



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

**ÁREA BIOLÓGICA**

TÍTULO DE INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL

**Estudio de los escarabajos como indicadores de la diversidad biológica en el  
Bosque los Encinos-Parroquia Chitan de Navarretes-Cantón Montufar-  
Provincia de Carchi**

TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN

**AUTOR** : Pozo Quel, Galo Esteban.

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

CENTRO UNIVERSITARIO SAN GABRIEL

2015



## CERTIFICACIÓN

Ingeniero.

Diego Stalin Marín Armijos

DIRECTOR DEL TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN

### C E R T I F I C A:

Que el presente trabajo, denominado: “ESCARABAJOS COMO INDICADORES DE DIVERSIDAD BIOLÓGICA EN EL BOSQUE LOS ENCINOS. SAN GABRIEL-CARCHI-ECUADOR” realizado por el profesional en formación: Galo Esteban Pozo Quel; cumple con los requisitos establecidos en las normas generales para la Graduación en la Universidad Técnica Particular de Loja, tanto en el aspecto de forma como de contenido, por lo cual me permito autorizar su presentación para los fines pertinentes.

Loja, abril de 2015

f).....

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

“Yo, Pozo Quel Galo Esteban, declaro ser autor del presente trabajo y eximo expresamente a la Universidad Técnica particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales”.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 67 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 de tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”.

f.....

Pozo Quel Galo Esteban

CI. 0401313663

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de investigación lo dedico a mis amados padres, hermanos y sobrinos, ya que con su valioso apoyo y cariño brindado, me ayudó a dejar de ser un desterrado de mi amada patria y lograr alcanzar este preciado anhelo, que me brinda una visión más clara y estable de mi vida a futuro.

A todos los migrantes ecuatorianos que vagan por el mundo en busca de mejores días para los suyos, a los que respeto y le ruego a Dios que su destierro termine algún día y puedan regresar a reencontrarse con sus familias, que es lo más valioso y preciado que una persona puede tener.

## **AGRADECIMIENTO**

Sobre todo agradezco a Dios por ser mi amigo fiel, mi fe, mi luz, mi verdad, mi esperanza, mi ilusión, mi fortaleza, mi guía, mi aliento, mi maestro y mi juez toda mi vida y por permitirme lograr esta meta planteada.

A mis padres, mis hermanos y mi sobrino Telmo por su valiosa ayuda y compañía durante el trabajo de campo realizado en el bosque de los Encinos.

A la Universidad Técnica Particular de Loja por haberme brindado la oportunidad de adquirir nuevos conocimientos que me permiten aportar profesionalmente a la protección y conservación de la biodiversidad

Al Ing. Diego Marín Armijos, por orientarme, asesorarme, y compartir sus conocimientos con mi persona y al Dr. Carlos Iván Espinosa, mi sincero agradecimiento por el tiempo y paciencia dedicados.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	I
CERTIFICACIÓN.....	IV
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.....	V
DEDICATORIA.....	VI
AGRADECIMIENTOS .....	VII
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>7</b>
<b>2. METODOLOGÍA.....</b>	<b>12</b>
2.1 ÁREA DE ESTUDIO .....	12
2.2 ESPECIE DE ESTUDIO.....	14
2.3 TÉCNICAS DE MUESTREO .....	16
2.3.1 <i>Riqueza y abundancia</i> .....	16
2.3.1.1 Muestreo escarabajos.....	17
2.3.2 <i>Manejo de muestras</i> .....	18
2.3.3 <i>Factores bióticos y abióticos</i> .....	19
2.3.4 <i>Análisis de datos</i> .....	20
<b>3. RESULTADOS .....</b>	<b>21</b>
3.1 RIQUEZA, ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD .....	21
3.1.1 <i>Rango de abundancias</i> .....	23
3.2 FACTORES ABIÓTICOS .....	24
<b>4. DISCUSIÓN.....</b>	<b>25</b>
4.1 RIQUEZA, ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD .....	25
4.2 FACTORES ABIÓTICOS .....	26
<b>4. CONCLUSIONES.....</b>	<b>27</b>
<b>5. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>27</b>
<b>6. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>28</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>33</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Temperatura, precipitación y humedad con su respectiva desviación estándar.....	19
<b>Tabla 2.</b> Porcentaje y Número de especies capturadas en BNI y BI.....	21
<b>Tabla 3.</b> Estimadores no paramétricos en dos tipos de bosque.....	23

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Morfología externa básica de los escarabajos.....	16
<b>Figura 2.</b> a) Bosque No Intervenido; b) Bosque Intervenido.....	23

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Curvas de acumulación de especies en BNI y BI.....	22
<b>Gráfico 2.</b> Variación temporal de la abundancia y riqueza de escarabajos en Bosque No Intervenido y Bosque Intervenido.....	24

## ÍNDICE DE FOTOS

<b>Foto 1.</b> <i>Centrolene buckleyi</i> .....	14
<b>Foto 2.</b> Trampas pit-fall colocadas en bosque.....	17
<b>Foto 3.</b> Trampas pit-fall cebadas con heces de cerdo .....	18
<b>Foto 4.</b> Fundas ziploc con escarabajos en alcohol potable.....	18
<b>Foto 5.</b> Identificación de especies en laboratorio de UTPL.....	19

## RESUMEN

El estudio de escarabajos como indicadores de diversidad biológica se efectuó en el bosque protector los Encinos, ubicado en la Parroquia Chitan de Navarretes-Cantón Montufar-Carchi, durante los meses de febrero a julio del 2013, en dos tipos de remanente de bosque: bosque no intervenido (BNI) y bosque intervenido (BI), los cuales se diferencian por su cobertura vegetal. Para la captura se utilizaron trampas tipo pit-fall, con un atrayente o cebo de heces de cerdo, en un lapso de seis monitoreos mensuales.

Se capturaron 426 individuos, que agrupan a 5 familias y 10 especies. La especie más abundante corresponde a un carábido especie Sp3 con 203 individuos para ambos sitios de muestreo y los menos abundantes son *Golofa* sp1., y *Phyllophaga* sp2., con un solo individuo en un sitio de muestreo. De la familia Scarabaeidae se realizó la captura de 4 especies, en donde de la especie *Uroxys* aff. *rugatus*, se capturo un total de 69 individuos, correspondiente el 13.52% para Bosque No Intervenido (BNI) y el 17.14% para Bosque Intervenido (BI).

Las curvas de acumulación de especies tanto para BNI y BI alcanzaron la asíntota, por lo que el esfuerzo de muestreo aplicado fue correcto. El índice de diversidad de Simpson en el BNI (0,5159) fue menor al BI (0,6598). El rango de abundancia para Bosque No Intervenido nos indica que se distribuye de una manera equitativa. A diferencia de Bosque Intervenido que denota una dominancia, por parte de dos especies de carábidos.

En cuanto a la relación que existe entre los factores abióticos y los dos tipos de bosque, se demuestra que las variables ambientales no ejercieron mayor presión sobre la comunidad.

**Palabras clave:** riqueza, especies, diversidad, escarabajos, abundancia, factores abióticos, equitativa, dominancia, carábidos.

## SUMMARY

The study of scarabs like indicators of biological diversity were made in the protective forest the Encinos, located in the Parish Chitan of Navarretes-canton Montufar-Carchi, during the months of February to July of the 2013, in two types of forest remainder: non managed forest (BNI) and managed forest (BI), which differ for their vegetable covering. For the capture traps type pit-fall were used, with an attractive one or bait of pig grounds, in a lapse of six monthly monitoring's.

426 individuals were captured that contain to 5 families and 10 species. The most abundant species corresponds to a carábido species Sp3 with 203 individuals for both sampling places and the less abundant ones are *Golofa* sp1, and *Phyllophaga* sp2, with a single individual in a sampling place. Of the family Scarabaeidae was carried out the capture of 4 species where of the species *Uroxys* aff. *rugatus*, you captures a total of 69 individuals, corresponding 13.52% for Non Managed Forest (BNI) and 17.14% for Managed Forest (BI).

The curves of accumulation of species so much for BNI and BI they reached the asíntota, for what the effort of applied sampling was correct. The index of diversity of Simpson in the BNI (0, 5159) he/she went smaller to the BI (0, 6598). The range of abundance for Non Managed Forest indicates us that it is distributed in an equal way. Contrary to Managed Forest that denotes dominance, on the part of two carábidos species.

As for the relationship that exists between the factors abiotic and the two forest types, it is demonstrated that the environmental variables didn't exercise bigger pressure on the community.

**Password:** *wealth, species, diversity, scarabs, abundance, factors abiotic, equal, dominance, carábidos.*

## 1. INTRODUCCIÓN

Desde el punto de vista zoogeográfico, los bosques de la ceja andina presentes en la provincia del Carchi, se encuentran dentro del piso zoogeográfico altoandino y forman parte de la Ecoregión de los Andes del Norte, la cual se caracteriza por su alta diversidad de especies y endemismo (Boada & Campaña, 2008). Sin embargo, la tala y quema de páramos y bosques andinos, así como el avance de la frontera agrícola, introducción de ganado lechero han contribuido con la fragmentación y destrucción de los ecosistemas altoandinos ocasionando notorios y preocupantes cambios en su ambiente. Todas estas amenazas son los principales problemas que enfrenta este frágil ecosistema (Mena-Vásquez & Ortiz, 2003).

Por tanto, evaluar o cuantificar estos cambios en los ecosistemas son importantes. Lo cual permite un mejor manejo y planificación de los mismos. Actualmente se están utilizando diferentes grupos de organismos, como indicadores de calidad ambiental. Los escarabajos son uno de estos grupos que nos permiten evaluar las respuestas biológicas, para determinar el impacto ocasionado por las actividades humanas (Halffter & Matthew, 1996; Halffter & Favila, 1997). Los cuales son un excelente grupo indicador debido a que constituyen el grupo faunístico más diverso y cobran especial importancia en los estudios ecológicos, pues se encuentran en todos los tipos de ecosistemas terrestres.

Además, se constituye un grupo focal que incluye numerosas especies de importancia económica e indicadoras de zonas naturales, por lo que puede convertirse en una fuerte herramienta para estudios de conservación, debido a su sensibilidad a los cambios en el ecosistema, especificidad por un hábitat y la facilidad para estandarizar los métodos de recolección (Klein, 1989; Halffter & Matthew, 1996). Por lo que han sido considerados un taxón focal ideal para la investigación sobre biodiversidad y conservación (Halffter & Favila, 1993; Halffter & Favila, 1997). También es importante indicar que los escarabajos ocupan una gran variedad de nichos funcionales y microhábitats (Kremen *et al.*, 1993). También se sabe que su riqueza decrece notablemente con el incremento de la altitud (Lobo & Halffter, 2000). Por lo que el gradiente altitudinal, temperatura, humedad y precipitación inciden notablemente en la riqueza, composición y distribución de las comunidades de escarabajos (Huston, 1994; Escobar *et al.*, 2005).

Los cambios ocurridos sobre las comunidades de insectos por fragmentación o destrucción de ecosistemas, nos lleva a plantearnos muchas preguntas, como el conocer cómo reaccionan estos organismos a este fenómeno. En respuesta a esta pregunta se están utilizando diversos taxa de animales y vegetales, entre los cuales los escarabajos son un grupo muy utilizado por su importancia ecológica en las comunidades naturales (Kremen *et al.*, 1993; Laurence *et al.*, 1997). En la presente investigación evaluamos los cambios en la riqueza y composición de las especies de escarabajos a lo largo de un gradiente de manejo en un bosque montano altoandino.

## OBJETIVOS

- Examinar el cambio en la abundancia y riqueza de especies de escarabajos 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.

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1 Área de Estudio.

El área de estudio se encuentra localizada entre las parroquias de Cristóbal Colón y Chitan de Navarretes, en el Cantón Montufar, Provincia de Carchi. Tiene una altitud que va desde los 3100 a 3600 m s.n.m. Presenta un clima templado-frío, con una temperatura anual entre 8°C a 12°C y una precipitación promedio anual de 1500-1700 mm (Sierra, 1999).

El Bosque Protector los Encinos cuenta con aproximadamente 474 hectáreas entre bosque y páramo, las cuales son de propiedad privada de pobladores locales y organizaciones campesinas. Este bosque actualmente no se encuentra regulado ni monitoreado por ninguna entidad del estado, razón por la cual se encuentra en riesgo, debido al avance de la frontera agrícola para el cultivo de papas y cambio del bosque por pastizales para ganadería de leche.

El Bosque Protector los Encinos, forma parte de la Cordillera de Los Andes, dentro de la Ecoregión Andes del Norte, la cual se caracteriza como una de las áreas de mayor biodiversidad del planeta (Dinerstein et al., 1995). Uno de los servicios ambientales más importantes que provee esta área se relaciona con la provisión de agua potable y de riego para las parroquias aledañas al área de estudio como Cristóbal Colón y Chitan de Navarretes.

Su riqueza biológica como un ecosistema de montaña ha sido destacada (Fuentes, 2003), ya que es considerado como uno de los pocos remanentes de bosque andino que aún quedan en el país. La importancia del Bosque Protector los Encinos también radica en que este constituye en uno de los bancos genéticos vivientes de especies extintas en el resto de la serranía ecuatoriana (Palacios, 1989; Dinerstein et al., 1995; Cuamacás & Tipaz, 1995).

La flora nativa de la zona, forma parte de dos unidades de vegetación natural: Bosque Siempre Verde Montano Alto y Páramo de Frailejones localizados entre 3200 y 3600 m s.n.m. (Valencia et al., 1999).

Las especies dominantes de este sector constituyen tres especies de árboles de encinos estas son *Weinmannia cochensis*, *W. pinnata* y *W. rollottii* (Cunoniaceae)

abundantes y características de este bosque. De manera aislada se registran dos especies de pumamaqui *Oreopanax ecuadorensis* y *O. argentatus* (Araliaceae) y la guayusa *Hedyosmum cumbalense* (Chloranthaceae).

En el bosque hay presencia de especies de hierbas trepadoras como *Passiflora mixta* (Passifloraceae) y *Bomarea multiflora* (Amarillidaceae), así como también de las hierbas terrestres *Arracacia zanthorrhiza* (Apiaceae) y *Calceolaria sericea*, que son notorias sobre todo en las partes claras en el borde del bosque. Así también se aprecia abundancia de bromelias del género *Guzmania* sp., cuyos hospederos son casi todos los árboles de encino.

En la parte alta del bosque Protector Los Encinos, (3700 m s.n.m.) existe una zona grande de páramo de frailejones, que forma parte del área de amortiguamiento de la Reserva Ecológica El Ángel. La especie dominante es el frailejón *Espeletia pycnophylla* (Asteraceae).

Dentro de los mamíferos se tiene a especies de importancia para la conservación como: el sachacuy o cuy de monte (*Agouti taczanowskii*) que consta dentro del libro rojo de especies amenazadas (Hilton-Taylor, 2000) como especie casi amenazada; el cusumbo, cuchucho o tejón andino (*Nasuella olivacea*) especie de muy rara presencia en el sitio. Según la IUCN (Hilton-Taylor, 2000) es una especie con datos insuficientes. Esta especie es indicadora de un ecosistema en un estado de conservación todavía estable y que a la vez es sensitiva a los cambios en su hábitat. También se registran especies endémicas del ratón andino (*Thomasomys paramorum*) que según Albuja, (2002), sólo se encuentran en los páramos centrales del Ecuador. Se destaca también la presencia del armadillo (*Dasypus novemcinctus*) y el cusillo (*Potos flavus*) y que pueden ser los registros más altos y únicos en la región interandina.

En lo que respecta a la Ornitofauna, se registran un total de 45 especies de aves agrupadas en 18 familias y 7 órdenes. Siendo la familia de las “tangaras” Thraupidae la más representativa con 10 especies, seguida por el grupo de los “atrapamoscas” Tyrannidae con 6 especies; la familia de los “quindes” o colibríes Trochilidae, de las “reinitas” Parulidae y la de los “semilleros” Emberizidae.

Dentro de los registros de herpetofauna se pueden apreciar 9 especies, dentro de 4 familias. 7 especies son anuros y dos son saurios. Tres se hallan distribuidas solo en Ecuador, en donde se destaca *Stenocercus ángel*, la cual es una especie endémica solo para la provincia del Carchi (Coloma, 1995).

Además dentro del área se registra la presencia de *Centrolene buckleyi* (Ver Foto 1), especie que hace 28 años atrás fue declarada extinta en nuestro país. La presencia de *Centrolene buckleyi* constituye uno de los registros más importantes para el bosque Protector de los Encinos y que según Coloma (1995), el estatus poblacional de esta rana es de amenaza crítica.



**Foto 1:** *Centrolene buckleyi*.

**Fuente:** Plan de apoyo a la conservación y manejo del bosque los encinos.

Para esta investigación se seleccionaron dos tipos de bosque:

- Bosque No Intervenido (BNI): esta área corresponde a un remanente de ceja de montaña, que según Sierra (1999), corresponde a un *Bosque Siempre Verde Montano Alto*, localizado en el centro oriente de la Provincia del Carchi, a 7 km de la cabecera parroquial de Chitan de Navarretes, entre las coordenadas: longitud  $-77^{\circ}48'47.2248''$  y latitud  $0^{\circ}40'14.1738''$  a 3449 m s.n.m.
- Bosque Intervenido (BI): Esta área corresponde a ceja de montaña, intervenida por el avance de la frontera agrícola, en donde la influencia del hombre es determinante, ya que la implementación de sistemas de producción agropecuarios y de extracción forestal inadecuados, ha cambiado la estructura original de la vegetación y el paisaje, en su lugar han aparecido monocultivos, especialmente cultivo de papa y pastizales destinados para la ganadería de leche. Se encuentra ubicada entre las coordenadas: longitud  $-77^{\circ}48'20.7612''$  y latitud  $0^{\circ}39'18.5292''$ , a 3206 m s.n.m.

## **2.2. Especie de estudio.**

Los coleópteros constituyen el grupo faunístico más diverso y cobran especial importancia en los estudios ecológicos, pues se encuentran en todos los tipos de ecosistemas terrestres. Resulta, además, un grupo focal que incluye numerosas especies de importancia (Lozada et al., 2004).

A nivel mundial se conocen alrededor de 358,000 especies descritas, lo cual corresponde a aproximadamente el 40% del total de insectos y 30% de animales (Costa, 2000). Están agrupados en 165 familias a nivel mundial (Lawrence y Newton,

1995), pero para Latinoamérica se conocen 129 familias; 6,704 géneros y 72,479 especies (Costa, 2000).

Estos presentan una amplia distribución geográfica y se los puede encontrar en una gran variedad de hábitats (Halffter, 1991), en su mayoría son especies generalistas, que se encuentran tanto en claros como en bosques, también se encuentran especies más especializadas sólo en el interior del bosque debido a sus características microclimáticas (baja radiación y temperatura).

La selección de hábitat por parte de los escarabajos puede deberse a ciertas limitaciones como:

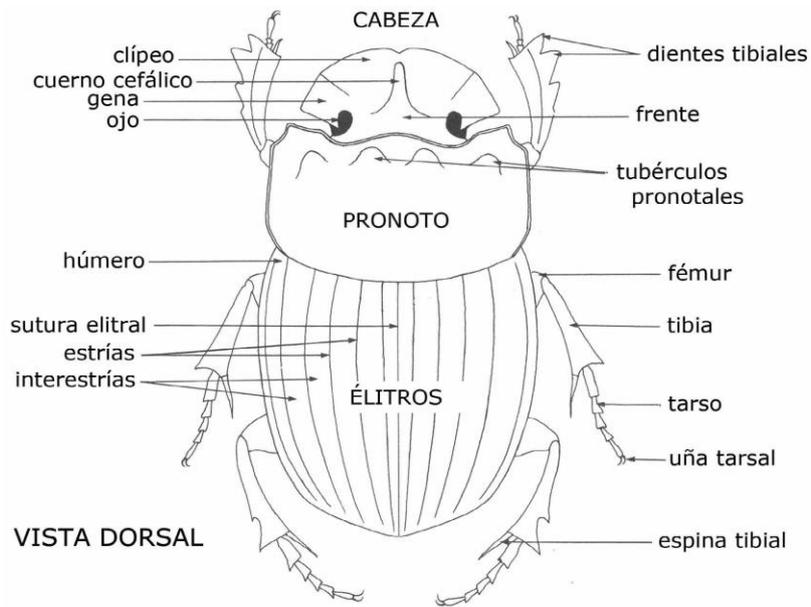
- Cobertura vegetal, uno de los factores primordiales que limitan su dispersión
- El tipo de suelo o sustrato donde se permite la nidificación
- Influencia de tipo de alimento
- Influencia del clima y microclima dentro y fuera del hábitat (Hanski & Cambefort, 1991).

La riqueza y diversidad de los escarabajos depende principalmente a condiciones ambientales (temperatura, humedad y precipitación), rangos altitudinales, al efecto relativo de la orientación y localización del bosque y de su grado de aislamiento, historia biogeográfica e impacto humano (Halffter et al., 1995; Romero-Alcaraz & Ávila, 2000; Errouissi et al., 2004). Específicamente de cómo el impacto humano afecta ecosistemas naturales, modificando la distribución espacial de especies, comunidad y estructura de la población a través de grandes áreas geográficas (Lomolino & Perault, 2004), lo cual los hacen útiles como indicadores de diversidad biológica (Hanski & Cambefort, 1991; Estrada et al., 1993; Vulinec, 2000).

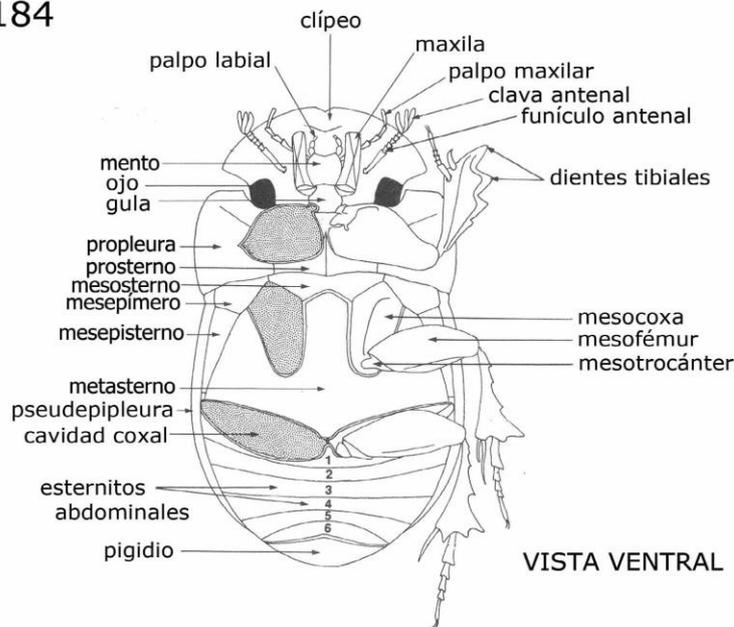
Ante la pérdida de la vegetación y del suelo, los coleópteros se ven fuertemente afectados, debido a que no encuentran las condiciones necesarias para vivir y desarrollarse (Amézquita & Rodríguez, 2001); por lo tanto, los coleópteros pueden ser una herramienta útil, para estudios de conservación así como para informar sobre la heterogeneidad de un hábitat, debido a su pequeño tamaño, abundancia, ciclos generacionales cortos y su sensibilidad a variaciones ambientales

Las características propias del Orden se podrían resumir en las siguientes (figura 2): Exoesqueleto tipo cutícula endurecida, rígida y quitinizada; su cuerpo está diferenciado en tres regiones (cabeza, tórax y abdomen); aparato bucal masticador, un par de patas articulado en el tórax y los otros dos restantes en el abdomen; dos pares de alas, el anterior transformado en élitros coriáceos que protegen a modo de estuche el par posterior que es membranoso; metamorfosis complicada.

Su tamaño y coloración es de lo más variado así como su adaptación al medio, es prácticamente imposible no encontrar alguna especie de coleóptero que no se haya adaptado a cualquier hábitat que reúna un mínimo de condiciones de habitabilidad. Presentan metamorfosis completa con larva campodeiforme o eruciforme y pupa libre.



184



**Figura 1.** Morfología externa básica de los Escarabajos (Vaz-De-Mello, et al., 2011).

**Fuente:** Claves para la identificación de especies de escarabajos coprófagos.

## 2.3 Técnicas de muestreo.

### 2.3.1 Riqueza y abundancia.

Las metodologías de muestreo poseen aspectos inherentes al comportamiento individual de cada especie, estos patrones de comportamiento influyen en la frecuencia que una especie entra en contacto con una trampa, y también la forma en que responde cuando se enfrenta a ella (Leather, 2005). Por lo que existen un sinnúmero de métodos y técnicas empleadas en la recolección. Citando los siguientes:

- Trampas de intersección del vuelo,
- Trampa de intersección con frutas,
- Trampa de foso o de caída con cebo,
- Recolección con luces, crías de larvas,
- Recolección con atrayentes químicos,
- Recolección directa, etc.

Para determinar la riqueza y abundancia de especie se utilizaron trampas tipo pit-fall cebadas con heces de cerdo (Newton & Peck, 1975; Hill, 1995; Jolon, 1999), las cuales a pesar de las limitaciones inherentes a cualquier método de trampeo, se acepta que con este sistema (trampas pitfall) se puede recoger alrededor de 90% de las especies presentes (Brandmayr et al., 2005) y resulta ser la alternativa más adecuada para nuestro estudio (Ribera et al., 2001; Judas et al., 2002; Rainio & Niémela, 2003).

#### **2.3.1.1. Muestreo escarabajos.**

En cada tipo de bosque se instalaron 20 puntos de muestreo. Cada punto separado de otro por 40 metros mínimo. En cada punto se instalaron cuatro trampas separadas por al menos 1 metro una de otra, formando un cuadro, por un lapso de 48 horas. Los muestreos se realizaron mensualmente de febrero – julio del 2013.



**Foto 2.** Trampas pit-fall colocadas en bosque.

**Fuente:** Galo Esteban Pozo Quel.



**Foto 3.** Trampas pit-fall cebadas con heces de cerdo.

**Fuente:** Galo Esteban Pozo Quel.

Las trampas pit-fall (Foto 3) consisten en un vaso plástico de 300 ml, enterrado al ras del suelo, conteniendo 100 ml de agua jabonosa con sal, cebadas, cada una, con 10 ml de excremento de cerdo, el cual fue colocado en la concavidad de una cuchara de plástico modificada que se fijó en el suelo por su mango, quedando el cebo a no menos de 3 cm sobre el centro de la boca del vaso enterrado. Cada trampa se cubrió con hojas anchas que se obtuvieron del sitio muestreado, con el fin de evitar inundación por lluvia.

### **2.3.2. Manejo de muestras.**

Las capturas de cada punto de muestreo que constaba de cuatro replicas se cernieron en un colador, en donde los especímenes capturados, conjuntamente con una etiqueta (con datos de colecta: lugar, fecha, coordenadas geográficas y recolectores) se colocaron dentro de fundas plásticas Ziplock con alcohol al 70%.



**Foto 4.** Fundas ziplock con escarabajos en alcohol potable.

**Fuente:** Galo Esteban Pozo Quel.

La identificación de los especímenes se realizó en el Museo de Colecciones Biológicas de la Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL, utilizando la clave de los géneros y subgéneros americanos de la subfamilia Scarabaeinae de Vaz de Mello et al., (2011) y comparando con la colección de referencia del Museo.



**Foto 5.** Identificación de especies en laboratorio de UTPL.

**Fuente:** Galo Esteban Pozo Quel.

### **2.3.3. Factores bióticos y abióticos.**

Los datos de temperatura, humedad y precipitación fueron proporcionados por el INAMHI: Estación meteorológica San Gabriel, ubicada a 8 kilómetros del Bosque Protector los Encinos.

**Tabla 1.** Temperatura, precipitación y humedad con su respectiva desviación estándar.

VARIABLE/MESES	TEMPERATURA MEDIA (07h00.13h00.19h00 hs.)	PRECIPITACION TOTAL	HUMEDAD RELATIVA
	°C	mm	%
<b>ENERO</b>	12.8 ± 0.6	29.2 ± 44.7	81.0 ± 1.5
<b>FEBRERO</b>	12.3 ± 0.6	142.1 ± 44.7	86.0 ± 1.5
<b>MARZO</b>	12.9 ± 0.6	60.8 ± 44.7	84.0 ± 1.5
<b>ABRIL</b>	12.8 ± 0.6	68.0 ± 44.7	82.0 ± 1.5
<b>MAYO</b>	12.8 ± 0.6	116.5 ± 44.7	84.0 ± 1.5
<b>JUNIO</b>	11.8 ± 0.6	24.1 ± 44.7	84.0 ± 1.5
<b>JULIO</b>	11.0 ± 0.6	84.2 ± 44.7	86.0 ± 1.5

<b>AGOSTO</b>	11.5 ± 0.6	24.7 ± 44.7	84.0 ± 1.5
<b>SEPTIEMBRE</b>	12.0 ± 0.6	19.7 ± 44.7	81.0 ± 1.5
<b>OCTUBRE</b>	12.5 ± 0.6	80.3 ± 44.7	84.0 ± 1.5
<b>NOVIEMBRE</b>	12.8 ± 0.6	157.2 ± 44.7	84.0 ± 1.5
<b>DICIEMBRE</b>	12.8 ± 0.6	51.4 ± 44.7	84.0 ± 1.5
<b>SUMATORIA TOTAL</b>	148.0	858.2	1004.0
<b>MEDIA</b>	12.3	71.5	83.7

Fuente: Estación meteorológica San Gabriel - INAMHI.

#### **2.3.4. Análisis de datos.**

Los datos de abundancia, riqueza y diversidad fueron analizados usando el programa Past 3.01 (Hammer & Harper, 2013). El cual es un software libre para el análisis de datos científicos, con las funciones para la manipulación de datos, trazado, estadística univariate y multivariate, análisis ecológico, series de tiempo y análisis espacial, morphometrica y estratigrafía. Past 3.01 es un software que nos permite calcular el índice de diversidad de Simpson, el cual muestra la probabilidad de que dos individuos sacados al azar de una muestra correspondan a la misma especie.

Además, se determinaron el esfuerzo de muestreo a través de curvas de acumulación de especies (Jiménez – Valverde & Hortal, 2003; Prieto & Dahnert, 2006), en donde se estableció como estimadores no paramétricos a: Chao1, que estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies representada por un individuo (singletons) y el número de especies representadas por dos individuos en las muestras (doubletons); Chao2, el cual requiere solo datos de presencia y ausencia y es el que presenta menor sesgo cuando las muestras son pequeñas; Jackknife 1, que al tener en cuenta las especies únicas tiende a reducir el sesgo de los valores estimados; Jackknife 2, se basa en el número de especies que ocurren solamente en una muestra y en el número de especies que ocurren exactamente en dos muestras; bootstrap, que calcula la proporción de unidades de muestreo que contienen a cada especie, metodo que arroja resultados más precisos al estimar la riqueza de ensamblajes con gran cantidad de especies raras (Carvajal-Cogollo & Urbina-Cardona, 2008). ACE (Vidaurre et al., 2009) e ICE son modificaciones de otros estimadores basados en datos de abundancia que superestimaban la riqueza de especies cuando el número de muestras era bajo, por lo que están basados en el concepto estadístico de cobertura de muestreo, que se refiere a la suma de las probabilidades de encontrar especies observadas dentro del total de especies presentes, pero no observadas (Colín et al., 2006). Estos datos fueron analizados a través del programa EstimateS 9.1.0 (Robert K. Colwell, 2013).

El cálculo del coeficiente de correlación de Pearson (r), se lo realizó con la ayuda del programa estadístico R-Project, a través de la función rad-fit (Ihaka & Gentleman, 1996), el cual, determina la proporción en que dos variables (x, y), que se encuentran asociadas.

Se determinó la relación Factores ambientales – Diversidad y Factores ambientales - Especies; su medida de asociación está en un rango entre [-1, 1], con [0] indicando que no hay asociación, siendo significativos los valores  $r > 0.7$ . Se aplicó un  $\chi^2$  para determinar la significancia de las variables medidas.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Riqueza y abundancia.

Se capturaron un total de 426 individuos, que se agrupan en cinco familias, 5 géneros y 10 especies. De la familia Scarabaeidae se realizó la captura de cuatro especies. Correspondiendo a la subfamilia Scarabaeinae, la única especie, *Uroxys aff. rugatus* con un total de 69 individuos (Tabla 2), correspondiente el 13.52% para Bosque No Intervenido (BNI) y el 17.14% para Bosque Intervenido (BI) (tabla 2).

Durante todo el muestreo se registró la presencia de ocho especies para cada tipo de bosque. La abundancia no tuvo el mismo comportamiento, diferenciándose 111 individuos para BNI y 315 para BI (Tabla 2).

De las 10 especies encontradas, seis especies tienen una distribución generalista en los dos tipos de bosques (60%), dos especies fueron exclusivas para cada tipo de bosque con el 20% de representatividad en cada tipo de bosque (Tabla 2).

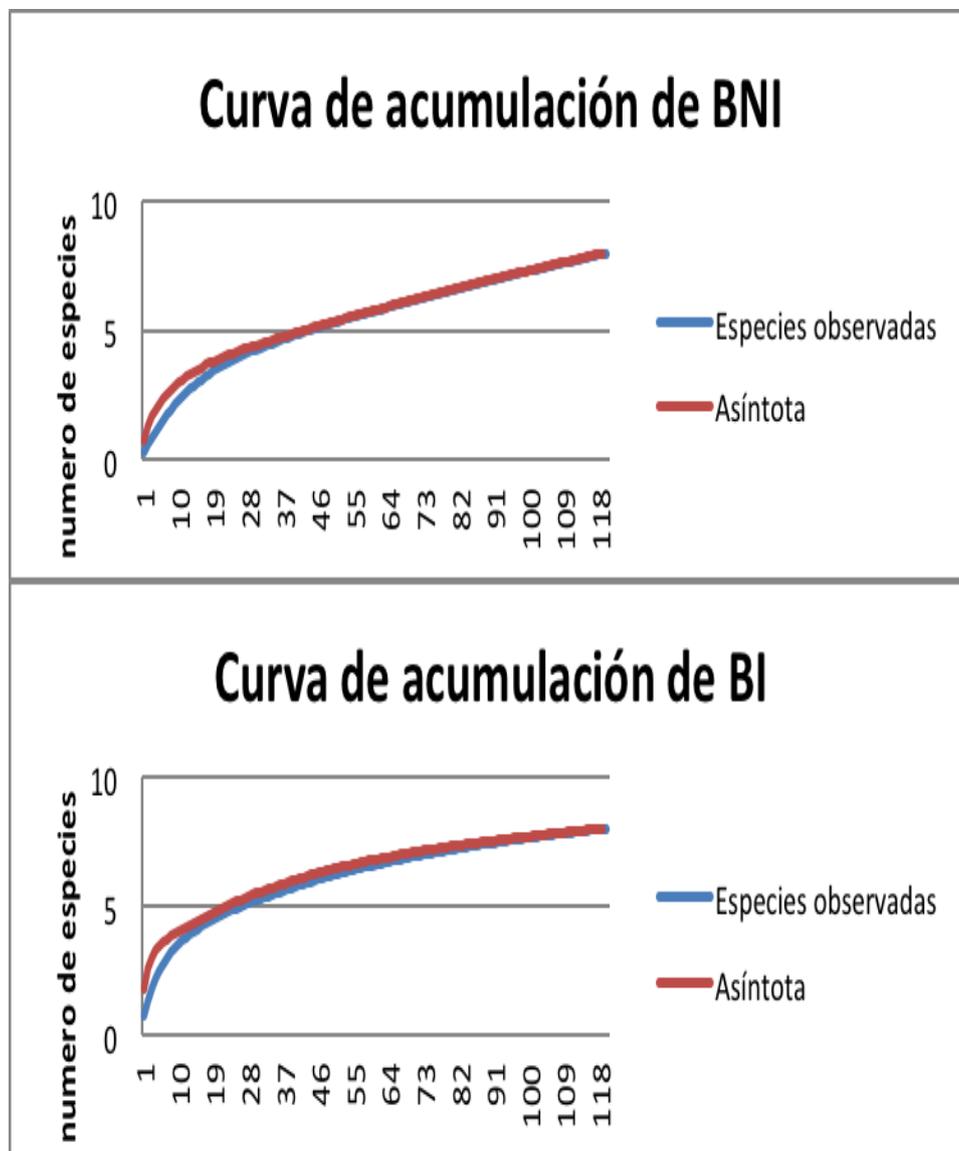
**Tabla 2.** Porcentaje y Número de especies capturadas en BNI y BI.

Familia	Género y especie	BNI		BI	
		%	individuos	%	individuos
Scarabaeidae	<i>Uroxys aff. rugatus</i>	13.52	15	17.14	54
	<i>Golofa</i> sp1.	0.9	1	0	0
	<i>Phyllophaga</i> sp1.	0	0	0.32	1
	sp1	0.9	1	1.27	4
Carabidae	Sp1	0	0	0.95	3
	Sp2	0.9	1	37.78	119
	Sp3	66.67	74	40.95	129
Chrysomelidae	Sp1	0.9	1	0.32	1
Mordellidae	Sp1	1.8	2	0	0
Hydrophilidae	Sp1.	14.41	16	1.27	4
<b>TOTAL</b>	10	100	111	100	315

Fuente: Galo Esteban Pozo Quel

La especie más abundante corresponde a un carábido morfoespecie Sp3 con 203 individuos para ambos sitios de muestreo (Tabla 2) y los menos abundantes son *Golofa* sp1., y *Phyllophaga* sp2., con un solo individuo en un sitio de muestreo.

Las curvas de acumulación de especies para ambos tipos de bosque alcanzan la asíntota, por lo que el esfuerzo de muestreo aplicado fue correcto, ya que se colectaron en su mayoría las especies de ambos sitios (Gráfico 1).



**Gráfico 1.** Curvas de acumulación de especies en BNI y BI.

**Fuente:** Galo Esteban Pozo QueL.

Según los estimadores de riqueza no paramétricos para BNI se estima un número entre 10-19 especies. Igualmente para BI se estima entre 9-11 especies (tabla 3). En comparación con ocho especies registradas para cada tipo de bosque.

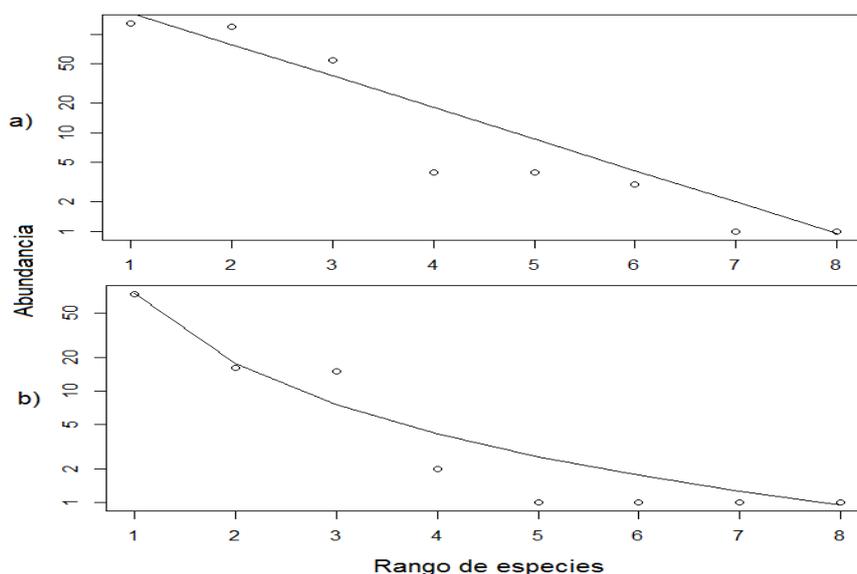
**Tabla 3.** Estimadores no paramétricos en dos tipos de bosque.

Estimadores no paramétricos	Fauna estimada		Fauna registrada	
	BNI	BI	BNI	BI
ACE	18	9.23		
ICE	19.33	9.25		
CHAO 1	10.97	9		
CHAO 2	10.97	8.5	8	8
JACKKNIFE 1	11.97	9.98		
JACKKNIFE 2	14.92	10.97		
BOOTSRAP	9.6	8.93		

Fuente: Galo Esteban Pozo Quel

### 3.1.1. Rango de abundancias.

Para Bosque No Intervenido (Figura 2, literal a) la función que mejor se ajusta es Preemption (rad.preempt), y nos indica que no hay una dominancia, la abundancia se distribuye de una manera equitativa. A diferencia de Bosque Intervenido (Figura 2, literal b) se observa una dominancia, lo cual lo podemos evidenciar en la tabla 2, donde dos especies de carábidos son los grupos más abundantes. La función que mejor se ajustó fue (rad.zipf).



**Figura 2.-** a) Bosque No Intervenido; b) Bosque Intervenido.

Fuente: Galo Esteban Pozo Quel

Se relacionó la abundancia de los tipos de bosque y se encontró una correlación media  $r = 0.663$ . Además se correlacionó la riqueza de los dos tipos de bosque, cuyo resultado fue una fuerte correlación  $r = 0.937$ .

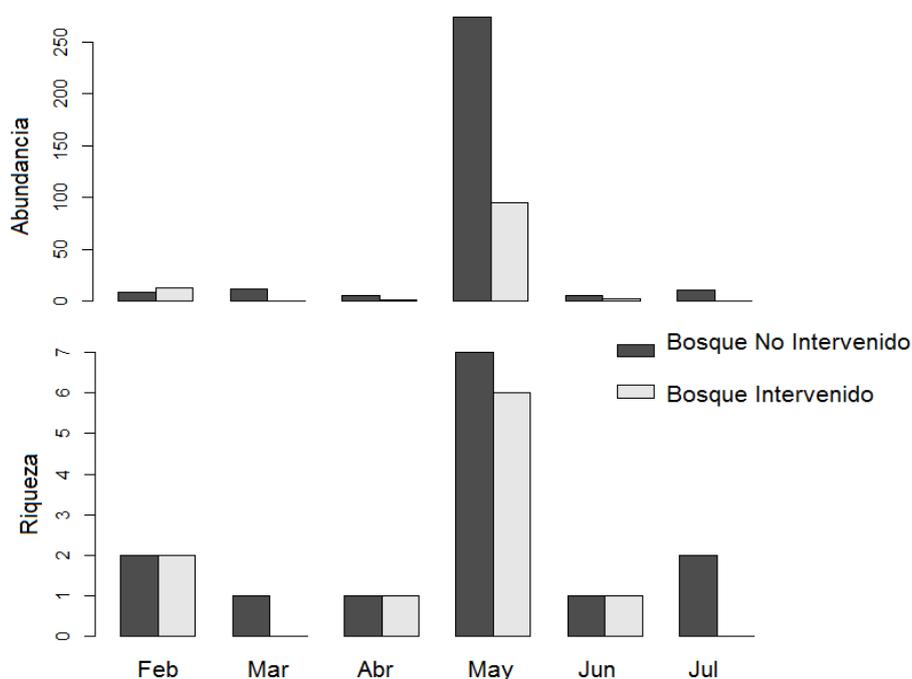
Sin embargo en la prueba de  $\chi^2$  realizada, la abundancia en los dos tipos de bosque no presenta una significancia  $X^2 = 33.75$ ,  $df = 30$ ,  $p\text{-value} = 0.291$ . En cambio, la correlación de riqueza de los dos tipos de bosque de la prueba de  $\chi^2$  no exhibe ninguna significancia  $X^2 = 9.5$ ,  $df = 6$ ,  $p\text{-value} = 0.147$

### 3.2 Factores abióticos.

Se relacionaron los factores abióticos con la abundancia de coleópteros de los dos tipos de bosque, por lo cual se estableció la correlación con la abundancia de cada mes respecto de los tipos de bosque, donde se obtuvo un  $r = 0.990$  indicando una fuerte correlación entre los meses de febrero a julio de 2013.

A través de la prueba del  $\chi^2$  no se encontró una diferencia significativa entre la abundancia por cada mes de muestreo  $X^2 = 18$ ,  $df = 16$ ,  $p\text{-value} = 0.324$ . Lo que demuestra que las variables ambientales no ejercieron mayor presión sobre la comunidad.

Gráficamente se puede observar una mayor abundancia y riqueza en el mes de mayo para ambos tipos de bosque, este mes corresponde a la época de invierno, donde se presenta una precipitación de 116.5 mm, precipitación solo superada por el mes de febrero con 142.1 mm. (Gráfico 2).



**Gráfico 2.-** Variación temporal de la abundancia y riqueza de escarabajos en BNI y BI.

**Fuente:** Galo Esteban Pozo Quel

## 4.- DISCUSIÓN

### 4.1. Riqueza y abundancia.

Los valores de riqueza y abundancia de escarabajos de la región estudiada son extremadamente bajos, esto probablemente se deba a la altitud más que al estado de ambos bosques (Lobo & Halffter 2000, Huston 1994, Escobar et al. 2005). Los resultados obtenidos parecen indicar que, en ambientes relictuales de bosques de niebla (3100 a 3600 m s.n.m.), los valores de riqueza, diversidad y abundancia tienden a disminuir.

La tendencia en la disminución de abundancia y riqueza de escarabajos con el incremento en la altura en los bosques altoandinos, puede explicarse a partir de 3 factores (Holloway et al. 1987; Wolda 1987 citados por Escobar & Valderrama, 1995):

1. Reducción de la diversidad de recurso alimenticio.
2. Condiciones edáficas desfavorables para la fauna coprófaga.
3. Reducción de la productividad primaria, debido a las bajas temperaturas y proporciones de CO<sub>2</sub>.

Las comunidades de escarabajos en el bosque protector los Encinos presentan bajos valores de riqueza y abundancia, en donde el 60% de las especies colectadas en ambos tipos de bosque son generalistas, es decir, pueden tomar diferentes fuentes de alimento, evidenciándose así lo encontrado por Hansky y Camberfort (1991).

En BNI las especies encontradas suponen cierta igualdad de la distribución de la abundancia, debido a que presenta condiciones de alta cobertura boscosa y baja perturbación, lo cual puede estar muy relacionado con la dinámica propia de la disponibilidad de los recursos o con un mecanismo de dilución de la competencia; en cambio en BI tenemos que la diversidad encontradas es similar a BNI, con la diferencia que en BI, dos especies de la familia Carabidae son dominantes, al parecer por que, son especies con alta capacidad de dispersión que se adaptan fácilmente a condiciones de Bosque intervenido o alterado.

Los resultados concuerdan con varios estudios que evidencian que al presentarse cambios en la estructura trófica, es de esperar que determinados procesos funcionales se vean afectados, de igual manera (Didham *et al.* 1998; Boyer *et al.* 2003). En este sentido se puede plantearse que la igualdad de la distribución de la abundancia de especies registrado en BNI se debe al equilibrio funcional que mantiene el bosque, lo cual aporta información sobre el estado de conservación del tipo hábitat estudiado, en donde según Noriega *et al.* 2007, es posible que ciertas especies aparezcan o desaparezcan, sin que esto afecte al equilibrio funcional del bosque, tal como sucedió en BNI. En cambio la dominancia de dos especies de carábidos en BI, puede deberse a la desaparición de un rol, producto de cambios en el ecosistema y como propone Didham *et al.* (1998), los escarabajos depredadores (carábidos) son un grupo que se incrementa con eventos de disturbio, siendo un interesante grupo de monitoreo.

Hubo pocas diferencias claras en la abundancia, diversidad y riqueza de las especies en los dos tipos de hábitats estudiados. Esto parece deberse al hecho de que la

mayoría de las especies fueron encontradas en los dos tipos de hábitats, lo cual sugiere que las especies que se mantienen en estos hábitats están adaptadas a usar y aprovechar ambos tipos de hábitats. Otro factor que cuenta en la mayor abundancia de escarabajos estercoleros en BI, es el hecho de que el estiércol está disponible en toda el área, pues en el área se mantienen vacas que se pastorean libremente; por esto, la mayor abundancia de escarabajos puede ser atribuida a la gran disponibilidad de estiércol, más que a la cobertura boscosa.

Por otro lado, la baja diversidad presentada tanto para BNI y BI puede estar relacionada probablemente con la altitud más que al estado de ambos bosques (Lobo & Halffter 2000, Huston 1994, Escobar et al. 2005). Además la presencia o existencia de periodos de lluvias y bajas temperaturas, según Noriega *et al.* 2007, son sin duda eventos que restringe a los insectos, ya que son pocos los grupos que pueden adaptarse a este régimen, lo cual explicaría porqué la diversidad disminuye drásticamente en este sector. (Uetz *et al.* 1979).

En cambio, la mayor abundancia de los individuos tanto para BNI y BI en el mes de mayo, puede estar relacionada con una mayor oferta de recursos específicos a nivel cualitativo y cuantitativo, que solo aparecen en épocas donde las variables ambientales, se ponen más estables con la media promedio del lugar y generan una mejor disponibilidad espacio-temporal (Huston 1996) y que condicionan a las especies que han establecido relaciones estrechas a mantener estos mismos ciclos (Garwood 1996; Leigh & Windsor 1996).

En definitiva el uso de los coleópteros como indicadores de la calidad ambiental de ecosistemas de bosque no intervenido y bosque intervenido, ha sido habitual durante la última década (Eyre & Foster, 1989; Ribera & Foster, 1993; González & Valladares, 1996), debido a su gran capacidad adaptativa que les permite colonizar la mayoría de ambientes y por su ciclo de vida, que en muchos casos posibilita su presencia durante todo el año, lo que con el paso del tiempo, supone un fiel reflejo de los cambios ecológicos y geográficos del medio y, por tanto, de su estado de conservación.

#### **4.2. Factores abióticos.**

Durante el estudio se registró muy escasa actividad por parte de los escarabajos; lo cual según Navarrete et al. (2001) y Lumaret (1978), puede ser debido a factores microclimáticos y ecológicos como temperatura ambiental, humedad ambiental, precipitación, altitud y latitud; que crean variación en la composición y estructura de la vegetación, composición y estructura del suelo, que influye directamente en los organismos que interactúan con estos componentes (Villamarin, 2010; Huston, 1994).

La estacionalidad de los escarabajos es generalmente controlada por tres factores: disponibilidad de recurso, temperatura y precipitación (Wolda, 1998). Una especie puede ampliar o reducir su distribución en función de cambios en el ambiente (Jimenez-Valverde & Hortel, 2003).

De acuerdo a las variables ambientales consideradas en este estudio: temperatura, humedad y precipitación; los resultados demuestran que los factores abióticos no

tuvieron ningún tipo de asociación con la abundancia ni con la riqueza. Resultado semejante en el trabajo de Bustos *et al.*, 2003, quien a parte de los actores tomados en cuenta para este trabajo le sumó humedad del suelo y textura del suelo, obteniendo ningún tipo de correlación con los factores humedad, temperatura y precipitación ambiental, pero si obtuvo correlaciones positivas en los factores humedad del suelo y textura del suelo.

Finalmente, con respecto a la única especie de escarabajo coprófago encontrado (*Uroxys aff. rugatus*), podemos mencionar que esta pertenece al grupo de las especies eurotípicas, generalistas o ubicuistas, que se caracterizan por ser aquellas especies con mayor tolerancia y capacidad de dispersión y que no son mayormente influenciados por los factores abióticos (Amat et al., 1997).

## 5.- CONCLUSIONES

- ❖ Las variables ambientales no evidenciaron mayor presión sobre la comunidad de escarabajos tanto para BNI como para BI, probablemente debido a la altitud del lugar de estudio.
- ❖ El bosque intervenido mantiene una biodiversidad dominada por especies adaptadas a condiciones abiertas y alteradas, pero aún retiene algunas especies típicas del bosque original. En cambio en Bosque no intervenido, la abundancia y riqueza de especies, no presenta dominancia de especies
- ❖ La escasa presencia de coleópteros registrado en Bosque Protector los Encinos, evidencia que probablemente se deba a la altitud más que al estado de ambos bosques, a pesar que el bosque presenta un equilibrio funcional sobre su estado de conservación.

## 6. RECOMENDACIONES

- ❖ Utilizar datos de factores abióticos (temperatura, humedad y precipitación), tomados de cada sitio de muestreo; mas no utilizar los proporcionados por el INAMHI, ya que las variables varían notablemente entre BI (ecosistemas abiertos y alterados) y BNI (ecosistemas cerrados o de cobertura), lo cual mejoraría la apreciación de la dinámica de los individuos de estudio.
- ❖ Incrementar el número de muestreos en el tiempo y espacio con la finalidad de obtener la mayor cantidad de datos en épocas y sitios diversos.
- ❖ Implementar estrategias de conservación para el Bosque Protector los Encinos a través del uso de escarabajos como indicadores de calidad ambiental.

## BIBLIOGRAFÍA

- Albuja, L. 2002. Mamíferos del Ecuador. Pp. 271-327, En: Diversidad y Conservación de los Mamíferos Neotropicales. (G. Cevallos y J.A. Simonetti, Eds). México, D.F.
- Amat, G.D., A. Lopera & S. Amézquita. 1997. Patrones de distribución de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) en relicto de bosque altoandino, cordillera oriental de Colombia. *Caldasia* 19(1-2):191-204.
- Amézquita, s. & Rodríguez, O. 2001. Comparación de la estructura de una comunidad de escarabajos en dos bosques altoandinos y su utilidad en la evaluación del estado de conservación para la gestión ambiental de estos ecosistemas. Trabajo de maestría. Pontificia Universidad Javeriana. Biología. Bogotá, 151 pp.
- Boada, C. y J. Campaña, 2008. Composición y diversidad de la flora y fauna en cuatro localidades en la provincia del Carchi. Un reporte de las evaluaciones ecológicas rápidas. *Ecociencia y GPC*. Quito.
- Boyer, A. G.; Swearingen, R. E.; Blaha, M. A.; Fortson, C. T.; Gremillion, S. K.; Osborn, K. A.; Moran, M. D. 2003. Seasonal variation in top-down and bottom-up processes in a grassland arthropod community. *Oecologia* 136: 309-316.
- Brandmayr, P.; Zetto, T & Pizzolotto, R. 2005. I Coleotteri Carabidi per la valutazione ambientale e la conservazione della biodiversità. Manuale operativo. Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici. Roma. 240 pp.
- Bustos-Gomez, F.; Lopera, A. 2003. Preferencia por cebo de los escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) en un remanente de bosque seco tropical al norte del Tolima (Colombia). *M3m monografías tercer milenio SEA, zaragoza*. 3 (30): 59-65.
- Carvajal-Cogollo, J. & Urbina-Cardona, J. 2008. Patrones de diversidad y composición de reptiles en fragmentos de Bosque seco tropical en Córdoba, Colombia. *Tropical Conservation Science* 4: 397 – 416.
- Colín, J.; Maeda, P. & Muñoz, P. 2006. Análisis espacial de la riqueza de especies. *Biodiversitas* 68: 6 – 10.
- Coloma, L. 1995. Ecuadorian frogs of the Genus *Colostethus* (Anura: Dendrobatidae). The University of Kansas Museum of natural History. *Micellaneous Publication*. N° 87. Lawrence - Kansas.
- Colwell R. K., Coddington J. A. 2013. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B*, 345:101-118.
- Costa, C. 2000. Catálogos de autoridades taxonómicas: 99-114 pp. Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA). Zaragoza, España.
- Cuamacás, B. & G. Tipaz. 1995. Árboles de los bosques interandinos del Norte del Ecuador. Publicaciones del Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales. Monografía No. 4. 231p.
- Daily Gretchen C., Taylor H. Ricketts, Paul R. Ehrlich, and John P. Fay. 2001. Countryside Biogeography of Moths in a Fragmented Landscape: Biodiversity in Native and Agricultural Habitats. Center for Conservation Biology, Department

of Biological Sciences, Gilbert Hall, 371 Serra Mall, Stanford University, Stanford, CA 94305–5020, U.S.A.

- Didham, R. K.; Lawton, J. H.; Hammond, P. M.; Eggleton, P. 1998. Trophic structure stability and extinction dynamics of beetles (Coleoptera) in tropical forest fragments. *Philosophical Transactions of the Royal Society, London. Biological Sciences* 353 (1367): 437-451.
- Dinerstein, E., D. Olson, D. Graham, A. Webster, S. Primm, M. Bookbinder, G. Ledec. 1995. Una evaluación del estado de conservación de las eco-regiones terrestres de América Latina y el Caribe. Fondo Mundial para la Naturaleza. Banco Mundial. Washington DC. 135p.
- Errouissi, F.; Jay-Robert, P.; Lumaret, J. & Piau, O. 2004. Composition and structure of dung beetle (Coleoptera: Aphodiidae, Geotrupidae, Scarabaeidae) assemblages in mountain grasslands of the Southern Alps. *Ann. Entomol. Soc. Am*, 97: 710-209.
- Escobar, F. & C. Valderrama. 1995. Informe final: Comparación de la biodiversidad de artrópodos de bosque a través del gradiente altitudinal Tumaco- Volcán de Chiles (Nariño). Evaluación del efecto de la deforestación. Fondo Fen, Fondo Fes, Fundación Mac Arthur. 74 pp.
- Escobar, F.; Lobo, JM; Halffter, G. 2005. Altitudinal variation of dung beetle assemblages in the Colombian Andes. *Global Ecol. Biogeography*, (14): 337-347.
- Estrada, A., G. Halffter, R. Coates-Estrada y D. A. Meritt, Jr. 1993. Dung beetles attracted to mammalian herbivore (*Alouatta palliata*) and omnivore (*Nasua narica*) dung in the tropical rain forest of Los Tuxtlas, Mexico. *Journal of Tropical Ecology* 9: 45-54.
- Eyre, M.D. & Foster, G.N. 1989. A comparison of aquatic Heteroptera and Coleopter communities as a basis for environmental and Conservation assessments en stasis water sites. *Journal of Applied Entomology*, 108: 355-362.
- Forsyth, A.; Spector, B.; Gill, F. & Ayzama, S. 1998. Escarabajos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) del Parque Nacional Noel Kempff Mercado. Pp. 191-200. En: T.J. Killeen & T. S. Schulenberg (Eds.). A biological assessment of parque Nacional Noel Kempff Mercado, Bolivia. Rapid Assessment Program 10, Conservation Internacional. Washington. D.C.
- Fuentes P. 2003. Plan de Apoyo a la Conservación y Manejo del Bosque los Encinos, Cantón Montúfar, Provincia del Carchi.
- Garwood, N. C. 1996. Seasonal rhythm of seed germination in a semideciduos tropical forest, pp. 173-185. En: Leight, E. G. Jr.; Rand, A. S.; Windsor, D. M. (eds.). *The Ecology of a tropical forest. Seasonal rhythms and long-term changes*. Smithsonian Tropical Research Institution. 503 p.
- González, S.C., Valladares, L.F. 1996. The community of Odonata and aquatic Heteroptera (Gerromorpha and Nepomorpha) in a rehabilitated wetland: the Laguna de la Nava (Palencia, Spain). *Archiv fur Hydrobiologie*, 136(1): 89-104.
- Halffter, G; Matthew, E. 1966. The natural history of dung beetles of the subfamily Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae). *Folia Entomológica* 12: 1 – 312.

- Halffter, G. 1991. Historical and ecological factors determining the geographical distribution of beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Folia Entomol. Mex.* 82: 195-238.
- Halffter, G. & M.E. Favila. 1993. The Scarabainae (Insecta: Coleoptera), an animal group for analyzing, inventorying and monitoring biodiversity in tropical rainforest and modified landscapes. *Biology Internacional.* 27: 15-21.
- Halffter, G. & M.E. Favila. 1997. The use of indicator groups for measuring biodiversity as related to community structure and function. *Acta Zool. Mex. (n.s.)* 72:1-25.
- Halffter, G., M. E. Favila, and L. Arellano. 1995. Spatial distribution of three groups of Coleoptera along an altitudinal transect in the Mexican transition zone and its biogeographical implications. *Elytron* 9:151–185.
- Hamer, O., Harper, D.A.T. & Ryan, P. D. 2013. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Paleontología Electrónica* 4(1): 9pp.
- Hanski, I; Cambefort, Y. 1991. Resource partitioning. In *Dung beetle ecology*. New Jersey, US, Princeton University Press. p. 331-349.
- Harvey, CA; Tucker, N; Estrada, A. 2004. Live fences, isolated trees and windbreaks: tools for conserving biodiversity in fragmented tropical landscapes? In *Schroth, G; Fonseca, GAB; Harvey, CA; Gascon, C; Vasconcelos, HL; Izac, AMN. eds. Agroforestry and biodiversity conservation in tropical landscapes*. Washington, DC, US, Island Press. p. 261-289.
- Hill, D. 1995. *Managing Habitats for Conservation*: 392 pp. Cambridge University Press.
- Hilton – Taylor, C. 2000. *2000 IUCN Red List of Threatened Species*. The World Conservation Union. Gland y Cambridge.
- Holloway GJ, RH Smith, AE Wrelton, LL Li, & GT Menéndez. 1987. Egg size and reproductive strategies in insects infesting stored-products. *Functional Ecology* 1: 229-235.
- Huston M A. 1994. *Biology Diversity. The coexistence of species on changing landscapes*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Huston, M. A. 1996. *Biological diversity. The coexistence of species on changing landscapes*. Cambridge University Press, Cambridge. 681 p.
- Ihaka, R. & Gentleman, R. 1996. R: a language for data analysis and graphics. *Journal of Computational and Graphical Statistics* 5: 299–314.
- 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.
- Jolon, M. R. 1999. Establecimiento de la línea de base de información de biodiversidad del bosque manejado en San Miguel La Palotada, Petén, Guatemala y su aplicación en el Turrialba: 77 pp. Costa Rica.
- Judas, M., Dornieden, K. & Strothmann, U. 2002. Distribution of carabid beetle species at the landscape level. *J. Biogeogr.* 29: 491 – 508 pp.
- Klein, B.C. 1989. Effects of forest fragmentation on dung and carrion beetle communities in central Amazonia. *Ecology.* 70(6): 1715-1725
- Kremen, C.; Colwell R.; Erwin, T.; Murphy, D.; Noss R. & Sanjayan, M. 1993. Terrestrial arthropod assemblages: their use in conservation planning. *Conservation Biology* 4: 796-807.

- Laurence, W.F., R.O. Bierregaard Jr., C. Garson, R.K. Didham, A.P. Smith, A.J. Lynam, V.M. Viana, T.E. Lovejoy, K.E. Sieving, J.W. Sites Jr, M. Andersen, M.D. Tocher, E.A. Kramer, C. Restrepo & C. Moritz. 1997. Tropical forest Fragmentation: Synthesis of a diverse and dynamic discipline. Pp. 502-514 in: W.F. Laurence y R.O. Bierregaard Jr (eds.). Tropical forest Remnant: Ecology, Management and Conservation of Fragmented Communities. The University of Chicago Press. Chicago. USA.
- Lawrence & Newton, F. 1995. Families and subfamilies of Coleoptera. Biology, phylogeny and classification of Coleoptera: Papers celebrating the 80th birthday: 779-1006 pp. Crowson. Muzeum Instytut Zoologii. PAN, Warszawa.
- Leather, S.; 2005. Insect Sampling in Forest Ecosystems – Methods in Ecology.; Blackwell Publishing.; Millbrook. USA
- Leigh Jr., E. G.; Windsor, D. M. 1996. Forest production and regulation of primary consumers on Barro Colorado Island, pp. 111-122. En: Leigh Jr., E. G.; Rand, A. S.; Windsor, D. M. (eds.). The ecology of a tropical forest. Seasonal rhythms and long-term changes. Smithsonian Tropical Research Institution. 503 p.
- Lobo J. M, Halffter G., 2000. Biogeographical and ecological factors affecting the altitudinal variation of mountainous communities of coprophagous beetles (Coleoptera, Scarabaeoidea): a comparative study. Annals of the Entomological Society of America, 93, 115-126.
- Lomolino Mark V. & Perault David R. Global Ecology and Biogeography. Geographic gradients of deforestation and mammalian communities in a fragmented, temperate rain forest landscape. Pages 55–64, January 2004
- Lozada Piña Adriana, Fernández García Ileana y Trujillo Anaya María. 2004. Lista Preliminar de los Coleópteros (insecta, coleoptera) de Topes de Collantes, Trinidad, Sancti Spíritus, Cuba. Boln. S.E.A., nº 34 (2004): 101 – 106.
- Lumaret, J. 1978. “Biogéographie et écologie des scarabéides coprophages du sud de la France”. Thèse Doct. És-Sc. Université Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier, France. Vol 1 - 2.
- Mena - Vásquez, P. y D. Ortiz. 2003. Páramos y Bosques Andinos. Serie Paramo N° 13.
- Navarrete, J. 2001. “Escarabajos del estiércol y la antropización del paisaje”. Tópicos Sobre Coleóptera de México. Universidad de Guadalajara. Centro de Estudios de Zoología.
- Newton, A. & Peck, S. 1975. Baited Pitfall Traps for Beetles. The Coleopterists. Bulletin, 29:45-46.
- Noriega, J.; Realpe, E.; Fagua, G. 2007. Diversidad de Escarabajos Coprófagos. Bogotá. Colombia.
- Palacios, W. 1989. El Último Bosque del Callejón Interandino: Un llamado para su preservación. Fundación Jatun Sacha. Quito, Ecuador. (Inf. inéd.).
- Peck, S. B. & A. Forsyth. 1982. Composition, structure, and competitive behaviour in a guild of ecuadorian rain forest dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae). Canadian Journal of Zoology 60(7):1624-1634.
- Prieto, C. & Dahers, H. 2006. Sección morfológica, comportamiento, ecología, evolución y sistemática Eumaeini (Lepidoptera: Lycaenidae) el serro San

Antonio: Dinámica de la riqueza y comportamineto de "Hilopping". Revista Colombiana de Entomología 32: 179 – 190.

- Rainio, J. & Niemelä, J. 2003. Ground beetles (Coleoptera, Carabidae) as bioindicators. *Biodiversity and Conservation* 12 (3): 487 – 506 pp.
- Rangel J.O. (1995) La diversidad florística en el espacio andino de Colombia p. 187-205. En: S.P. Churchill et al. (eds). *Biodiversity and conservation of neotropical montane forests Proceedings Nueva York, The New York Botanical Garden.*
- Romero-Alcaraz, E. & Ávila, J. 2000. Effect of altitude and type of habitat on the abundance and diversity of Scarabaeoidea dung beetles (Scarabaeoidea) assemblages in a Mediterranean area southern Iberian Peninsula. *Zool. Stud.* 39: 351-359.
- Ribera, I. y G. N. Foster. 1993. Uso de coléopteros acuáticos como indicadores biológicos (Coleoptera). *Elytron*, 6: 61-75.
- Ribera, I., Barraclough, T.G., Vogler, A.P., 2001. The effect of hábitat type on speciation rates and range movements in aquatic beetles: inferences from species level phylogenies. *Mol. Ecol.* 10: 721 – 735 pp.
- Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, *Perspectiva Mundial sobre la Diversidad Biológica 3.* Montreal, 2010. 94 páginas.
- Sierra, R. (Ed.). 1999. Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y Eco ciencia. Quito, Ecuador.
- Spector, S. 2006. Scarabaeine dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae): an invertebrate focal taxon for biodiversity research and conservation. *Coleopterists Bulletin* 60: 71-83.
- Uetz, G. W.; Van Der Laan, K. L.; Summers, G. F.; Gibson, P. A. K.; Getz, L. L. 1979. The effects of flooding on floodplain arthropod distribution, abundance and community structure. *American Midland Naturalist* 101 (2): 286-299.
- Valencia, R., C. Cerón, W. Palacios & R. Sierra 1999. Formaciones Vegetales de la Sierra del Ecuador. En: Sierra, R. (Ed) 1999 Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental. Proyecto INEFA/GEF-BIRF Y EcoCiencia. Quito, Ecuador.
- Vaz-De-Mello, F.; Edmonds, W. Ocampo, F.; & Schoolmeesters, P. 2011. A multilingual key to the genera and subgenera of the subfamily Scarabaeinae of the New World (Coleóptera: Scarabaeida).
- Vidaurre, T.; Gonzales, L.; & Ledezma, M. 2008. Escarabajos coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) del palmar de las Islas, Santa Cruz – Bolivia. Departamento de Entomología, Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado, Universidad Autónoma Gabriel.
- Villamarin, S. 2010. Escarabajos Estercoleros (Coleóptera: Scarabaeinae) de El Goaltal, provincia de Carchi, Ecuador: lista anotada de especies y ecología. Ecuador.
- Vulinec K. 2000. Dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae), monkeys, and conservation in Amazonia. *Florida Entomologist* 83: 229-241.
- Wolda, H. (1987) Altitude, habitat and tropical insect diversity. *Biology Journal of the Linnean Society*, 30, 313–323.
- Wolda, H. 1988. Insect seasonality. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 19: 1-18.

- WWF (1986) Programa de los Andes Tropicales. Protegiendo un Gran Centro Mundial de Diversidad Biológica L.F. Potees (ed.) 32 pp.

## Anexos.-

### Análisis de Diversidad con Past.

	O BNI	BI
Taxa_S	8	8
Individuals	111	315
Dominance_D	0.4841	0.3402
Simpson_1-D	0.5159	0.6598
Shannon_H	1.062	1.227
Evenness_e^H/S	0.3615	0.4266
Brillouin	0.9747	1.188
Menhinick	0.7593	0.4507
Margalef	1.486	1.217
Equitability_J	0.5107	0.5903
Fisher_alpha	1.978	1.494
Berger-Parker	0.6667	0.4095
Chao-1	11	9