todos los aspectos de mi vida.

A mis padres por su amor y ejemplo de perseverancia para no desfallecer frente a las dificultades y retos.

A mis queridos hermanos y hermanas que han sido el estímulo permanente para superarme cada día.

A mi suegra Bertita, por su cariño de madre, su preocupación y constante dedicación por el bienestar de su familia.

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente agradezco a Dios por su presencia permanente en mi vida, por brindarme la salud, los medios, y la motivación necesarias para seguir adelante.

Agradezco a la Universidad Técnica Particular de Loja, por permitirme adquirir una formación profesional de excelencia, enmarcada en un contexto ético y de valores para contribuir al logro de una sociedad más justa.

Al Ing. Diego Marín Armijos por su gentileza, disposición y paciencia durante la realización de esta investigación, su conocimiento taxonómico y guía permanente fueron la clave para culminar con éxitos los objetivos planeados.

A mi esposo, mis padres, mis hermanos y hermanas, a mis suegros, y amigos, y en general a todas aquellas personas que me ayudaron a realizar esta investigación, gracias por toda la ayuda que me brindaron durante la realización de este trabajo.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	I
CERTIFICACIÓN.....	II
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.....	III
DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	VI
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
ÍNDICE DE FOTOS.....	X
RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
<b>CAPITULO I: MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>6</b>
1.1. Especie de estudio.....	7
1.1.1. Taxonomía.....	7
1.1.2. Ciclo de vida.....	9
<b>CAPÍTULO II: MARCO METODOLÓGICO.....</b>	<b>11</b>
2.1. Área de estudio.....	12
2.2. Técnicas de captura y diseño de muestreo.....	14
2.3. Identificación de especímenes.....	16
2.4. Factores bióticos y abióticos.....	16
2.5. Análisis estadístico.....	17
<b>CAPÍTULO III: RESULTADOS.....</b>	<b>19</b>
3.1. Riqueza, abundancia y diversidad.....	20
3.2. Factores abióticos.....	23
<b>CAPITULO IV: DISCUSIÓN Y ANALISIS.....</b>	<b>24</b>
4.1. Riqueza, abundancia y diversidad.....	25
4.2. Factores abióticos.....	27

<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>29</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>30</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>31</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>43</b>

## ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Gráfico 1. Variación de la abundancia de acuerdo la precipitación en Bosque No Intervenido (BNI) y Bosque Intervenido (BI). .....	23
Figura 1. Ubicación del sitio de muestreo. ....	12
Figura 2. Antena lamelada de Scarabaeidae, Geotrupinae ( <i>Athyreuschampioni</i> ). (es= escapo; fu= funículo; ma= maza). ....	8
Figura 3. Esquema básico de un escarabajo coprófago, mostrando las principales regiones y estructuras externas, vista dorsal. ....	9
Figura 4. Diagrama de larva de <i>Canthon cyanellus</i> . Vista lateral I1) primer estadio; I2) segundo estadio; I3) tercer estadio. ....	10
Figura 5. Ciclo de vida completo de una especie endocóprida o residente, <i>Planolinellus vitattus</i> .....	10

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variables ambientales de las estaciones meteorológicas de Nanegalito y M0216.	17
Tabla 2. Abundancia, Riqueza y Diversidad (BNI=Bosque No Intervenido, BI=Bosque Intervenido).....	20
Tabla 3. Indicadores no paramétricos para dos tipos de bosque (Bosque No Intervenido=BNI, Bosque Intervenido= BI) .....	21
Tabla 4. Efecto de los factores abióticos en la riqueza y abundancia de las especies.. .....	22

## ÍNDICE DE FOTOS

Foto 1. Vista del bosque no intervenido, Comuna San José de Saloya. ....	13
Foto 2. Vista del bosque intervenido, (sector sur). Comuna San José de Saloya.....	14
Foto 3. Trampa Pitfall cebada y con techo protector de lluvia. ....	16

## RESUMEN

En el cantón San Miguel de los Bancos, provincia de Pichincha Ecuador, a través de trampas de caída cebadas con estiércol de cerdo, se estudió la riqueza, abundancia y diversidad de los escarabajos coprófagos en un Bosque No Intervenido (BNI) y un Bosque Intervenido (BI). En el muestreo se capturaron 1772 individuos correspondientes a 10 géneros, y 21 especies. La especie más abundante del muestreo fue *Dichotomius* sp2, y las menos abundantes fueron *Eurysternus* sp2, y *Dichotomius reclinatus*, que fueron especies exclusivas del (BI). Según los índices no paramétricos de estimación de riqueza el inventario de las especies fue adecuado. La mayor riqueza, 21 especies fue obtenida en el BI, y la mayor abundancia 925 individuos fue obtenida en el BNI. Según el índice de Simpson la diversidad en el BI es de 0.866 similar a la del BNI 0,875.

No se registraron diferencias significativas en la abundancia, y riqueza, entre los dos tipo de bosque ( $p > 0.05$ ). En relación a los factores abióticos se encontró una relación significativa entre la abundancia de las especies y la precipitación ( $p < 0.001$ ).

**PALABRAS CLAVES:** Bosque intervenido, bosque no intervenido, escarabajos coprófagos, riqueza, abundancia, factores abióticos.

## ABSTRACT

In the canton San Miguel de los Bancos province of Pichincha Ecuador, through pitfall traps baited with pig manure, wealth, abundance and diversity of dung beetles in Undisturbed Forest (UDF) and Disturbed Forest was studied (DF). In the 1772 sampling individuals corresponding to 10 genera and 21 species were captured. The most abundant species samplings was *Dichotomius* sp2, and were less abundant *Eurysternus* sp2, and *Dichotomius reclinatus*, which were unique species (DF). According nonparametric estimation of wealth indices inventory of species was adequate. The greatest wealth, 21 species was obtained in the DF and the greater abundance 925 individuals was obtained in UDF. According to Simpson's index of diversity in the DF 0.866 is similar to the UDF 0.875.

No significant differences in abundance and richness were recorded between the two forest types ( $p > 0.05$ ). In relation to abiotic factors significant relationship between species abundance and precipitation was found ( $p < 0.001$ ).

**KEYWORDS:** Undisturbed forest, disturbed forest, dung beetles, richness, abundance, abiotic factors.

## INTRODUCCIÓN

El conjunto de presiones y amenazas de origen humano sobre la biodiversidad del planeta ha ocasionado lo que se conoce como la crisis de la biodiversidad, es decir, “la pérdida cualitativa y cuantitativa de especies y el descenso en la diversificación de genes en los ecosistemas” (Espinosa & Llorente, 1996). Ante ésta realidad mundial, el Ecuador, al ser uno de los países más biodiversos del planeta (Mittermeier, 1997), tiene una gran responsabilidad, no solo por la importancia de las especies endémicas que se encuentran en su territorio, y que debe proteger, sino por los bienes y servicios esenciales que la biodiversidad en su conjunto provee para el buen funcionamiento de los ecosistemas naturales de los cuales dependen sus poblaciones humanas.

Proteger y conservar toda la biodiversidad del país no es tarea fácil debido a la dificultad para determinar con precisión cuanta biodiversidad existe en el territorio o cuánta se está perdiendo, sumado a la escasez de tiempo y recursos para llevar a cabo los estudios de conservación necesarios. Para lo cual se precisa de alternativas y técnicas que sean fáciles de medir, de bajo costo, que permitan obtener información útil sobre el estado real de la biodiversidad del país, y lo más importante, que se puedan traducir en decisiones concretas a favor de la conservación de los ecosistemas y especies.

Entre las alternativas que existen actualmente para el estudio, monitoreo y manejo de la biodiversidad está el uso de bioindicadores. Esta técnica se basa en que a través del uso de unas cuantas especies sensibles a los cambios de su entorno, se puede valorar el estado de conservación de un ecosistema o hábitat, simplificando en gran medida el procedimiento de los estudios ecológicos, ya que al no considerarse la toma de datos de toda la biota, se reducen costos y se obtiene solo la información pertinente, desechando un cúmulo de información difícil de entender y de manejar (Pinilla, 1996).

Dentro de los organismos propuestos para ser usados como indicadores figuran los insectos, cuyo ensamblaje ha sido utilizado para indicar la riqueza y diversidad de ciertas regiones (Halffter & Favila, 1993). Los insectos proporcionan además información útil para la conservación ya que están muy relacionados con los procesos ecológicos que se suceden dentro de los ecosistemas (Brawn, 1991), al ser factores formadores y reguladores al interior de los mismos (Camero, 1999).

Entre los insectos, los Scarabaeinae o escarabajos estercoleros conforman una buena colección de bioindicadores debido a su alta riqueza y diversidad, adecuado conocimiento taxonómico del grupo, amplia distribución geográfica, importancia ecológica y sensibilidad a las perturbaciones de origen antropogénico (Halffter & Edmonds, 1982).

En el ámbito tropical americano figuran distintos trabajos que tratan sobre la utilización de escarabajos coprófagos o estercoleros como elementos indicadores del grado de perturbación antropogénica en diversos hábitats, como los de Aguilar (1999), Amezcuita (1999), Barragán (2001), García & Pardo (2004), Escobar et al, (2007), Noriega et al, (2012) y Korasaki et al, (2013). Sobre el estudio de estos insectos a nivel regional, destaca el avance de su investigación en países como Colombia, donde se ha podido utilizar a los escarabajos coprófagos para el diagnóstico ecológico de paisajes rurales y áreas protegidas de ese país, tales como el Parque Nacional Natural los Nevados, el PNN Tatamá, el Santuario de Fauna y Flora Otún Quimbaya (WGS Colombia, 2014).

El conocimiento de los Scarabaeidae en Ecuador es aún escaso. Según Carvajal et al, (2011), se han reconocido 900 especies, y los diferentes estudios ecológicos sobre escarabajos coprófagos no cubren aún todo el territorio ni todos los tipos de hábitat presentes en el Ecuador, por lo cual no se puede determinar con precisión cuantas especies de éste gremio existen, o peor aún, su nivel de vulnerabilidad ante las distintas presiones humanas que afectan sus hábitats. Actualmente la Universidad Técnica Particular de Loja, está desarrollando junto con los estudiantes de los últimos ciclos de la carrera de ingeniería ambiental, tesis de grado que pretenden contribuir al conocimiento taxonómico y biológico de estas especies en el país.

No obstante, a pesar de que los coleópteros coprófagos son uno de los grupos más estudiados a nivel mundial (Hanski & Cambefort, 1991); todavía están lejos de calificarse como un grupo bien conocido, por tanto, estos vacíos de conocimiento junto a la importancia ecológica que ejercen dentro de los ecosistemas es lo que realmente debe influir para su estudio y conservación. El reto en la actualidad es continuar con el trabajo de mejorar el conocimiento taxonómico, ecológico y biológico del grupo, así como el establecimiento de bases de datos unificadas que permitan las comparaciones y análisis a gran escala con este grupo de insectos.

En este contexto, el presente estudio se justifica por la escasez de investigaciones relacionadas en la zona de estudio, la presencia de una gran biodiversidad amenazada por el avance de la frontera agrícola y ganadera en el cantón de San Miguel de los Bancos, así como por la necesidad de desarrollar investigaciones que profundicen el conocimiento de los coleópteros coprófagos, ya que estos organismos se pueden convertir en una herramienta esencial y de bajo costo para la evaluación ecológica y el diagnóstico de distintos tipos de hábitats en el país.

Para lo cual nos hemos planteado los siguientes objetivos: 1) examinar los cambios en la abundancia y riqueza de la fauna de este grupo de insectos a lo largo de un gradiente de manejo. Y 2) determinar qué factores abióticos inciden en la abundancia y riqueza de escarabajos coprófagos.

## **OBJETIVOS**

### **Fin**

Determinar la fauna de escarabajos coprófagos del Ecuador y examinar la posibilidad de establecer indicadores biológicos de calidad del ambiente.

### **Objetivo General**

- Determinar mediante un monitoreo de los escarabajos coprófagos los cambios en la diversidad de especies a lo largo de un gradiente de manejo, en dos sectores: bosque no intervenido y bosque intervenido de un bosque húmedo pre-montano localizado en el sector San Miguel de los Bancos al noroccidente de Ecuador.

### **Objetivos específicos**

- Examinar el cambio en riqueza y composición de especies a lo largo de un gradiente de manejo.
- Determinar qué factores abióticos (temperatura, humedad relativa y precipitación) inciden en la estructura de las poblaciones de los escarabajos coprófagos.

## **CAPITULO I: MARCO TEÓRICO**

## **1.1. Especie de estudio**

Los escarabajos coprófagos (Coleóptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) son llamados así porque los adultos y las larvas de casi todas las especies de éste gremio se alimentan de excremento de vertebrados grandes tales como: anfibios, reptiles y mamíferos (Morelli, 2005). Siendo el estiércol de mamíferos la fuente de alimentación predilecta para estos escarabajos (Bustos & Lopera, 2003).

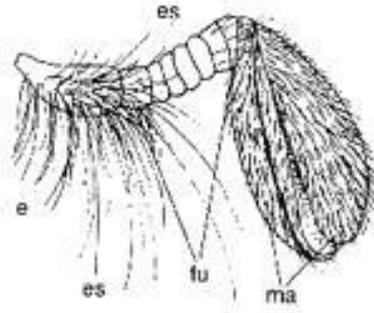
En bosques húmedos tropicales las comunidades de escarabajos coprófagos pueden tener muchas especies e individuos y servir como bioindicadores de perturbaciones de hábitat (Andresen, 2005; Escobar et al, 2007), ya que establecen una fuerte relación con su entorno, lo cual los convierte en un grupo importante para el estudio y monitoreo de la biodiversidad y para toma de decisiones de manejo (García & Pardo, 2004; Delgado, 2012).

En relación a la función que desempeñan los escarabajos coprófagos en los ecosistemas se han realizado diferentes estudios como los de Andresen, (2005) que destaca el papel de los escarabajos estercoleros como dispersores secundarios de semillas. Este tipo de escarabajos pueden enterrar de 6 a 95% de las semillas que se encuentran en el estiércol, promoviendo con su actividad a la movilización, germinación y regeneración de ciertas especies vegetales propias de las selvas tropicales. (Martínez et al, 2011)

De igual forma, la mayoría de los Scarabaeoidea participan en los procesos de descomposición y mineralización de materia orgánica, en el drenaje y aireación de los suelos, en su fertilización, así como en la calidad y productividad de los pastos (especies coprófagas) y en la polinización de numerosas especies vegetales, principalmente herbácea y leñosa. También contribuyen al mantenimiento del flujo energético hacia niveles tróficos superiores.(Morelli, 2005).

### **1.1.1 Taxonomía.**

Los escarabajos coprófagos pertenecen al orden Coleóptera, súperfamilia Scarabaeoidea conocidos como escarabajos lamelicornios (Delgado, 2012).Se caracterizan por presentar un par de antenas lameladas que terminan en varios segmentos comprimidos y alargados en forma de laminilla (Amat et al, 2005), las cuales son órganos sensoriales que perciben tanto las condiciones del ambiente como los olores del alimento (Martínez et al, 2011).(Figura 2).



**Figura 1.** Antena lamelada de Scarabaeidae, Geotrupinae (*Athyreus championi*). (es= escapo; fu= funículo; ma= maza).  
Fuente: Imbio, s.f.

Dentro de la súperfamilia Scarabaeoidea se encuentran las familias, Lucanidae, Melolonthidae, Passalidae, Trogidae y Scarabaeidae. Por su parte, la familia Scarabaeidae tiene cinco subfamilias: Scarabaeinae, Aphodiinae y Geotrupinae, Hybosorinae, Ceratocanthinae. (Amat et al, 2005).

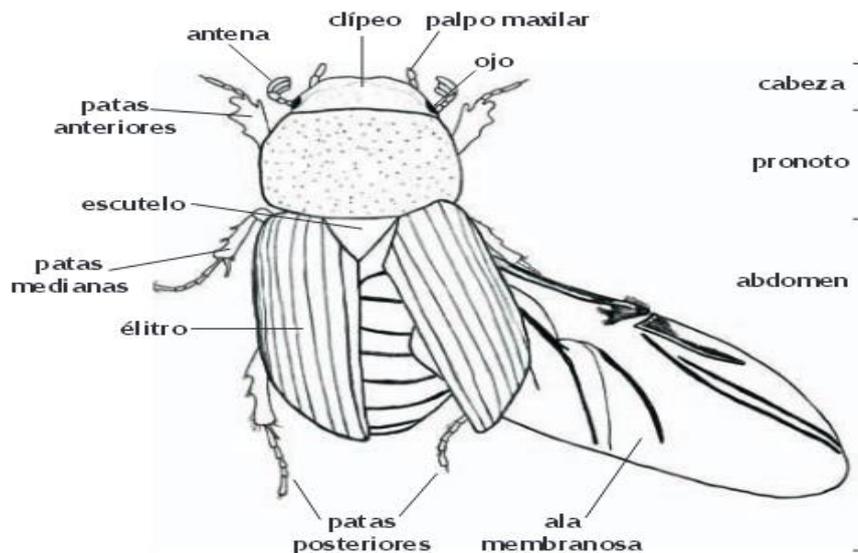
La subfamilia Scarabaeinae tienen en general las siguientes características morfológicas distintivas: cuerpo globoso, el clipeo extendido, antena lamelada de 8-9 antenómeros, las tibias de las patas anteriores (con algunas excepciones), muy dilatadas, las tibias de las patas posteriores presentan solamente un espolón apical (Hanski & Cambefort, 1991).

El cuerpo de las especies de este grupo tiene tres regiones corporales: cabeza, tórax y abdomen (Gutiérrez, 2010). La cabeza lleva las partes bucales y otros órganos sensoriales como antenas, ojos y palpos. El tórax es la región media del cuerpo donde se articulan las patas y las alas (Amat et al, 2005).

El tórax está dividido en tres partes cada una con un par de patas. La primera, protórax, es grande la segunda, mesotórax, es pequeña y se compone por un par de alas endurecidas o élitros, y la tercera es un segundo par de alas membranosas (Martínez et al, 2011) (Figura 3).

Los escarabajos del estiércol presentan varias tonalidades o colores: negro, café, verde con tonalidades metálicas e iridiscencias doradas o rojizas y con aspecto mate o brillante. Miden desde 1 milímetro hasta 6 ó 7 centímetros. (Morón, 2004).

Según Hernández (2002) el patrón de actividad diario de los escarabajos del estiércol está fuertemente relacionado con la coloración de las especies; el color predominante de los élitros de las especies nocturnas, tienen hasta el 89 % de posibilidades de ser negro y no colorido, mientras que las especies diurnas exhibirían una mayor coloración como una respuesta a las presiones intraespecíficas.



**Figura 2.** Esquema básico de un escarabajo coprófago, mostrando las principales regiones y estructuras externas, vista dorsal.

Fuente: Martínez et al, 2011.

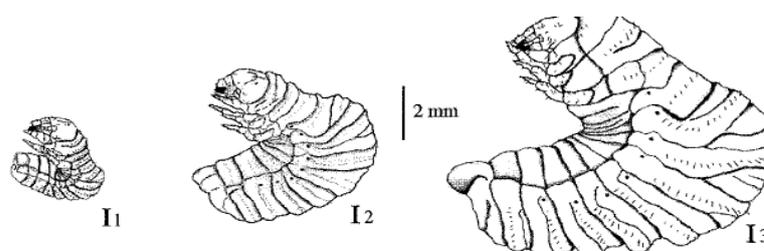
La variedad en el tamaño y forma que se observa en las especies de Scarabaeinae, sería un factor más que explicaría la gran diversidad de escarabajos coprófagos en el Neotrópico, ya que las estrategias alternativas para la explotación del recurso entre especies del mismo grupo funcional dependen en gran medida de las diferencias en el tamaño y forma del cuerpo, dando origen a interacciones competitivas asimétricas por el recurso, lo que reduce la competencia y facilita la convivencia de las especies (Hernández et al, 2011).

### 1.1.2 Ciclo de vida

El ciclo de vida de los Scarabaeinae inicia con la formación de una pareja, macho y hembra para formar juntos una bola - nido de estiércol en donde la hembra deposita un huevo. La diversidad en la arquitectura de los diferentes tipos de nido, su nivel de complejidad y cantidad de bolas-nido varía de acuerdo con la especie (Doubé, 1990).

Cada bola - nido contiene suficiente alimento para el desarrollo del nuevo individuo, y se constituye además en una fuerte cápsula de pupación (Morelli, 2005).

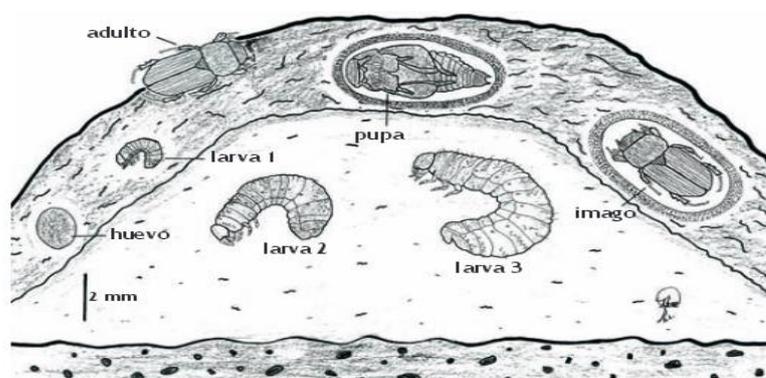
Si las condiciones para el desarrollo son óptimas, de cada huevo nacerá una larva, cuya etapa de vida es generalmente la más larga ya que pasa por varios estadios antes de la fase de pupación (ver figura 4).



**Figura 3.** Diagrama de larva de *Canthoncyanellus*. Vista lateral I1) primer estadio; I2) segundo estadio; I3) tercer estadio.

Fuente: Martínez & Lumaret, 2005.

La metamorfosis de los coleópteros es holometábola, es decir con un desarrollo en cuatro fases: huevo - larva - pupa – adulto (ver figura, 4), la incubación de los huevos puede tardar desde unos 5 hasta 15 días. (Gutiérrez, 2010).



**Figura 4.** Ciclo de vida completo de una especie endocóprida o residente, *Planolinellus vitattus*

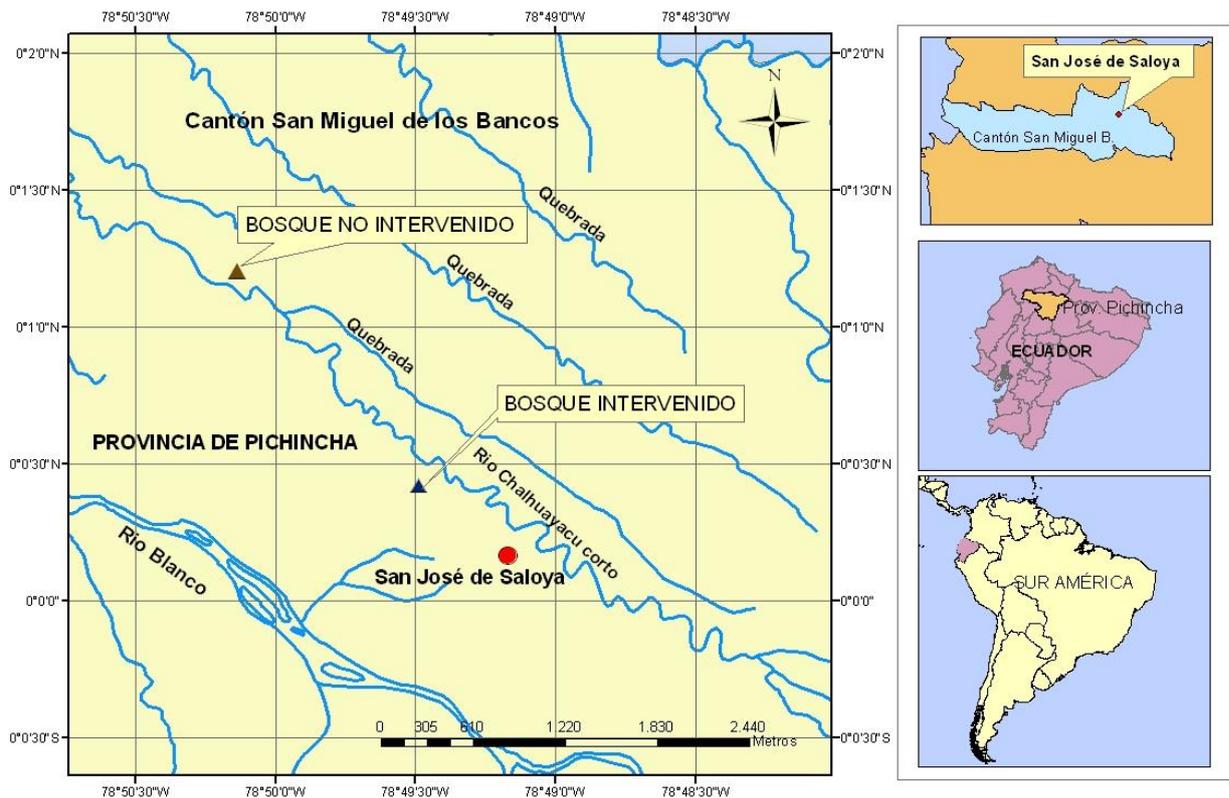
Fuente: Martínez et al, 2011.

Por su parte, la cooperación que se da entre macho y hembra durante la etapa de nidificación, así como el cuidado posterior del nido por parte de la mayoría de las hembras, es un comportamiento característico de los Scarabaeinae para asegurar la supervivencia de su progenie, y que está relacionado al hecho de que las hembras de todas las especies de este grupo de insectos tienen bajas tasas de fecundidad, es decir, ponen pocos huevos durante su etapa reproductiva debido a que poseen solamente un ovario (Morelli, 2005).

## **CAPÍTULO II: MARCO METODOLÓGICO**

## 2.1. Área de estudio

El presente estudio se realizó en las estribaciones occidentales de la cordillera de los Andes, en la comuna San José de Saloya, del cantón San Miguel de los Bancos, provincia de Pichincha, Ecuador (Figura 1). Por su ubicación y características biogeográficas, la zona de estudio pertenece a la región de Chocó, muy reconocida tanto por su diversidad de flora y fauna como por su riqueza en especies endémicas de gran valor científico (Londoño, 2004).



**Figura 5.** Ubicación del sitio de muestreo.  
Fuente: La autora.

El área de estudio tiene un rango altitudinal que varía entre los 1200 y 1250 msnm, una temperatura media de 20.1 °C, y un promedio de 4000 mm de precipitación anual, con una estación seca entre junio y agosto (INAMHI, 2014). Por sus características climáticas y tipo de vegetación, y según la clasificación establecida por Holdridge (1947) pertenece a la zona de vida: bosque muy húmedo premontano (BMH-P).

En el presente estudio se seleccionaron dos tipos de bosque, obedeciendo un gradiente de manejo:

- Bosque no Intervenido (BNI) con coordenadas, 0°1'30" N y 78°50'00" O, y una altitud de 1230 msnm. La mayor parte del BNI está cubierta por bosque primario en buen estado de conservación, donde se observan especies de las familias Aráceas, Urticácea (*Cecropia peltata*) Lauráceas (*Ocotea* sp.); Melastomatáceas (*Miconia* sp.), Meliáceas (*Cedrella odorata*), Piperáceas (*Pipper* sp.) Moráceas (*Ficus* sp.) y helechos arbóreos. En el sotobosque existe cacao de monte, anturios, abundantes bromelias y epifitas.



**Foto 1.** Vista del bosque no intervenido, Comuna San José de Saloya.  
Fuente: La autora.

- Bosque Intervenido (BI) (Foto 2), está localizado en la finca la Esmeralda, de la comuna de San José de Saloya 0°0'30" N y 78°49'30". Presenta una altitud de 1250 m s. n. m.

Según comunicación personal, hace aproximadamente 25 años este bosque fue intervenido para la explotación maderera y el establecimiento de cultivos de naranjilla.

Actualmente en la mayoría de su extensión se observa bosque secundario fisionómicamente similar al bosque primario. En la parte sur del área de estudio se observan algunos parches de potrero entremezclado con árboles de la especie *Alnus acuminata*.



**Foto 2.** Vista del bosque intervenido, (sector sur). Comuna San José de Saloya.  
Fuente: La autora

En relación a la hidrología ambos sitios de muestreo se ubican dentro de la subcuenca hidrográfica del río Blanco y del Guayllabamba, y de la cuenca hidrográfica mayor del río Esmeraldas (Gobierno de la provincia de Pichincha, s.f.).

La fauna local según los moradores locales la comprenden mamíferos como monos, tapires, guatusas, guantas, osos hormigueros, armadillos y murciélagos, además de loros, colibríes pájaros, serpientes y una gran variedad de anfibios.

## **2.2. Técnicas de captura y diseño de muestreo**

Para la captura de los especímenes se utilizaron trampas de caída (pitfall). Aunque existen varias formas de muestrear escarabajos epigeos, como las trampas de intersección del vuelo, trampas de luz, o trampas que utilizan atrayentes químicos o feromonas (Solís, s.f), La trampa de caída es la técnica de muestreo de uso más extendido a nivel mundial para el estudio de la ecología de escarabajos epigeos (Knapp & R<sup>o</sup>uzicka, 2012).

La amplia utilización de las trampas de caída para el estudio de la ecología de los coleópteros se debe a su fácil instalación, operación y emplazamiento en el terreno, su bajo costo y posibilidad de reutilización (Cepeda, 1987), además de su efectividad de captura, con el uso de éste tipo de trampas se pueden capturar hasta el 90 % de las especies presente (Brandmayr, 2005).

La trampa de caída utilizada en este estudio consistió de un vaso plástico desechable de 300 ml, enterrado con su boca a ras del suelo, conteniendo 100 ml de agua jabonosa. Estas trampas fueron cebadas con estiércol fresco de cerdo (Bustos & Lopera, 2003). Por ser una zona muy lluviosa cada trampa se cubrió con un plato desechable sostenido en posición extendida e inclinada por un par de estacas o con hojas anchas que se obtuvieron del sitio muestreado (Duraes et al, 2005).

En cada tipo de bosque se ubicó un transecto con 20 estaciones de muestreo, en cada una de las estaciones se instalaron en forma lineal, y a una distancia de un metro de separación, cuatro trampas de caída, la separación entre estaciones o puntos de muestreo fue de 40 metros, cubriendo una distancia total de 800 m, para un total de 80 trampas por transecto.

La distancia entre los dos tipos de bosque fue de un kilómetro y medio. Los muestreos se realizaron cada mes, entre los meses de febrero a julio del 2014. Las trampas fueron cebadas el primer día con estiércol de chancho entre las 06:00 y las 08:00 horas y evaluadas a las 48 horas.

Una vez desmontadas las trampas, los individuos capturados se depositaron en bolsas plásticas herméticas con alcohol potable al 90%, las bolsas plásticas fueron debidamente marcadas de acuerdo al sitio de muestreo, para su posterior limpieza y clasificación taxonómica.



**Foto 3.** Trampa Pitfall cebada y con techo protector de lluvia.  
Fuente: La autora

### **2.3. Identificación de especímenes**

La identificación taxonómica de los insectos se realizó hasta el nivel taxonómico de género, mediante el uso de claves taxonómicas Vaz-de-Mello et al, 2011.

Los escarabajos capturados fueron separados, identificados, cuantificados y depositados en el Museo de Colecciones Biológicas de la Universidad Técnica Particular de Loja.

### **2.4. Factores bióticos y abióticos**

Los datos de precipitación y temperatura fueron proporcionados por el INHAMI, los cuales corresponden a las estaciones Meteorológicas de Nanegalito (precipitación) y de la estación (M0216) para las variables de temperatura y humedad. Los datos suministrados aparecen en la tabla 1.

**Tabla 1.** Variables ambientales de las estaciones meteorológicas de Nanegalito y M0216.

Año	Estación	Variable	Unidad	Febr.	Marzo	Abril	Mayo	Jun.	Jul.
2014	Nanegalito	Precipitación	mm	281	457	497	387	87	105
2014	M0216	Humedad.	%	94	93	94	93	92	92
2014	M0216	Temperatura	°C	20,3	20,5	20,6	20,7	20,3	20,2

Fuente: INAMHI.

Elaborado por: La Autora.

## 2.5. Análisis Estadístico

La abundancia se consideró como el número de individuos capturados, y la riqueza de especies se tomó como el número de especies muestreadas o el número de especies por sitio de muestreo. La diversidad se midió a través del cálculo del índice de Simpson utilizando el programa *Past*. v. 3.05

Para la comparación de la riqueza observada o muestreada y la riqueza estimada se utilizaron siete estimadores no paramétricos, ACE, ICE, Chao1, Chao2, Jack1, Jack2, Bootstrap. Los métodos no paramétricos y su utilización para estimar el valor de riqueza derivan de la adaptación de las técnicas de captura-recaptura, donde la probabilidad de captura varía entre individuos en una población, y la abundancia de las especies lo hace en relación al ensamblaje de las especies (López & Williams, 2006). Los cálculos se realizaron con el programa EstimateS 9.10.

El estimador de Chao1 es un estimador que se basa en la abundancia o presencia de las especies raras, es decir considera cuántas especies están representadas por sólo un individuo en la muestra (singletons) y cuántas especies están representadas por exactamente dos individuos (doubletons). Chao 2 es una variante de Chao1, está basado en la incidencia (es decir en datos de presencia- ausencia), este estimador considera a las especies observadas en exactamente una y dos unidades de muestreo (Escalante, 2003). Por su parte, el estimador Jack 1 considera aquellas especies que solamente ocurren en una muestra, mientras que Jack 2 considera además a las que ocurren en dos unidades de muestreo. Bootstrap estima la riqueza de especies a partir de la proporción de muestras que contienen a cada especie, y el estimador ICE lo hace en base a aquellas especies raras (las observadas en menos de 10 unidades de muestreo) (González et al, 2010), mientras que el ACE utiliza para las estimaciones diez o menos individuos por muestra (Lee & Chao, 1994).

Se utilizaron Modelos Lineales Generalizados (GLM's) familia poisson para las variables de respuesta o dependientes Riqueza y Abundancia. Para las variables de respuesta Diversidad, Temperatura, Humedad, Precipitación utilizamos Modelos Lineales (LM's), con la finalidad de conocer el efecto del tipo de bosque (variable explicativa o independiente). Se trabajó con el programa estadístico *R*-, con un nivel de confianza de  $\alpha = 0,05$ . El p-valor para cada variable indica la relación, un valor de P pequeño (menor de 0.05) se consideró como significativo.

## **CAPÍTULO III: RESULTADOS**

### 3.1. Riqueza, abundancia y diversidad

Durante el presente estudio se colectaron un total de 1772 individuos de la familia Scarabaeidae, Subfamilia Scarabaeinae, correspondientes a 10 géneros y 21 especies. Del total de las 21 especies colectadas, 19 especies fueron generalistas para los dos tipos de bosque, Bosque No Intervenido y Bosque Intervenido, y dos especies fueron exclusivas del Bosque Intervenido, *Dichotomius reclinatus*, y *Eurysternus sp2* (Tabla 2).

**Tabla 2.** Abundancia, Riqueza y Diversidad (BNI=Bosque No Intervenido, BI=Bosque Intervenido).

Especie	BNI	BI	Total	(%) BNI	(%) BI	Total
<i>Canthidium aff. aurifex</i>	134	97	231	14,5	11,5	13,04
<i>Canthidium aff. coerulescens</i>	14	22	36	1,5	2,6	2,03
<i>Canthidium aff. haroldi</i>	18	31	49	1,9	3,7	2,77
<i>Canthidium sp2</i>	31	32	63	3,4	3,8	3,56
<i>Coprophanaeus edmonds</i>	2	6	8	0,2	0,7	0,45
<i>Deltochilum sp1</i>	7	8	15	0,8	0,9	0,85
<i>Deltochilum sp2</i>	28	18	46	3,0	2,1	2,60
<i>Dichotomius divergens</i>	98	91	189	10,6	10,7	10,67
<i>Dichotomius quinquidens</i>	161	154	315	17,4	18,2	17,78
<i>Dichotomius reclinatus</i>	0	2	2	0,0	0,2	0,11
<i>Dichotomius sp2</i>	183	194	377	19,8	22,9	21,28
<i>Eurysternus sp1</i>	2	1	3	0,2	0,1	0,17
<i>Eurysternus sp2</i>	0	1	1	0,0	0,1	0,06
<i>Ontherus sp1</i>	93	107	200	10,1	12,6	11,29
<i>Onthophagus sp1</i>	73	44	117	7,9	5,2	6,60
<i>Onthophagus sp2</i>	5	3	8	0,5	0,4	0,45
<i>Onthophagus sp3</i>	2	1	3	0,2	0,1	0,17
<i>Scatimus furcatus</i>	4	6	10	0,4	0,7	0,56
<i>Sulcophanaeus velutinus</i>	10	10	20	1,1	1,2	1,13
<i>Uroxys sp1</i>	8	9	17	0,9	1,1	0,96
<i>Uroxys aff. Brachialis</i>	52	10	62	5,6	1,2	3,50
<b>Abundancia :</b>	<b>925</b>	<b>847</b>	<b>1772</b>	<b>52.2</b>	<b>47.8</b>	<b>100</b>
<b>Riqueza:</b>	<b>19</b>	<b>21</b>				
<b>Diversidad (Índice de Simpson) :</b>	<b>0.87</b>	<b>0.86</b>				

Fuente: La autora.

El género más abundante y más diverso con 4 especies fue *Dichotomius*, sus especies representaron 49.8 % de la abundancia registrada en ambos tipos de bosque. (Anexo 2).

La especie más abundante en ambos sitios de muestreo fue *Dichotomius* sp2 con 377 individuos. Las especies menos abundantes del muestreo se encontraron en el BI, *Eurysternus* sp2 con un individuo y *Dichotomius reclinatus* con dos individuos.

De acuerdo a los datos arrojados por los estimadores de riqueza no paramétricos, la riqueza de especies en el BNI alcanzó los valores esperados, mientras que para el BI los estimadores predicen un mayor número de especies, sin embargo, al considerar los valores mínimos y máximos (Bootstrap y Jack2) se evidencia que se muestreó adecuadamente entre el 81 % y el 95 % de las especies en Bosque Intervenido. (Tabla 3).

**Tabla 3.** Indicadores no paramétricos para dos tipos de bosque (Bosque No Intervenido=BNI, Bosque Intervenido= BI)

Estimadores paramétricos	no	Especies estimadas		Especies observadas	
		BNI	BI	BNI	BI
ACE		19	22.78	19	21
ICE		19	23.06		
CHAO1		19	22.5		
CHAO2		19	22.49		
JACK1		19	23.98		
JACK2		16.07	25.95		
BOOTSTRAP		19.42	22.35		

Fuente: La autora

En relación a la riqueza, según los análisis estadísticos realizados no existen diferencias significativas entre el tipo de bosque y la riqueza de especies ( $p > 0.05$ ), ni entre la abundancia y el tipo de bosque ( $p > 0.05$ ) (Tabla 4). El mayor número de capturas se realizó en el BNI, (925 individuos) en relación con 847 individuos colectados en el BI. La diversidad según el índice de Simpson presentó valores similares entre los dos hábitats (BNI= 0.87 y BI = 0.86) (Tabla 2).

A nivel de especies, *Canthidium* aff. *aurifex* ( $Z = -2.424$ ,  $p < 0.05$ ) *Onthophagus* sp1 ( $Z = -2.653$ ,  $p < 0.05$ ) y *U. brachialis* ( $Z = -4.775$   $p < 0.001$ ) mostraron una relación negativa con el tipo de bosque, evidenciándose un mayor número de individuos de estas especies en el Bosque No Intervenido.

**Tabla 4.** Efecto de los factores abióticos en la riqueza y abundancia de las especies. Los valores significativos son indicados en negrita ( $p < 0.05$ ).

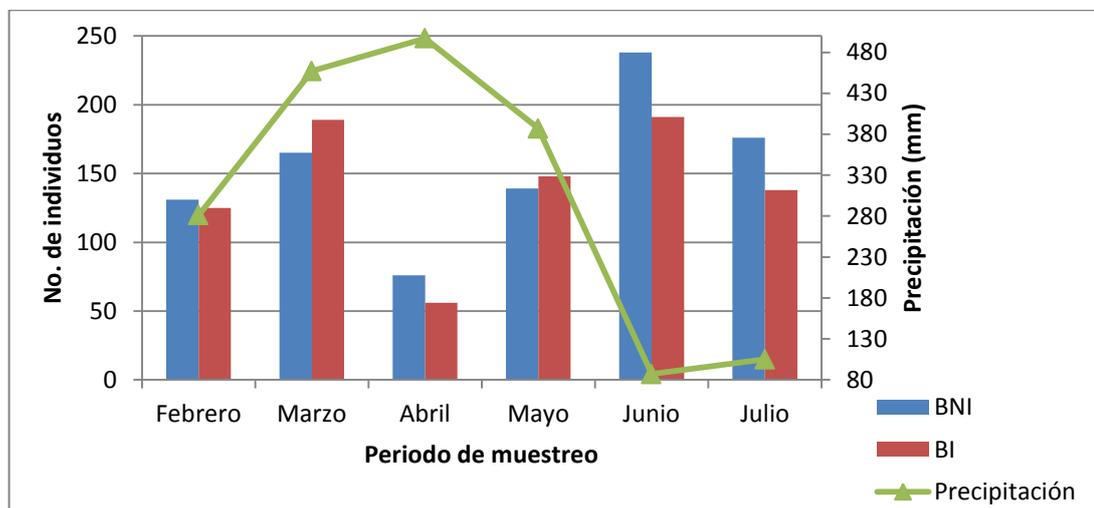
	Estacionalidad		Tipo de bosque		Humedad		Precipitación		Temperatura	
	Z	P	Z	P	Z	P	Z	P	Z	P
Riqueza	-1,67	0,095	-0,051	0,959	0,089	0,929	-1,28	0,201	-0,033	0,974
Abundancia	1,903	0,057	-0,21	0,834	-0,18	0,854	-8,18	<b>2,75E-16</b>	0,003	0,998
<b>Abundancia de especies</b>										
<i>Canthidiumaff. aurifex</i>	-1,482	0,1384	-2,424	<b>0,0154</b>	0,518	0,605	0,347	0,729	-1,467	0,142
<i>Canthidiumaff. coeruleascens</i>	2,303	<b>0,0213</b>	1,322	0,1861	-1,58	0,115	-0,44	0,66	0,149	0,881
<i>Canthidiumaff. haroldi</i>	0,376	0,7067	1,834	0,0666	0,193	0,847	-0,11	0,914	-0,469	0,639
<i>Canthidiumsp2</i>	<b>3,082</b>	<b>0,00206</b>	0,126	0,89975	<b>-2,31</b>	<b>0,0207</b>	-0,24	0,8135	-0,245	0,8067
<i>Coprophanaeususedmonds</i>	-2,237	<b>0,0253</b>	1,346	0,1785	-0	0,999	0,002	0,999	0	1
<i>Deltochiliumsp1</i>	1,977	<b>0,048</b>	0,258	0,796	-0,83	0,406	0,733	0,463	0,888	0,374
<i>Deltochiliumsp2</i>	2,549	<b>0,0108</b>	-1,462	0,1436	-2,11	<b>0,0347</b>	1,1	0,2713	-1,866	0,062
<i>Dichotomius divergens</i>	3,364	<b>0,000768</b>	-0,509	0,610711	-2,85	<b>0,004373</b>	-1,06	0,290573	3,558	<b>0,0004</b>
<i>Dichotomius quinquidens</i>	4,278	<b>1,88E-05</b>	-0,394	0,693	-6,64	<b>3,18E-11</b>	-3,447	<b>0,000567</b>	0,231	0,8175
<i>Dichotomius reclinatus</i>	1,119	0,263	0,004	0,997	0,002	0,999	-0	0,999	0,002	0,999
<i>Dichotomius sp2</i>	5,778	<b>7,54E-09</b>	0,566	0,571	-7,13	<b>9,94E-13</b>	-3,612	<b>0,000304</b>	0,105	0,916
<i>Eurysternussp1</i>	0,169	0,866	-0,566	0,571	0,003	0,997	-0	0,997	0,003	0,998
<i>Eurysternussp2</i>	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
<i>Ontherussp1</i>	-0,704	0,482	0,989	0,323	1,837	0,0662	-2,31	<b>0,0207</b>	0,514	0,6076
<i>Onthophagussp1</i>	-5,531	<b>3,18E-08</b>	-2,653	<b>0,00799</b>	3,835	<b>0,000126</b>	-1,12	0,264695	-1,576	0,1151
<i>Onthophagussp2</i>	2,094	<b>0,0363</b>	-0,7	0,4842	0	1	-0	0,999	0,002	0,998
<i>Onthophagussp3</i>	0,169	0,866	-0,566	0,571	0,003	0,997	-0	0,997	0,003	0,998
<i>Scatimusfurcatus</i>	0,185	0,853	0,628	0,53	0,182	0,856	-0,77	0,44	0,105	0,917
<i>Sulcophanaeusvelutinus</i>	1,799	0,072	0	1	-1,42	0,1563	-0,21	0,8343	1,806	0,0709
<i>Uroxyssp1</i>	-2,96	<b>0,00308</b>	0,242	0,80847	2,601	<b>0,00929</b>	-1,4	0,16043	0,529	0,5966
<i>Uroxysaff. brachialis</i>	-1,113	0,266	-4,775	<b>1,80E-06</b>	-1,58	0,1138	1,443	0,1489	-1,833	0,0668

Elaborado por: La Autora

### 3.2. Factores abióticos

No se encontró relación entre las variables de temperatura y humedad con la riqueza y abundancia (Anexos 3). Los análisis estadísticos realizados evidencian una relación negativa entre la abundancia de las especies y la precipitación ( $Z = -8.18$ ,  $p < 0.001$ ). (Tabla 4).

En los meses de menor precipitación (junio- julio) se colectaron 743 ejemplares de 18 especies, que representaron el 42 % de la abundancia total, mientras que en los meses de máxima precipitación, marzo y abril, se colectaron 486 individuos de 15 especies, que corresponde al 27,4 % de la abundancia total (Gráfico 1).



**Gráfico 1.** Variación de la abundancia de acuerdo a la precipitación en Bosque No Intervenido (BNI) y Bosque Intervenido (BI).

Fuente: La autora.

Al examinar estadísticamente la respuesta de cada especie de forma individual se evidenció una respuesta variable a los factores abióticos. Las especies *Dichotomius* sp2 ( $Z = -3.612$ ,  $p < 0.001$ ), *D. quinquidens* ( $Z = -3.447$ ,  $p < 0.001$ ), *Ontherus* sp1 ( $Z = -2.31$ ,  $p < 0.05$ ) fueron influenciadas negativamente por la precipitación. Las especies *Canthidium* sp2 ( $Z = -2.31$ ,  $p < 0.05$ ) *Deltochilum* sp2 ( $Z = -2.11$ ,  $p < 0.05$ ) *Dichotomius divergens* ( $Z = -2.85$ ,  $p < 0.001$ ) *D. quinquidens* ( $Z = -6.64$ ,  $p < 0.001$ ) y *Dichotomius* sp2 ( $Z = -7.13$ ,  $p < 0.001$ ) mostraron una relación negativa con la humedad, mientras que *Onthophagus* sp1 ( $Z = -3.835$ ,  $p < 0.001$ ) y *Uroxys* sp1 ( $Z = 2,061$   $p < 0.001$ ) fueron influenciadas positivamente por este mismo factor. La temperatura influyó positivamente sobre la especie *D. divergens* ( $Z = 3.55$   $p < 0.001$ ). Los tres factores abióticos considerados no explican la riqueza de especie.

## **CAPITULO IV: DISCUSIÓN Y ANÁLISIS**

#### 4.1. Riqueza, abundancia y diversidad

Tanto el Bosque No Intervenido, como el Bosque Intervenido no presentan diferencias significativas en su riqueza, el Bosque Intervenido (BI) presentó 21 especies, y un valor de diversidad según el índice de Simpson de 0.86, mientras que el Bosque No Intervenido (BNI), con 19 especies y un índice de Simpson de 0.87 fue ligeramente más diverso, lo que se atribuye a una menor dominancia de las especies en este tipo de bosques (Halffter & Arellano 2002).

En relación al mayor número de especies detectadas en el Bosque Intervenido, esto se debería a que este tipo de hábitat constituye un ensamblaje compuesto, es decir alberga especies tanto de zonas bien conservadas o del interior del bosque primario como de zonas muy perturbadas (Davis et al, citado por Noriega et al, 2007). Lo referido por estos autores concuerda con los hallazgos de este estudio, ya que en el Bosque Intervenido se encontraron especies tanto del interior del bosque primario, como de zonas abiertas. En el primer grupo se encontraron especies con poca capacidad de penetración en zonas de pastizal tales como *Dichotomius divergens* (Medina & Camero, 2006), *Dichotomius reclinatus* (Medina et al, 2001), así como las especies *Uroxys brachialis*, y *Sulcophanaeus velutinus*. En el segundo grupo se encontraron especies de amplia distribución como *Dichotomius* sp1, y *Onthophagus* sp1, además de especies que ocasionalmente ingresan a las áreas de pastizal como *Dichotomius quinquidens*, (Escobar & Chacón, 2002).

Es importante mencionar además que el BI en estudio ha tenido un periodo de recuperación de más de veinticinco años (comunicación personal), tiempo en el cual el proceso de sucesión se ha dado de forma natural, lo que ha permitido que fisonómicamente el bosque en la mayoría de su extensión luzca muy similar al bosque primario, a excepción de la zona sur donde se observan potreros y ganado. En este tipo de ecosistemas alterados el proceso de sucesión natural genera cambios y condiciones que hacen más heterogéneo el ambiente y crea nuevos espacios físicos de colonización que favorecen la entrada de nuevas especies (Curtis & Schnek, 2008), razón por la cual los resultados de algunos estudios han encontrado que en estadios medios de sucesión la biodiversidad es mayor que en estadios tardíos, (Pineda et al, 2005),(Noriega et al, 2007), indicando que los niveles de diversidad de los escarabajos coprófagos no estarían siempre relacionados al nivel de conservación de un ecosistema (Noriega et al, 2012), (Jacob et al, 2010).

Por su parte, según Aguilar (1999), la presencia de especies raras dentro del BI, con un número bajo de individuos, como es el caso de *Eurysternus* sp2 y *Dichotomius reclinatus*, al no ser parte de la composición original de la comunidad, serían un indicativo de una comunidad con algún grado disturbio.

Referente a la composición de la comunidad de escarabajos coprófagos del BNI y del BI la misma muestra una alta similitud con lo registrado en localidades de bosque muy húmedo premontano de la cordillera occidental de Colombia, donde García y Pardo en el año 2004, bajo condiciones ambientales y ecológicas similares, encontraron 16 especies, y 11 géneros para la familia Scarabaeinae, 8 de los cuales coinciden con los géneros hallados en el presente estudio, *Canthidium*, *Coprophanaeus*, *Deltochilum*, *Dichotomius*, *Onthophagus*, *Sulcophanaeus*, *Uroxys*, y *Ontherus*, los cuales representan también una alta proporción de la abundancia encontrada para ese sitio (95% del total de individuos capturados) en comparación al 99 % de las capturas que se registraron para el presente estudio.

En referencia a la abundancia la misma es superior en el Bosque No Intervenido, esto puede deberse a las mejores condiciones microclimáticas, cobertura vegetal, tipo de suelo, y a la mayor disposición de recursos alimenticios dentro de este tipo de bosque, el cual puede albergar y sostener una mayor comunidad de mamíferos locales cuyo excremento es la principal fuente de alimento de los escarabajos coprófagos (Halffter & Edmonds, 1982).

El género más abundante y diverso fue *Dichotomius*, este género es muy diverso y abundante en el Neotrópico, (Vaz de Mello et al, 2001), llegando a ser el grupo de escarabajos coprófagos dominante en ciertos bosques tropicales (Gill, 1991, citado por Arias, 2011). El género *Dichotomius* tiene 159 especies registradas para las Américas, presentando una mayor diversidad en Sur América donde se presentan más de 100 especies (Bohórquez & Montoya, 2009).

Sumado a su alta distribución, las especies del género *Dichotomius* suelen ser consideradas como generalistas ya que pueden habitar tanto en el interior del bosque, en las zonas de borde y en áreas de pastos (Amezquita et al, 1999), todo lo cual explicaría la dominancia de este género en los dos tipos de bosque estudiados.

A nivel de especies, *Dichotomius* sp2, fue la especie más abundante en los dos tipos de bosque, su amplia distribución en ambos hábitats sugiere que esta especie no estaría siendo afectada por los cambios que generan las perturbaciones dentro del BI.

Aunque el tipo de bosque no se relacionó de forma significativa con la abundancia y riqueza registradas durante el periodo de muestreo, este factor sí afectó de forma individual la abundancia de las especies *Canthidium* aff. *aurifex*, *Onthophagus* sp1 y *U. brachialis*, las cuales registraron un menor número de individuos en el Bosque Intervenido, lo que podría sugerir que estas especies prefieren las condiciones ecológicas y ambientales más estables que ofrece el bosque primario estudiado. En el caso específico de *U. brachialis* esta especie ha sido reportada como una especie típica de bosque primario (Escobar & Chacón, 2002)

#### **4.2. Factores abióticos**

El muestreo de las especies se realizó durante los meses de febrero a julio, en este periodo se observaron dos picos de lluvias en el mes de marzo y abril y un mínimo de las precipitaciones durante los meses de junio y julio que corresponden a la época seca en el área de estudio.

Los resultados indican que la precipitación influyó negativamente sobre la abundancia de las especies. El número de capturas se redujo durante los meses de mayor precipitación en ambos tipos de bosque, y se incrementó durante la época seca lo cual contrastan con lo expuesto por Escobar, (1997), Noriega et al (2007), que reportan mayor abundancia de los individuos de estos escarabajos en la época de lluvias (Anexo 1).

La relación negativa entre la precipitación y la abundancia de estas especies podría estar relacionada con una menor disponibilidad de recursos durante la época de máximas precipitaciones, ya que las lluvias pueden diluir el excremento o alterar las propiedades que permiten su localización.

Para (Begón et al, 2006), la reducción de la abundancia frente al incremento de las lluvias tendría que ver con el restablecimiento del equilibrio de la comunidad ante factores limitantes, lo cual significa que cuando las lluvias afectan por escases o exceso al equilibrio dinámico de las poblaciones éstas responden reduciendo su número.

De acuerdo a Martínez & Montes de Oca (1994) la humedad está relacionada positivamente con la abundancia de las especies de escarabajos coprófagos, es decir al aumentar la humedad se incrementa el número de escarabajos, no obstante este comportamiento solo se observó en las especies *Onthophagus* sp1, y *Uroxys* sp1.

Las especies *Canthidium* sp2, *Deltochilum* sp2, *Dichotomius divergens*, *D. quinquidens*, *Dichotomius* sp2 mostraron una relación inversa a lo expuesto anteriormente ya que al incrementarse la humedad se redujo la presencia de estas especies en los dos tipos de bosque. Lo anterior podría deberse a que estas especies responden mejor a otras variables microclimáticas como disponibilidad de alimento o incidencia de luz.

## CONCLUSIONES

- No existieron diferencias significativas al comparar la riqueza y abundancia de las especies de escarabajos coprófagos que habitan en el bosque primario y en el bosque secundario, esta falta de proporcionalidad entre el estado de conservación del bosque primario y la riqueza de especies permite concluir que ante una adecuada disponibilidad de recursos y cobertura vegetal las especies de escarabajos coprófagos, principalmente las especies generalistas se adaptan y aprovechan las condiciones que ofrece el bosque intervenido incrementando sus índices de biodiversidad.
- La temperatura y humedad no explicaron la riqueza ni la abundancia de las especies registradas en los dos tipos de bosque, esto pudo deberse a que sus valores están dados de forma general para toda el área de estudio, es decir sin considerar la fluctuación de ambas variables debido a las condiciones microclimáticas propias de cada bosque. La precipitación sin embargo, si se relacionó significativamente con la abundancia de los escarabajos coprófagos en los dos sitios de muestreo, influyendo negativamente sobre el número de individuos durante los meses de máximas precipitaciones, condición contraria a lo registrado en diferentes estudios, lo cual se debería a que las lluvias intensas en la zona reducen los recursos alimenticios al diluir el excremento.
- Aunque no se pudo establecer una respuesta ecológica clara de la comunidad de escarabajos coprófagos locales frente a las alteraciones de origen antrópico, los hallazgos encontrados en el presente estudio confirman la importancia del estudio de estas especies como bioindicadores de calidad de los hábitats.

## RECOMENDACIONES

- Continuar con estudios que permitan estimar la biodiversidad de escarabajos coprófagos en el Ecuador, así como profundizar en el conocimiento de los cambios en la composición de las comunidades, sus mecanismos de adaptación y respuesta ecológica a las perturbaciones humanas dentro de sus hábitats.
- Aumentar el periodo de muestreo de las especies de escarabajos coprófagos en diferentes regiones y bosques premontanos del país con la finalidad de conocer la dinámica de estas especies a través del tiempo y el espacio.
- Aunque el bosque secundario estudiado es estructuralmente más pobre que el bosque primario, y las estrategias de conservación deben enfocarse prioritariamente hacia el bosque primario, el bosque secundario también alberga una importante biodiversidad de escarabajos coprófagos, por lo que se recomienda profundizar los estudios de los Scarabaeinae en este tipo de bosques con la finalidad de promover la conservación de estos ecosistemas y evitar su transformación definitiva en zonas agrícolas o ganaderas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, A., Fagua, G., & Zapata, A.M. 2009. *Técnicas de Campo en Ambientes Tropicales Manual para el Monitoreo en Ambientes Acuáticos y Terrestres*. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, D.C. Colombia.
- Aguilar, N. 1999. *Criterios e indicadores de sostenibilidad ecológica: caracterización de la respuesta de dos grupos de insectos como verificadores*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Costa Rica.
- Amat, G., Gasca, H., & Amat, E. 2005. *Guía para la cría de Escarabajos*. Fundación Natura Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. Bancoideas Impresores.pp.80
- Amezquita, S., Amat, G., & A. Lopera. 1997. *Patrones de distribución de escarabajos coprófagos (Coleóptera: Scarabaeidae) en un relicto del bosque altoandino, cordillera oriental de Colombia*. *Caldasia* 19 (1 — 2): 191 — 204.
- Amezquita, S.J., Forsyth, A., Lopera, A., & Camacho.1999. *Comparación de la composición y riqueza de especies de escarabajos coprófagos (Coleóptera: Scarabaeinae) en remanentes de bosque de la Orinoquía Colombiana*. *Acta Zoológica Mexicana* 76:112-125
- Andrade, M. 1998. *Utilización de las mariposas como bioindicadores del tipo de hábitat y su biodiversidad en Colombia*. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 22(84): 407-421.ISSN 03703908.
- Andresen, E. 2005. *Interacción entre primates, semillas y escarabajos coprófagos en bosques húmedos tropicales: un caso de diplocoría*. *Rev. Universidad y Ciencia* 2: 73-84.
- Andresen, E.1999. *Seed dispersal by monkeys and the fate of dispersed seeds in a Peruvian rainforest*. *Biotropica* 31: 145-158

- Arias-Buriticá, J.A. 2011. *Revisión taxonómica de la Sección "Buqueti", Dichotomius Hope, 1838 (Coleóptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae)*. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, Departamento de Biología. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C.
- Audesirk, T., Audesirk, G., & Byers, B. 2004. *Biología Ciencias y Naturaleza*. Ed. Pearson Educación. México. P.319
- Barragán, F., Moreno, C.E., Escobar, F., Halffter, G., & Navarrete, D. 2011. *Negative Impacts of Human Land Use on Dung Beetle Functional Diversity*. PLoS ONE 6(3): e17976. doi:10.1371/journal.pone.0017976
- Begon, M., Townsend, C. R., & Harper J.L. 2006. *Ecology: from individuals to ecosystems*. 4a edition. Blackwell Publishing. London.
- Bohórquez J.C., & Montoya J. *Abundancia y preferencia trófica de Dichotomius belus (coleóptera: Scarabaeidae) en la reserva forestal de Colosó, Sucre*. Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle 10(1): 1-7, 2009 1
- Brandmayr, T. 2005. *Natural history and applied ecology of carabidbeetles*. University of Lueneburg, Germany.79 – 102 pp.
- Brown, K. 1991. Conservation of Neotropical environments: Insects as indicators. En: Conservation of Insects and their Environments, pp. 349-404. N. M. Collins and J. A. Thomas (eds.). London, Academic Press.
- Bustamante, M., Audrey, G., & Simonetti, J. 2004. *Dung decomposition and associated beetles in a fragmented temperate forest*. Maulino Forest. Revista chilena de historia natural 77: 107-120 p.
- Bustos-Gómez, F., & Lopera, A. 2003. *Preferencia por cebo de los escarabajos coprófagos (Coleóptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de un remanente de bosque seco tropical al norte del Tolima (Colombia)*. Vol. III. Sociedad Entomológica Aragonesa. Zaragoza. pp. 59–65

- Camero, E.1999. *Estudio comparativo de la fauna de coleópteros (Insecta: Coleoptera) en dos ambientes de bosque Húmedo tropical colombiano*. Rev. Colomb. Entomol. 25 (3-4): 131-136.
- Carvajal, J., & Urbina, J. 2008. *Patrones de diversidad y composición de réptiles en fragmentos de bosque seco tropical en Córdoba, Colombia*. Tropical Conservation Science 4: 397-416
- Carvajal, V., Villamarín, S., & Ortega, A. 2011. *Escarabajos del Ecuador* (pp. Xviii –350). Quito: Serie Entomología, Número 1
- Cepeda, J.1987. *Respuesta de los adultos de Gyriosomus Luczoti, (Coleoptera: Tenebrionidae) a las trampas de intercepción en un ecosistema árido costero del norte de Chile*. Folia Entomológica Mexicana 73: 89-99.
- Colín, J., Maeda, P., & Muñoz, P. 2006. *Análisis espacial de la riqueza de especies*. Biodiversitas 68: 6-10.
- Colwell, R., & Coddington, J. 1994. *Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation*. Philos. Trans. R. Soc. Lond. B. 345: 101-118
- Curtis, H., & Schnek, A. 2008. *Biología*. 6ta ed. Médica panamericana. Buenos Aires, Argentina. pp.1160
- Davis, A., Holloway, J.,Huijbregts, H., Krikken, J., Kirk, A.,& Sutton, S. 2001. *Dung beetles as indicators of change in the forest of northern Borneo*. Journal of Applied Ecology 38: 593-616.
- Delgado, P. 2012. *Influencia del hábitat sobre el ensamblaje de escarabajos coprófagos (scarabaeidae: scarabaeinae) en bosques secos en el municipio de Chimichagua (cesar)*. Tesis de grado. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología. Universidad Nacional de Colombia.
- Delgado, L.,& Márquez, J. 2006. *Estado del conocimiento y conservación de los coleópteros Scarabaeiodes (Insecta) del estado de Hidalgo, México*. Acta Zoologica Mexicana (n. s.), 22: 57–108.

- Dinakaran, S., & Anbalagan, S. 2007. *Diversity, Trophic relationships and biomonitoring potential of Ephemeroptera Plecoptera and Trichoptera communities in stream of southern Eastern Ghats*. Entomon 32(3) 169-175
- Doube, B. M. 1990. *A functional classifications for analysis of the structure of dung beetles assemblages*. Ecological Entomology 15, 369-382
- Duraes, R., Martins, W.P., & Vaz-de Mello, F. 2005. *Dung Beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) Assemblages across a Natural Forest-Cerrado Ecotone in Minas Gerais, Brazil*. Neotropical Entomology 34(5):721-731
- Escobar, F.; Halffter, G. & Arellano, L. 2007. *From forest to pasture: an evaluation of the influence of environment and biogeography on the structure of dung beetle (Scarabaeinae) assemblages along three altitudinal gradients in the Neotropical region*. Ecography, (30): 193 – 208.
- Escobar, F., & Chacón, P. 2002. *Distribución espacial y temporal en un gradiente de sucesión de la fauna de coleópteros coprófagos (Scarabaeinae, Aphodiinae) en un bosque tropical montano, Nariño – Colombia*. Revista de Biología Tropical. 48: 30-37
- Escobar, F. 1994. *Excremento, coprófagos y deforestación en bosques de montaña al sur occidente de Colombia*. Tesis de grado. Universidad del Valle. Cali, Colombia.
- Escobar, F. 1997. *Estudio de la comunidad de coleópteros coprófagos (Scarabaeidae) en un remanente de bosque seco al norte del Tolima, Colombia*. Caldasia 19: 419 - 430.
- Espinosa, D., & Llorente, J. 1996. *Biología Comparada: Comprender la Biodiversidad*. Biodiversitas 9: 11-14. Conabio, México.
- Estrada, A., & Coates, R. 1991. *How lemur keys (Alouatta palliata), dung beetles (Scarabaeidae) and seed dispersal: ecological interactions in the tropical rain forest of Los Tuxtlas, Mexico*. Journal of Tropical Ecology 7: 459-474
- Favila, M., & Halffter, G. 1997. *The use of indicator groups for measuring biodiversity as related to community structure and function*. Acta Zoologica Mexicana. (n.s) 72: 1 —25.

- Favila, M., & Halffter, G. 1994. *Los Scarabaeinae (Insecta Coleóptera) en el monitoreo de la Diversidad Biológica: Ensayos y Perspectivas*. Instituto de Ecología. México. (en prensa). 1-31 pp.
- Ferrer, P., & Sánchez, A. 2011. *Método de muestreo para escarabajos coprófagos. Iniciativa para el Mapeo de la Biodiversidad Neotropical (Neo Mapas)*. Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas. Reporte Técnico. Caracas, Venezuela, 17p
- Fraume, N. 2007. *Diccionario Ambiental Colección Textos Universitarios Área ecología y medio ambiente*. Eco Ediciones.p.62
- Fuentes, P. 2004. *Composición y distribución espacio-temporal de escarabajos coprófagos (Coleóptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) en el bosque municipal de Mariquita – Tolima*. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología. Bogotá, Colombia.
- García, J., & Pardo, L. 2004. *Escarabajos Scarabaeinae saprófagos (Coleóptera: Scarabaeidae) en un bosque muy húmedo premontano de los Andes occidentales colombianos*. *Ecología Aplicada*, 3 (1-2): 9-63
- Giraldo, C., Escobar, F., Chará, J., & Calle, Z. 2011. *The adoption of silvopastoral systems promotes therecovery of ecological processes regulated by dung beetles in the Colombian Andes*. *Insect Conservation and Diversity*. 4: 115-122
- González, J., De la Fuente, A., Hernández, S.L., Buzo, F.D., & Bonache, C. 2010. *Evaluación de estimadores no paramétricos de la riqueza de especies. Un ejemplo con aves en áreas verdes de la ciudad de Puebla, México*. *Animal Biodiversity and Conservation*, 33.1: 31–45.
- Gutiérrez, P. 2010. *Formulación de una guía metodológica estandarizada para determinar la calidad ambiental de las aguas de los ríos de el Salvador, utilizando insectos acuáticos*. Edit. Monika Springer, José Miguel Sermeño Chicas. San Salvador. pp. 6-22
- Halffter, G., & Arellano. 2002. *Response of dung beetle diversity to human-induced changes in a tropical landscape*. *Biotropica* 34: 144-154.

- Halffter, G., & M, Favila. 1993. *The Scarabaeinae (Insecta: Coleoptera) an animal group for analyzing, inventing and monitoring biodiversity in tropical rainforest and modified landscapes*. Biol. Int. 27: 15-21.
- Halffter, G., & W, Edmonds. 1982. *The nesting behavior of dung beetles (Scarabaeinae). an ecological and evolutive approach*. Instituto de Ecología. México, D.F. p. 176.
- Halffter, G., & Matthews, E. 1966. *The natural history of dung beetles of the subfamily Scarabaeinae (Coleoptera, Scarabaeidae)*. Folia Entomologica Mexicana. 12-14: 1-313.
- Halffter, G. 1991. *Historical and ecological factors determining the geographical distribution of beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae)*. Folia Entomologica Mexicana 82:195–238.
- Hanski & Cambefort. 1991. *Dung Beetle Ecology*. Princeton University Press, New Jersey. p. 520
- Hernández, M., Monteiro, L.R., & Favila, M. 2011. *The role of body size and shape in understanding competitive interactions within a community of Neotropical dung beetles*. Journal of Insect Science 11:13 available online: [insectscience.org/11.13](http://insectscience.org/11.13)
- Hernández, M. 2002. *The night and day of dung beetles (Coleoptera, Scarabaeidae) in the Serra do Japi, Brazil: elytra colour related to daily activity*. Revista Brasileira de Entomologia 46(4): 597-600
- Herrera, L.A. 2009. *Diversidad y distribución potencial de escarabajos coprófagos (Coleóptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) bajo escenarios de cambio climático en un paisaje fragmentado al Sur de Costa Rica*. Tesis de Maestría. Escuela de Posgrado. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica.
- Hodkinson & Jackson. 2005. *Terrestrial and aquatic invertebrates as bioindicators for environmental monitoring, with particular reference to mountain ecosystems*. Environ. Management. 35: 649-666.
- Holdridge, L. 1947. *Determination of world plant formations from simple climatic data*. Science 105:276-268

- Jacobs, C., Scholtz, C., Escobar, F., & Davis, A. 2010. *How might intensification of farming influence dung beetle diversity (Coleoptera: Scarabaeidae) in Maputo Special Reserve (Mozambique)?*. J Insect Conserv 4(4): 389-399.
- Jiménez, A., & Hortal, J. 2003. *Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos*. Revista Ibérica de Aracnología 8: 151-161
- Korasaki, V., Braga, R., Zanetti, F., Moreira, S., Vaz-de-Mello, F., & Louzada J. 2013. *Conservation value of alternative land-use systems for dung beetles in Amazon: valuing traditional farming practices* Biodivers Conserv 22:1485–1499
- Knapp, M., & Růzicka, J. 2012. *The effect of pitfall trap construction and preservative on catch size, species richness and species composition of ground beetles (Coleoptera: Carabidae)*. Entomol. 109: 419–426.
- Landres, B., Verner, J., & Thomas, J. 1998. *Ecological uses of vertebrate indicator species: A critique*. Conservation Biology 4: 316–329.
- Lee, S.M., & Chao, A. 1994. *Estimating population size via sample coverage for close capture-recapture models*. Biometrics 50:88-97.
- Londoño, B. 2004. *International Congress on Environmental Law: Property, Conflict and Environment*. Universidad del Rosario. Bogotá.
- Martínez, I., & Lumaret J.P. 2005. *Structure of the terminal ampulla in male larvae of *Canthon cyanellus leconte* (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae)*. The Coleopterists Bulletin, 59(1):35–39.
- Martínez, I., & Montes de Oca, E. (1994). *Observaciones sobre algunos factores microambientales y el ciclo biológico de dos especies de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Canthon)*. Folia Entomológica Mexicana, 91:47-59.
- Martínez, I., Cruz, M., Montes, E., & Suarez, T. 2011. *La Función de los escarabajos del estiércol en los pastizales ganaderos*. Secretaría de Educación de Veracruz. México.

- Medina, P., & Camero, E. 2006. *Estudio de la fauna de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) en un Bosque Húmedo Tropical de Colombia*. Entomotropica 21(3): 133-143.
- Medina, A., Lopera, A., Vitolo, A., & Gill, B. 2001. *Escarabajos Coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de Colombia*. Biota Colombiana 2(2):131-144.
- Ministerio del Ambiente. 2008. *Revisión del Avance y Situación Actual del Patrimonio de Áreas Naturales Protegidas del Ecuador (PANE)*. Quito.
- Ministerio del Ambiente. 2010. *Cuarto Informe Nacional para el Convenio sobre la Diversidad Biológica*. Quito.
- Ministerio del Ambiente. 2012. *Línea Base de Deforestación del Ecuador Continental*. Quito-Ecuador.
- Mittermeier, R., Goettsch, C., & Robles Gil P. 1997. *Megadiversidad. Los países biológicamente más ricos del Mundo*. Cemex. México, D.F
- Montes, J.M. 2010. *Efecto de borde en ensamblajes de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) en fragmentos de bosque en el nordeste antioqueño*. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia.
- Morón, M. A. 2003. *Atlas de los escarabajos de México. Coleoptera: Lamellicornia, Familias Scarabaeidae, Trogidae, Passalidae y Lucanidae*. vol. 2. Argania, Barcelona. p. 227.
- Morón, M. A. 2004. *Escarabajos 200 millones de años de evolución*. Instituto de Ecología, AC, Xalapa. Sociedad Entomológica Aragonesa, Zaragoza. pp. 204
- Murtaugh, P. A. 1996. *The statistical evaluation of ecological indicators*. Ecological Applications, 6(1): 1321-139
- Myers, N. 1988. *Threatened biotas: "Hot spots" in tropical forests*. The Environmentalist 8:1-20
- Navarro, L., Román, K., Gómez, H., & Pérez Antonio. 2011. *Listado de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de la serranía de Coraza, Sucre (Colombia)*. Rev. Colomb Cienc. 3(2).263-265

- Nichols, E., Spector, J., Louzada, T., Laesen, S., Amezcuita., & Favila, M. 2008. *Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles*. Biological Conservation (141): 1460-1470
- Noriega, J., Palacios, J., Monroy, J., & Valencia, E. 2012. *Estructura de un ensamblaje de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) en tres sitios con diferente uso del suelo en Antioquia, Colombia*. Rev. Actual Biol. 34 (96): 42-52,
- Noriega, J., Realpe, E., & Fagua G. 2007. *Diversidad de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) en un bosque de galería con tres estadios de alteración*. Universitas Scientiarum. 1 (12): 41-63
- Otavo, S., Parrado-Rosselli, A., & Noriega, J. 2013. *Súperfamilia Scarabaeoidea (Insecta: Coleoptera) como elemento bioindicador de perturbación antropogénica en un parque nacional amazónico*. Rev. Biología Tropical. 61 (2): 732-750. ISSN 0034-7744
- Pedrocchi, C. 1985. *Los artrópodos epigeos del macizo de San Juan de la Peña (Jaca, Huesca)*. Revista Pirineos. 124: 5: 52.
- Peck, S.B., & Davies, A. E.1980. *Collecting small beetles with large-area "window" traps*. The Coleopterists Bulletin, 34:237-239
- Pineda, E., Moreno, C., Escobar, F., & Halffter, G. 2005. *Frog, Bat, and Dung Beetle Diversity in the Cloud Forest and Coffee*. Conservation Biology 19(2): 400-410.
- Pinilla, G.1996. *Indicadores biológicos en ecosistemas acuáticos continentales de Colombia. Compilación bibliográfica*. Fundación Jorge Tadeo Lozano. pp. 65
- Prieto, C., & Dahners, C.2006. *Sección Morfológica, Comportamiento, Ecología, Evolución y Sistemática Eumacine (Lepidoptera: Lycaenidae) del cerro San Antonio: Dinámica de la Riqueza y Comportamiento de "Hilltopping"*. Revista Colombiana de Entomología 32(2):179-190.
- Pulido, L., Riveros, R., Gast, F., & Hildebrand, P. 2003. *Escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) del Parque Nacional Natural "Serranía de Chiribiquete". Caqueta. Colombia (Parte I)*. Monografías Tercer Milenio. Sociedad Entomológica Aragonesa. 3: 51–58.

- Rhoades, R. 2001. *Tendiendo puentes entre los paisajes humanos y naturales: la investigación participativa y el desarrollo ecológico en una frontera agrícola andina*. Ed. AbyaYala. Ecuador. p.78
- Robalino, J.C.2013. *Escarabajos coprófagos (Coleóptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) como indicadores de diversidad biológica*. Tesis de grado. Escuela de Ciencias Biológicas y Ambientales. Departamento de Biología. Universidad Técnica Particular de Loja.
- Sánchez, O.2003.*Conservación de ecosistemas templados de montaña en México*. Ed. Instituto Nacional de Ecología. México. p.96
- Smith, L.R., & Smith, M. 2001. *Ecología.4a*.Ed.Pearson Educación, Madrid, España.p.126
- Thani, I., & Phalaraksh, C. 2008. *A preliminary study of aquatic insect diversity and water quality of Mekong river*. Thailand. p.26
- Vaz de Mello, F., J. Louzada., & M. Gavino. 2001. *Nova especie de Dichotomius Hope, 1838 (Coleóptera, Scarabaeidae) do Espírito Santo, Brasil*. Revista Brasileira de Entomología 45(2): 99-102

## WEB

Escalante, T. *¿Cuántas especies hay? Los estimadores no paramétricos de Chao*. Revista Elementos Ciencia y Cultura. [en línea] 2003, [Fecha de consulta: 4 de marzo de 2015] Disponible en <<http://www.elementos.buap.mx/num52/htm/53.htm>>

Gobierno de la provincia de Pichincha. (s.f.). *Caracterización Municipal y Parroquial – cantón San Miguel de los Bancos*. [en línea]. [Fecha de consulta: 07/02/2014]. Disponible en:

[http://www.pichincha.gob.ec/phocadownload/pgd/2carcantyparr/8smigbanc/122\\_cantonsanmiguellosbancos.pdf](http://www.pichincha.gob.ec/phocadownload/pgd/2carcantyparr/8smigbanc/122_cantonsanmiguellosbancos.pdf).

Heredia, C. *Evolución de la relocalización del alimento de escarabajos coprófagos (Coleóptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae)*. [artículo en línea]. 2007, [Fecha de consulta: 09/09/2014]. Disponible en: [http://tux.uis.edu.co/labsist/docencia/20078\\_2007/Santos-Heredia.M.C.pdf](http://tux.uis.edu.co/labsist/docencia/20078_2007/Santos-Heredia.M.C.pdf)

INBIO. *Familia Scarabaeidae*. [en línea]. (s.f.),[Fecha de consulta: 14/09/2014]. Disponible en: <http://www.inbio.ac.cr/papers/lameli/scarab.html#Sca>

López, A., Williams, G. *Evaluación de métodos no paramétricos para la estimación de riqueza de especies de plantas leñosas en cafetales*. Boletín de la Sociedad Botánica de México [en línea] 2006, [Fecha de consulta: 4 de marzo de 2015] Disponible en:<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57707802>ISSN 0366-2128

Morelli, E. *Diversidad, distribución temporal y trófica, y patrones de nidificación de un agregado de especies de escarabeidos coprófagos (coleóptera) en un campo natural pastoreado (cerro colorado, dpto. de florida)*. [Tesis Doctoral][en línea]. 2005, [Fecha de consulta: 09/09/2014]. Disponible en: <http://www.bib.fcien.edu.uy/files/etd/biol/uy24-11310.pdf>

Moreno, J., Lasso, L., Haro, R., Cazar, C., & Yerovi, F. *Generación de geoinformación para la Gestión del territorio a nivel nacional escala 1: 25 000*. [en línea] 2013, [Fecha de consulta: 10/05/2014]. Disponible en: [http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/pdot/zona2/nivel\\_del\\_pdot\\_cantonal/pichincha/san\\_miguel\\_de\\_los\\_bancos/memoria\\_tecnica/mt\\_los\\_bancos\\_geopedologia.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/pdot/zona2/nivel_del_pdot_cantonal/pichincha/san_miguel_de_los_bancos/memoria_tecnica/mt_los_bancos_geopedologia.pdf)

Proaño, G. *Informe Geológico de La Cuenca Del Río Tatalá*. [en línea] 2007 [Fecha de consulta: 25/05/2014]. Disponible en: <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5883/8/Definitivo%20cuenca%20tatala.docx>

Puig, A. (s.f). *Bioindicadores*. [artículo en línea] (s.f),[Fecha de consulta: 08/08/2014]. Disponible en: <http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/Bioindic.htm>

Vilches, A., Gil Pérez, D., Toscano, J.C., & Macías, O. «*Biodiversidad*» [artículo en línea] 2014, [Fecha de consulta: 20/05/2014]. Disponible en: <http://www.oei.es/decada/accion.php?accion=14>

WGS.2014. *Escarabajos Coprófagos (Coleóptera: Scarabaeinae)*[en línea] (s.f) [Fecha de consulta: 1/05/2014]. Disponible en: <http://colombia.wcs.org/es-es/especies/escarabajoscopr%C3%B3fagos.aspx>

## ANEXOS

**Anexo 1.** Variación mensual de la abundancia de las especies de escarabajos coprófagos en relación a los factores abióticos: Precipitación, Temperatura y Humedad.

Especie	PERIODO DE MUESTREO						
	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Total
<i>Canthidium aff. aurifex</i>	51	43	29	30	42	36	231
<i>Canthidium aff. coerulescens</i>	3	7	0	2	19	5	36
<i>Canthidium aff. haroldi</i>	7	7	12	2	15	6	49
<i>Canthidium sp2</i>	5	13	0	2	34	9	63
<i>Coprophanaeus edmonds</i>	0	8	0	0	0	0	8
<i>Deltochilum sp1</i>	0	3	0	4	4	4	15
<i>Deltochilum sp2</i>	4	9	4	0	17	12	46
<i>Dichotomius divergens</i>	18	32	7	56	42	34	189
<i>Dichotomius quinquidens</i>	20	75	21	68	58	73	315
<i>Dichotomius reclinatus</i>	0	0	0	0	2	0	2
<i>Dichotomius sp2</i>	25	81	24	89	50	108	377
<i>Eurysternus sp1</i>	1	0	0	0	2	0	3
<i>Eurysternus sp2</i>	1	0	0	0	0	0	1
<i>Ontherus sp1</i>	43	31	25	16	71	14	200
<i>Onthophagus sp1</i>	51	20	8	3	33	2	117
<i>Onthophagus sp2</i>	0	0	0	1	7	0	8
<i>Onthophagus sp3</i>	1	0	0	0	2	0	3
<i>Scatimus furcatus</i>	2	2	0	0	6	0	10
<i>Sulcophanaeus velutinus</i>	1	3	0	7	5	4	20
<i>Uroxys sp1</i>	10	1	2	1	3	0	17
<i>Uroxys aff. brachialis</i>	13	19	0	6	17	7	62
Abundancia	256	354	<b>132</b>	287	<b>429</b>	314	1772
Riqueza	17	16	<b>9</b>	14	<b>18</b>	13	
Precipitación (mm)	281	457	<b>497</b>	387	<b>87</b>	105	
Humedad %	94	93	<b>94</b>	93	<b>92</b>	92	
Temperatura °C	20,3	20,5	<b>20,6</b>	20,7	<b>20,3</b>	20,2	

**Anexo 2.** Categorización de los Género encontrados según su Abundancia Relativa.

Nº	Género	Abundancia (%)	
		Bosque No Intervenido	Bosque Intervenido
1	<i>Dichotomius</i>	47.78	52.07
2	<i>Canthidium</i>	21.30	21.49
3	<i>Ontherus</i>	10.05	12.63
4	<i>Onthophagus</i>	8.65	5.67
5	<i>Uroxys</i>	6.49	2.24
6	<i>Deltochilum</i>	3.78	3.07
7	<i>Sulcophanaeus</i>	1.08	1.18
8	<i>Scatimus</i>	0.43	0.71
9	<i>Coprophanaeus</i>	0.22	0.71
10	<i>Eurysternus</i>	0.22	0.24
<b>Total:</b>		<b>100 %</b>	<b>100 %</b>

**Anexo 3.** Relación de la Temperatura y Humedad con la riqueza y abundancia de los escarabajos coprófagos en el área de estudio.

