



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja

ÁREA BIOLÓGICA

TITULACIÓN DE INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL

**Escarabajos coprófagos (Coleoptera) como indicadores de diversidad biológica en
Cajanuma (Parque Nacional Podocarpus).**

TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN

AUTOR: Granda Ontaneda, Anahí del Cisne.

DIRECTOR: Marín Armijos, Diego Stalin, Ing.

LOJA-ECUADOR

2015

APROBACIÓN DE LA DIRECTORA DEL TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN

Ingeniero

Diego Stalin Marín Armijos

DOCENTE DE LA TITULACIÓN

De mi consideración:

El presente trabajo de fin de titulación: “Escarabajos coprófagos (Coleoptera) como indicadores de diversidad biológica en Cajanuma (Parque Nacional Podocarpus)”, realizado por Anahí del Cisne Granda Ontaneda ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo.

Loja, 18 de marzo del 2015

f)

DIRECTOR DEL TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

"Yo Granda Ontaneda Anahí del Cisne declaro ser autora del presente trabajo de fin de titulación: "Escarabajos coprófagos (Coleóptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae), como indicadores de diversidad biológica en el Parque Nacional Podocarpus, - sector Cajanuma", y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posible 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 o trabajos de titulación que se realicen con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad"

f.....

Autora: Granda Ontaneda Anahí del Cisne

Cédula: 1105029415

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación representa todos los esfuerzos y dedicación para cumplir mis metas propuestas. Dedico primeramente a Dios que me ha dado la vida, fortaleza y haberme permitido lograr mis objetivos planteados. A mis padres, Ángel Granda y Nelly Ontaneda por haberme dado su amor, confianza y sobre todo su apoyo incondicional, siendo mí ejemplo de vida en todo momento.

A mis hermanos Erik Granda, Alicia Granda y a mi primo Jorge Luis Jiménez por su ayuda y motivación a seguir adelante. Finalmente a Max Vicuña por estar a mi lado apoyándome constantemente.

Anahí

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad Técnica Particular de Loja, al Ing. Diego Marín Armijos, Director del trabajo de fin de titulación, quien con su constante ayuda me ha orientado a la elaboración y culminación del presente estudio. Así, mismo al Dr. Carlos Ruiz y al Dr. David Donoso, por haber formado parte del tribunal y por su colaboración en la revisión del trabajo.

Anahí

ÍNDICE

APROBACIÓN DE LA DIRECTORA DEL TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN.....	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.....	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
1. MATERIALES Y MÉTODOS.....	6
1.1. Área de estudio.	7
1.2. Especie de estudio.....	10
1.3. Técnicas de muestreo	13
1.3.1. Riqueza y abundancia de escarabajos coprófagos.....	13
1.3.2. Factores abióticos.....	13
1.4. Análisis de datos.....	14
2. RESULTADOS	15
2.1. Riqueza y abundancia de especies	16
2.2. Factores abióticos	17
3. DISCUSION.....	21
3.1. Riqueza y abundancia de especies	22
3.2. Factores abióticos	23
CONCLUSIONES	24
RECOMENDACIONES	25
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26
ANEXOS	36

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Riqueza y abundancia de especies capturadas	16
Tabla 2: Estimadores no paramétricos de riqueza en dos tipos de bosque	17
Tabla 3: Abundancia mensual de la comunidad de escarabajos en el Parque Nacional Podocarpus - sector Cajanuma (Julio – Diciembre del 2014).	18
Tabla 4: Efecto de Tipo de bosque, Humedad, Precipitación y Temperatura en la riqueza y abundancia de especies. Los valores significativos son indicados en negrita ($p < 0,01$).	20

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación del área de estudio.	7
Figura 2: Ciclo de vida de un escarabajo.	11

RESUMEN

Vivimos en un planeta rodeado de especies que interaccionan entre ellas y con el ambiente. Se utilizó escarabajos coprófagos (Coleoptera) para determinar el impacto que la destrucción de los bosques tiene sobre las comunidades de insectos. La presente investigación se realizó en Cajanuma (Parque Nacional Podocarpus) donde se estableció en dos tipos de bosque: Bosque no Intervenido y Bosque Intervenido. El muestreo se realizó desde julio a diciembre del 2014, con un muestreo mensual utilizando trampas pit-fall de 20 puntos en cada sector.

Se capturó un total de 284 individuos, los cuales pertenecen a dos familias: Scarabaeidae y Carabidae, seis géneros y 13 especies. De éstos en el Bosque Intervenido se encontraron 231 individuos y en el Bosque no Intervenido se encontraron 53 individuos. Además se logró determinar que el tipo de bosque influye significativamente para *Dichotomius cotopaxi*, *Homocopris buckleyi* y Carabidae sp2.

Finalmente, el factor ambiental que más afectó a la comunidad de Coleopteros fue la temperatura, modificando tanto de riqueza como abundancia de especies. Se determinó que la destrucción de los bosques impacta a las comunidades de coprófagos.

Palabras claves: Escarabajos, coprófagos, Coleóptera, indicador, especie, Podocarpus, Cajanuma.

ABSTRACT

We live in a planet full of species that interact with each other and with the environment. Dung beetles (Coleoptera) was used to determine the impact that the destruction of forests has on insect communities. This research was conducted in Cajanuma (Podocarpus National Park) the sampling was established in two types of forest: No Disturbed Forest and Disturbed Forest. It was carried out from July to December 2014 and it had a monthly sampling using pit-fall traps with 20 points in each type of forest.

Scarabaeidae and Carabidae, six genera and 13 species: a total of 284 individuals, which belong to two families were captured. Of these the Disturbed Forest 231 individuals were found and the non Disturbed Forest 53 individuals were found. In addition it was determined that forest type significantly influences to *Dichotomius cotopaxi*, *Homocopris buckleyi* and Carabidae sp2.

Finally, the environmental factor that affected the community of Coleoptera was the temperature, changing both wealth and abundance of species. It was determined that the destruction of forests impacts communities dung.

Keywords: beetles, dung, Coleoptera, indicator, species, Podocarpus, Cajanuma.

INTRODUCCIÓN

El Neotrópico es una de las regiones más diversas tanto de plantas como de animales, además presenta una mayor heterogeneidad de formaciones vegetales y número de especies (Olson & Dinerstein, 2002), Ésta gran diversidad es debido a las diferentes condiciones climáticas e historia geológica, lo que permite una relación marcada entre los coleópteros y bosques-selvas, por el hecho de haber evolucionado un gran número de géneros y especies en este tipo de comunidades. En Ecuador debido a su posición geográfica y a una serie de factores bióticos y abióticos ha dado lugar a la extraordinaria diversidad de seres vivos en el país considerado megadiverso (Mittermeier & Mittermeier, 1997).

Sin embargo, toda esta diversidad se ha visto afectada por el constante incremento de las presiones humanas sobre los recursos naturales como la transformación gradual de bosques a pastos y tierras agrícolas, alterando las fuentes de alimento y hábitat de animales y plantas (Hernández et al., 2003; Admundson et al., 2007) Lo cual está conduciendo a una pérdida irreversible de especies y ecosistemas sin precedentes (Myres, 1984; Cantú et al., 2007). Lo que según Parra (1992) y Carvajal et al., (2011) ha provocado profundos impactos ecológicos en la región Neotropical al no encontrar un equilibrio entre el desarrollo económico de la sociedad y la conservación del medio ambiente.

Por esta razón, es importante realizar estudios sobre la biodiversidad basado en el establecimiento de indicadores como herramientas integradoras, que nos permita conocer cómo la riqueza y la abundancia de las especies interactúan en diferentes escalas de espacio y tiempo ante cambios ocasionados de manera natural o por el ser humano (Navarrete, 2009). La mayoría de los estudios en el Ecuador se han centrado en ciertos grupos como: Lepidoptera (Hilt & Fiedler, 2005; Brehm, 2005; Bodner et al., 2010) Coleoptera (Celi et al., 2004; Carpio et al., 2009; Carvajal et al., 2011 & Domínguez et al., 2015) e Hymenoptera Donoso (2005), (2012); (Donoso & Ramón, 2009; Salazar & Donoso, 2013).

El grupo de los coleópteros es el orden más grande de todos los insectos que comprenden aproximadamente 300000 especies en el mundo, casi el 40% de las especies de insectos descritas. Cumplen un papel fundamental en el control de poblaciones de plagas las cuales son utilizadas dentro de un programa de control biológico, así mismo en la naturaleza contribuyen al reciclaje de materias vegetales vivas o muertas y por consiguiente ayudan a

mantener el equilibrio ecológico de las especies (Ribera & Foster, 1992). Además este grupo de insectos desde el punto de vista económico presentan una gran importancia, ya que algunas especies actúan como plagas para la agricultura, pasturas, árboles, productos almacenados y por lo tanto afecta a la economía humana (Ugarte, 2005; Narrea & Vergara, 2009). Las larvas o adultos pueden ocasionar daños a los diferentes órganos de las plantas (Narrea & Vergara, 2009).

Uno de los grupos con potencial interés como indicador biológico son los escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). Los cuales conforman un gremio de insectos ampliamente estudiados, con protocolos de muestreo estándar y taxonomía asequible (McGeoch et al., 2002). Son importantes como recicladores de materia orgánica, polinizadores y dispersores de semillas (Andresen, 2001; Arriaga et al., 2008). Mundialmente se conocen 25000 especies de escarabajos y se estima que existen aproximadamente 2500 especies de Scarabaeidae para el Neotrópico. Para el Ecuador solo se han reportado 202 especies en 36 géneros, lo que representa un 17% y 51% respectivamente, del total de especies y géneros para el Neotrópico (Carvajal, 2005).

Así mismo, la familia Carabidae es uno de los grupos de coleópteros más diversos y mayoritariamente depredadores que juegan un papel importante en la comunidad de los invertebrados del suelo (Moret, 2003) y además demuestra ser un grupo de alta utilidad en estudios ecológicos y biogeográficos (Moret, 2005) debido a su alta frecuencia y abundancia, facilidad de captura, sensibilidad a ecosistemas perturbados, entre otros (Koivula, 2011). Son importantes porque indican el estado de conservación y funcionamiento de los ecosistemas (Day & Carthy, 1988b; Ribera & Foster, 1993b). En el mundo se reconocen alrededor de 33000 especies de carabeidos (Lorenz 1998 en Erwin et al. 2002). Para la región Neotropical existen aproximadamente 8000 especies (Erwin 2004b) y en el Ecuador se conocen más de 200 especies en altitudes superiores a 3500m.

Estudios sobre la biodiversidad de artrópodos en el PNP-Cajanuma son limitados a pesar de la gran riqueza y diversidad de especies que contiene. La mayoría de estudios se han centrado en botánica sistemática (Liede-Schumann & Breckle, 2007), diversidad de mariposas nocturnas y su estrecha relación funcional con la vegetación en la que viven (Brehm et al., 2003; Hilt & Fiedler, 2005; Fiedler, et al., 2008) y dietas alimentarias (Bodner et al., 2010). Por esta razón se ha propuesto realizar un estudio sobre la diversidad de escarabajos coprófagos en el Parque Nacional Podocarpus en un gradiente altitudinal desde 2432 hasta 2799 m s.n.m.

Para lo cual se plantearon los siguientes objetivos: 1) Examinar los cambios en la diversidad de especies y en la composición de la fauna de escarabajos coprófagos a lo largo de un gradiente de manejo, y 2) determinar qué factores abióticos (temperatura, humedad relativa y precipitación) incide en la estructura de las poblaciones de los escarabajos coprófagos.

1. MATERIALES Y MÉTODOS

1.1. Área de estudio.

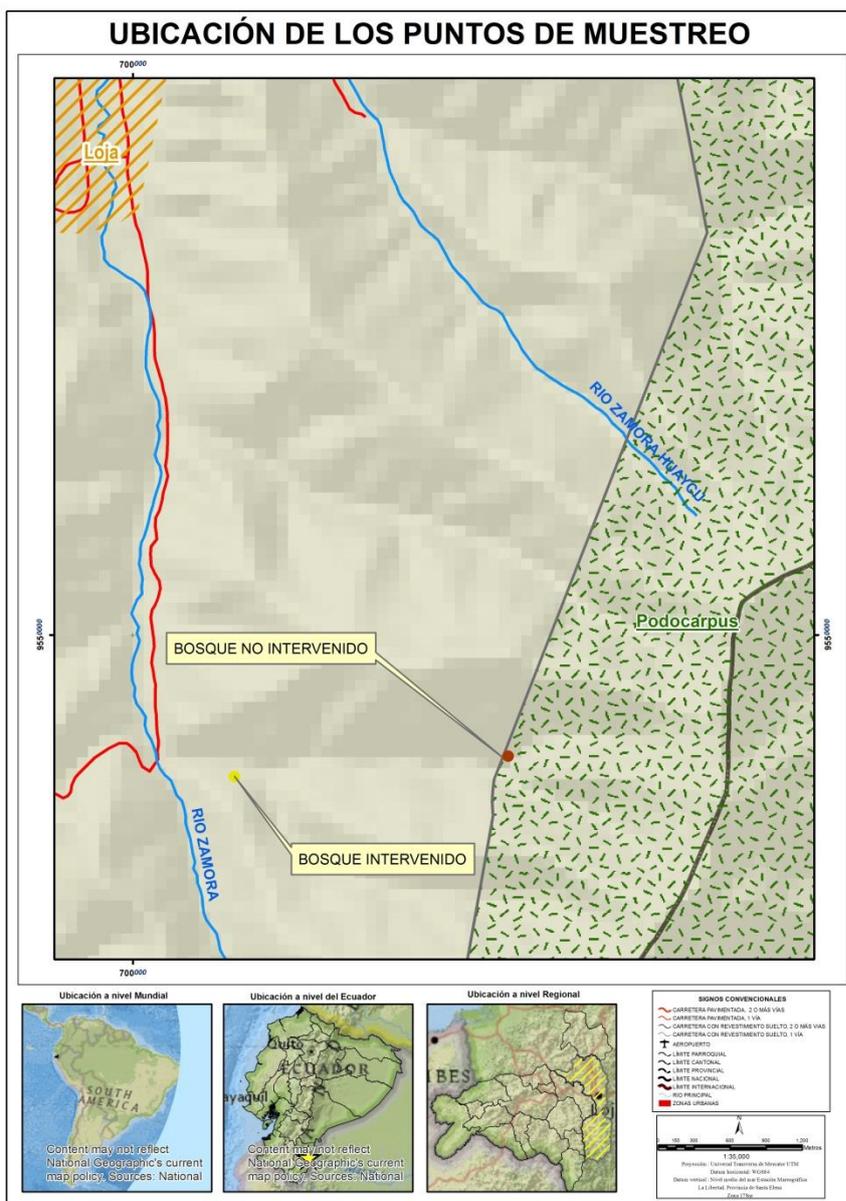


Figura 1: Ubicación del área de estudio.

El estudio se realizó en el Parque Nacional Podocarpus ubicado en el límite fronterizo de las Provincias de Loja y Zamora Chinchipe, el cual fue declarado Reserva de la Biósfera y forma parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador. Tiene una superficie de 146.280 hectáreas, con rangos altitudinales que varía entre 1000 y 3600 m (Lozano & Bussmann, 2005). La creación del Parque Nacional tiene como finalidad la protección de los recursos naturales incluidos en el área así como las cuencas hidrográficas que proporcionan agua a Loja y Zamora Chinchipe. Es la única zona del sur del Ecuador con grandes extensiones de bosque virgen y posee además más de 100 lagunas.

Según Madsen (1989), desde el punto de vista florístico, se estima que contiene entre 3000 a 4000 especies de plantas vasculares, más del 20% son endémicas o se limitan a esta área, incluyendo una alta agrobiodiversidad (caricas, *Cinchona*, *Cyphomandra*, *Anona*, *Rubus*, bromelias, helechos, orquídeas).

Wedge & Long (1995) ubican al Parque Nacional Podocarpus como un área importante para la conservación de Aves en el Neotrópico y consideran al sector Cajanuma (parte alta) como uno de los pocos remanentes de bosques donde éstas pueden refugiarse, siendo un área prioritaria que debe ser protegida. Además el Parque Nacional es importante, ya que es el hábitat principalmente del oso de anteojos *Tremarctos ornatus* (Apolo, 1984; Apolo & Becking, 2003; Cisneros et al., 2004).

Dentro del Parque Nacional Podocarpus, se encuentra el bosque de Cajanuma que se ubica en el límite occidental del Parque (Provincia de Loja) a 2750 m s.n.m. Tiene una extensión menor a 1000ha puesto que posee límites naturales como el páramo en la parte alta y límites antropogénicos como cultivos y potreros en el resto de flancos (Cisneros et al., 2004).

Para este estudio se seleccionaron dos tipos de bosque por el grado de manejo:

- **Bosque no intervenido** (BNI) ubicado en el Parque Nacional Podocarpus sector Cajanuma 4.115 sur; 79.173 oeste con una altitud de 2799 m s.n.m.

Este bosque está caracterizado por especies arbóreas: Romerillo (*Podocarpus glomeratus*), higuierón (*Ficus citrifolia* Mill) y la famosa cascarilla (*Cinchona pubescens*). La fauna está constituida por: tapir (*Tapirus Bairdii*), oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*), gallitos de peña (*Rupicola peruviana*), colibríes (*Thalurania furcata*), loros (*Melopsittacus undulatus*), tucanes (*Ramphastos toco*) y pájaros carpinteros (*Melanerpes chrysauchen*) entre otros (Fundación Ecológica Arcoiris, 2007).

- **Bosque intervenido** se ubica en el sector Cajanuma con coordenadas UTM: 4.089 sur y 79.2024 oeste y con una altitud de 2432m s.n.m.

En este bosque se encuentran representando los ecosistemas de bosque nublado y páramos, entre los cuales se forman interesantes zonas de transición con formaciones vegetales achaparradas únicas que son determinadas por las condiciones climáticas, edáficas y ecológicas de bosque nublado y bosque páramo; es considerado por investigadores locales y extranjeros como uno de los sitios más interesantes del planeta debido a la presencia de especies vegetales importantes (Cisneros et al., 2004). Según Madsen (1989) menciona que en los bosques montanos de Cajanuma a 2800 m, se encontraron 70 especies de árboles, mientras que en los páramos sobre los 2800 se encontraron 135 especies de plantas vasculares (Keating, 1995).

Este bosque ha sido definido como un sitio importante para la observación y conservación de aves (Granizo et al., 2002). Las que se encuentran en un estado grave de conservación como son: Paba Barbada (*Penelope barbata*) y Perico cachetidorado (*Leptopsittaca branickii*). Según la UICN se encuentran en un estado vulnerable y en peligro respectivamente (Cisneros et al., 2004).

En lo que concierne a mamíferos silvestres, el sector de Cajanuma vuelve a ser un hito importante de conservación, existen numerosos reportes de avistamientos de especies emblemáticas y claves como el oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*) y el tapir de montaña (*Tapirus pinchaque*), ambas catalogadas en peligro a nivel nacional por la UICN (Tirira, 2001).

1.2. Especie de estudio

El grupo de los coleópteros son llamados comúnmente escarabajos, el nombre del orden coleoptera hace referencia al primer par de alas llamadas élitros (coleo= cuero y pteron= ala) que se caracteriza por presentar alas anteriores modificadas en élitros que son muy resistentes protegiendo las alas posteriores membranosas y son generalmente alargadas, permitiendo soportar los fuertes factores ambientales. En las antenas generalmente presentan 11 segmentos, su forma es variable, aparato bucal masticador, tarsos usualmente con 3 a 5 segmentos, el abdomen presenta 5 segmentos en su mayoría. (Narrea & Vergara, 2009).

Se reproducen por lo general de manera sexual, presentan una metamorfosis completa que pasan por los estados de huevo, larva, pupa y adulto. Su alimentación es muy variada y consiguen vivir en una variedad de ecosistemas como en la parte acuática, terrestre, área y subterráneo (Meyer, 2009; Narrea & Vergara, 2009). Entre las distintas familias se puede distinguir los escarabidae y carabidae.

Dentro de la familia Scarabidae se encuentran los escarabajos coprófagos pertenecientes al Orden Coleoptera uno de los grupos más conocidos y diversos de artrópodos en el planeta por tener el primer par de alas muy endurecido formando un estuche protector para las alas membranosas y las partes blandas del dorso del abdomen. Su forma varía de acuerdo con su sexo y el grupo al cual pertenecen. En general el cuerpo tiene tres regiones: cabeza, tórax y abdomen (Ratcliffe et al., 2002). La superfamilia Scarabaeoidea se caracteriza porque sus integrantes exhiben antenas lameladas, de ahí el nombre lamellicornia. Esto quiere decir que los últimos segmentos o maza antenal tienen forma de un abanico. Los tarsos de todas sus partes son pentámeros, es decir que tienen cinco segmentos y las larvas son de tipo scarabaeiforme (en forma de coma) (Carvajal et al., 2011).

Los coleópteros de la subfamilia Scarabaeinae se caracterizan por alimentarse de excrementos de vertebrados, principalmente de mamíferos (Halffter & Edmonds, 1982). También pueden alimentarse de carroña, frutas y restos vegetales en descomposición (Hanski & Cambefort, 1991). Los Scarabaeinae presentan una amplia distribución geográfica y pueden llegar a colonizar una gran variedad de hábitats (Halffter, 1991). Dado que muchas de las especies tienden a especializarse en un rango altitudinal, tipo de suelo y tipo de bosque (Escobar, 2000), este grupo de insectos es atractivo para la realización de monitoreos biológicos (Celi & Dávalos, 2001) .

El escarabajo forma con sus patas posteriores, una bola de excremento (pelota) que alcanza hasta 10 veces su propio peso, le lleva pocos minutos formarla, para luego desplazarla rodándola, también con las patas posteriores aproximadamente 200m, en busca de un terreno blando, para enterrar la bola, en la cual deposita sus huevos y de ella se alimenta en espera de que la temporada de lluvias retorne (Sánchez & Ferrer-Paris, 2010).

El ciclo de vida de los escarabajos incluye la formación de una pareja de macho y hembra para hacer masas de nido de estiércol o galerías con éste, ambos la cuidan para que la hembra ponga un huevo y durante el desarrollo se transforma en larva, la cual comerá el excremento que fue enterrado, después se vuelve una pupa para al final convertirse en adulto, mediante el proceso de metamorfosis. A partir de los adultos comienza otro ciclo de vida (Halffter & Edmonds, 1982).

La fecundidad, o el número de huevos que ponen las hembras, de estos escarabajos es la más baja que se conoce en insectos. Por ejemplo, *Digithonthophagus gazella* es la especie de más alta fecundidad, puede poner de 80 a 90 huevos en su vida, en cambio el *Cephalodesmius armiger* pone un sólo huevo en su vida. Debido al comportamiento reproductor tan elaborado y cuidado que presentan estos escarabajos, tienen baja tasa de mortalidad larvaria (Martínez et al., 2011), (Figura 1)

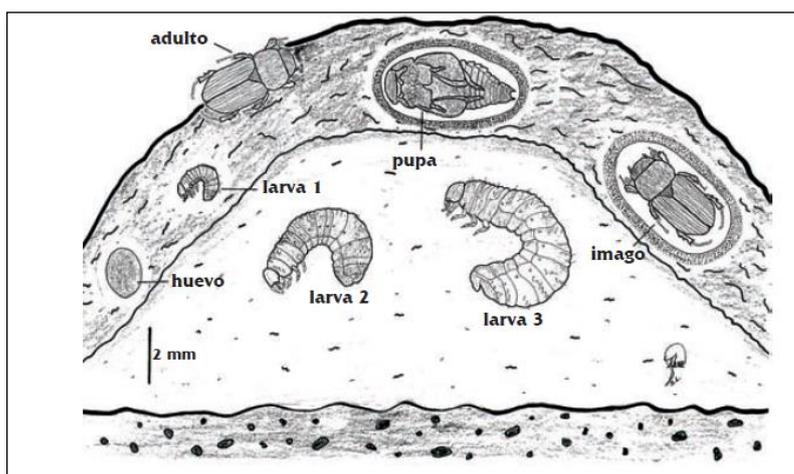


Figura 2: Ciclo de vida de un escarabajo.
Fuente: Martínez et al., 2011

En general, la vida de las hembras y los machos está limitada a un periodo anual de reproducción. Esta época se presenta en la mayoría de las especies durante el verano cálido y húmedo, el resto del año los estados en desarrollo o los adultos jóvenes

permanecen enterrados en diapausa, hasta la siguiente temporada de lluvias. Emergen del suelo con las primeras lluvias, maduran, se reproducen y mueren dejando la descendencia para el siguiente año (Martínez et al., 2011).

Los escarabajos coprófagos se encuentran en diversos hábitats, desde las tierras bajas tropicales, los desiertos y los bosques húmedos de mediana altitud, hasta los bosques templado-fríos de las partes más altas de las montañas y los pastizales alpinos. Muestran un amplio espectro alimentario (coprófilos, necrófilos, fitófagos, saprófagos, depredadores) aunque la mayoría son fitófagos y saprófagos, alimentándose de diversas partes de las plantas como raíces, hojas, flores, así como de materia vegetal y animal en descomposición (Halffter & Favila, 1993; Estrada & Coates-Estrada, 2002).

La familia Carabidae se caracterizan por tener patas corredoras alargadas, coxas posteriores grandes que interrumpen el primer segmento abdominal y no se extienden lateralmente hasta la epipleura del élitro (Borror et al., 1989), además tienen un par de glándulas en el interior del abdomen que permite producir sustancias químicas defensivas (temperaturas de 55 a 100°C) para prevenir el ataque de los depredadores (Aneshansley et al., 1969; Moore, 1979). Su tamaño va desde pequeño a grande, varía entre 1 y 70mm presentando cuerpo duro, pueden ser aplanado o dorsoventralmente de colores negros con tonos amarillentos, marrón hasta colores metálicos, ojos grandes y prominentes. Antenas generalmente largas, filiformes de 11 segmentos, élitros pulidos con estrías o puntuaciones (Reichardt, 1977; Narrea & Vergara, 2009).

El ciclo de vida en general de los carábidos demora menos de un año tomando en cuenta desde la formación del huevo hasta la transformación en adulto. En la etapa de adulto puede durar desde un año hasta los cuatro años según las condiciones del clima y la alimentación (Espíndola, 2004).

Se encuentran en una gran variedad de hábitat de acuerdo a tres grupos:

1. Geophilos que viven sobre el suelo, debajo de piedras y hojarasca, no se encuentran en el agua.
2. Hidrofilos que viven en las orillas de los ríos, lagos y charcos de agua.
3. Arborícolas que viven en las copas o troncos de los árboles.

Son confundidos por algunas especies de Tenebrionidae, aunque se los reconoce por sus rápidos movimientos. Durante el día se encuentran escondidos por lo que sus actividades la realizan por la noche (Narrea & Vergara, 2009).

1.3. Técnicas de muestreo

1.3.1. Riqueza y abundancia de escarabajos coprófagos

Para este estudio se utilizaron trampas *pit-fall* que consistieron en un vaso plástico de 1000 ml de capacidad enterradas a ras del suelo, cebadas con 30 g de excremento de cerdo que se colocó en la concavidad de una cuchara plástica enterrada en el suelo por su mango (Newton & Peck, 1975; Hill, 1995; Jolon, 1999). En cualquier caso y a pesar de las limitaciones inherentes a cualquier método de trampeo, se acepta que con este sistema (trampas *pit-fall*) se puede recoger entorno al 90% de las especies presentes (Brandmayr et al., 2005) y resulta ser la alternativa más completa (Ribera et al., 2001; Judas et al., 2002; Rainio & Niemela, 2003).

Las trampas se instalaron en los dos tipos de bosque, en cada uno se colocaron 20 puntos de muestreo en un transecto a la misma altitud. Cada punto separado de otro por 40 m. En cada punto se instalaron cuatro trampas separadas por 1m una de otra, formando un cuadro. Para evitar el efecto de borde se instalaron las trampas a menos de 200 metros del borde del tipo de bosque a muestrear. Se realizaron seis muestreos cada 30 días. El tiempo de espera fue de 48 horas desde que se colocó el excremento en las trampas hasta la recolección de las muestras.

Los escarabajos coprófagos colectados durante el período de muestreo se almacenaron en alcohol con los datos de colecta: lugar, fecha, coordenadas geográficas y recolectores. Posteriormente los escarabajos capturados fueron separados, identificados y cuantificados en el laboratorio del Museo de Colecciones Biológicas de la Universidad Técnica Particular de Loja.

1.3.2. Factores abióticos.

Se tomaron datos de temperatura, humedad y precipitación para determinar la influencia que tienen en la abundancia y riqueza de los escarabajos coprófagos. Datos que fueron

proporcionados por el Departamento de Geología y Minas de la Universidad técnica particular de Loja, correspondiente a la Estación Meteorológica “Villonaco” del año 2014, los mismos que fueron utilizados para ambos bosques.

1.4. Análisis de datos.

Para el análisis de los datos en el estudio se calcularon medidas de: riqueza de especies (número de especies), abundancia de especies (número de especies), y diversidad de especies (índices de diversidad). El esfuerzo de muestreo se determinó a través de cada gradiente (BI Y BNI), calculando la riqueza específica a través de los estimadores no paramétricos Chao1, el cual estima el número de especies esperadas en relación entre el número de especies observadas por el individuo y el número de especies representadas por dos individuos en las muestras, Chao2, requiere solo de datos de presencia y ausencia y es el que presenta menor sesgo cuando las muestras son pequeñas (Colwell & Coddington, 1994) y Jackknife 1 y 2, considerados que no asumen homogeneidad en la muestra y bootstrap que arroja resultados más precisos al estimar la riqueza de ensamblajes con gran cantidad de especies raras (Carvajal-Cogollo & Urbina-Cardona, 2008).

Además de los estimadores ACE (Vidaurre et al., 2009) e ICE considerados que no suponen ningún tipo de distribución, ni se ajusta a un modelo determinado y únicamente requiere datos de presencia (Colín et al., 2006).

Para el análisis estadístico de los datos obtenidos se lo realizó con la ayuda de software Past. Ver. 1.90 (Hammer et al., 2001), utilizando el índice de diversidad de Simpson, y el software EstimateS versión 8.2 (Colwell, 2006), se obtuvo los estimadores no paramétricos. Finalmente con la ayuda del software R (R Development Team 2012), se calculó la significancia ($p < 0.005$) a través de GLM's (Modelos lineales generalizados) para determinar qué factores ambientales influyen sobre la riqueza, abundancia y por cada una de las especies.

2. RESULTADOS

2.1. Riqueza y abundancia de especies

Se colectaron un total de 278 individuos, los cuales pertenecen a dos familias, seis géneros y 13 especies (Tabla 1).

Tabla 1: Riqueza y abundancia de especies capturadas

Familia	Especies	BNI		BI		TOTAL
		Abundancia	%	Abundancia	%	
SCARABAEIDAE	<i>Homocopris buckleyi</i>	2	3.77	12	5.1	14
	<i>Dichotomius Cotopaxi</i>	1	1.88	7	3.03	8
	<i>Onthophagus aff. Batesi</i>	0	0.0	198	85.71	198
	<i>Dynastes</i> sp1	0	0.0	2	0.86	2
	<i>Dynastes</i> sp2	1	1.88	0	0.0	1
	Melolontinae	2	3,77	0	0.0	2
CARABIDAE	sp1	31	58.49	0	0.0	31
	sp2	12	22.64	1	0.43	13
	sp3	2	3.77	0	0.0	2
	sp4	0	0.0	3	1.29	3
	sp5	1	1.88	1	0.43	2
	sp6	0	0.0	3	1.29	3
	sp7	1	1.88	4	1.73	5
	Abundancia	53	18.66	231	81.33	284
	Riqueza	9		9		
	Diversidad (Índice de Simpson)	0.6009		0.2609		

En el Bosque no Intervenido (BNI) la especie más abundante fue la morfoespecie de carábido *sp1* con 31 individuos y las menos abundantes fueron los scarabeidos *Dichotomius cotopaxi*, *sp5*, *sp7*, *Dynastes sp2*, teniendo solamente un individuo. Por otro lado en el Bosque Intervenido la especie con mayor abundancia fue *Onthophagus aff. batesi* (198) y las especies de menor abundancia fueron las especies de carábidos *sp2* y *sp5*, teniendo solamente un individuo.

Respecto a la riqueza, durante los seis meses de muestreo no mostró variaciones significativas ($P > 0.12$), para ambos bosques se registraron nueve especies. Sin embargo, el mayor número de individuos se encontró en el Bosque Intervenido con 225, mientras que en el Bosque no Intervenido fueron 53 individuos.

En cuanto a la diversidad de Simpson en el Bosque no Intervenido presenta mayor diversidad que el Bosque Intervenido (Tabla 1).

El esfuerzo de muestreo de acuerdo a los estimadores de riqueza no paramétricos, se evidenció que la riqueza de especies en ambas zonas no llega a los valores esperados, pero se acercan considerablemente tomando en cuenta los de mayor importancia (Jack1 y Chao2) habiendo capturado un 75% de las especies estimadas para el Bosque no Intervenido y un 82% para el Bosque Intervenido (Tabla 2).

Tabla 2: Estimadores no paramétricos de riqueza en dos tipos de bosque

ESTIMADORES NO PARAMÉTRICOS	BNI		BI	
	Especies estimadas	Especies observadas	Especies estimadas	Especies observadas
ACE	13.67		10.09	
ICE	13.67		10.08	
JACK1	10.47		9.5	
JACK2	10.49	9	9.5	9
CHAO1	12.97		10.98	
CHAO2	13.97		11.97	
BOOTSTRAP	10.86		10.02	

2.2. Factores abióticos

El mayor número de individuos se colectó en el mes de diciembre siendo influenciados positivamente por la temperatura, humedad y precipitación, mientras que en agosto y noviembre fueron los meses que menor número de individuos se colectaron (tabla 3).

Tabla 3: Abundancia mensual de la comunidad de escarabajos en el Parque Nacional Podocarpus - sector Cajanuma (Julio – Diciembre del 2014).

MESES		JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Temperatura		16.35	15.99	16.83	17.01	17.5	17.26
Humedad		76.18	77.54	74.27	77.24	77.85	79.76
Precipitación		33	57.8	16.4	73.8	42.4	74.6
<i>Onthophagus_aff_batesi</i>	BNI	0	0	0	0	0	0
	BI	9	4	29	50	0	106
<i>Homocopris_buckleyi</i>	BNI	1	0	0	0	0	1
	BI	0	0	0	0	6	6
<i>Dichotomius_cotopaxi</i>	BNI	0	0	0	0	1	0
	BI	0	1	1	0	1	4
<i>Dynastes_sp1</i>	BNI	0	0	0	0	0	0
	BI	0	0	0	0	0	2
<i>Dynastes_sp2</i>	BNI	0	0	1	0	0	0
	BI	0	0	0	0	0	0
Melolontinae	BNI	0	0	0	2	0	0
	BI	0	0	0	0	0	0
Carabidae sp1	BNI	17	0	9	2	1	2
	BI	0	0	0	0	0	0
Carabidae sp2	BNI	6	0	5	1	0	0
	BI	0	0	0	0	1	0
Carabidae sp3	BNI	2	0	0	0	0	0
	BI	0	0	0	0	0	0
Carabidae sp4	BNI	0	0	0	0	0	0
	BI	1	0	0	1	0	1
Carabidae sp5	BNI	1	0	0	0	0	0
	BI	0	0	1	0	0	0
Carabidae sp6	BNI	0	0	0	0	0	0
	BI	0	1	0	2	0	0
Carabidae sp7	BNI	0	0	0	0	0	1
	BI	3	0	0	1	0	0
TOTAL		40	6	46	59	10	123

La abundancia y la riqueza de la comunidad de escarabajos se ven influenciados por factores como humedad y temperatura ($P < 0.05$) (Tabla 4). Y tomando en cuenta de manera específica las especies *Onthophagus aff. batesi* fue influenciado positivamente por la precipitación y la temperatura. Carabidae sp1 está influenciado negativamente por la precipitación y temperatura. *Homocopris buckleyi* y *Dichotomius cotopaxi* han sido influenciados positivamente por el tipo de bosque. Carabidae sp2 está influenciado negativamente por el tipo de bosque (Tabla 4).

Tabla 4: Efecto de Tipo de bosque, Humedad, Precipitación y Temperatura en la riqueza y abundancia de especies. Los valores significativos son indicados en negrita ($p < 0,01$).

	Tipo de bosque		Humedad		Precipitación		Temperatura	
	Z	p	Z	p	Z	p	Z	p
Riqueza	-1.649	0.099	0.704	0.482	-0.453	0.651	-2.602	0.009
Abundancia	-0.466	0.641	3.369	0.001	0.949	0.343	-8.319	<0.001
Abundancia de especies								
<i>Onthophagus aff. batesi</i>	0.017	0.986	-0.516	0.60587	5.526	<0.001	5.153	<0.001
<i>Homocopris buckleyi</i> (Waterhouse, 1891)	2.346	0.018	0.005	0.996	-0.005	0.996	-0.004	0.996
<i>Dichotomius cotopaxi</i> (Buérin-Méneville, 1855)	1.82	0.068	1.193	0.2328	-0.66	0.5092	0.151	0.88
Carabidae sp1	-0.006	0.994991	1.396	0.16286	-2.926	0.003	-2.698	0.006
Carabidae sp2	-2.387	0.016	0.319	0.75	-1.556	0.12	-1.195	0.232
Carabidae sp3	0	1	0.101	0.919	0.31	0.756	0.071	0.944
Carabidae sp4	0.003	0.998	0.101	0.919	0.31	0.756	0.071	0.944
Carabidae sp5	0	1	0	1	-0.001	0.999	-0.001	0.999
Carabidae sp6	0.003	0.998	-0.002	0.998	0.002	0.998	-0.002	0.998
Carabidae sp7	1.24	0.215	0.806	0.42	-0.847	0.397	-1.031	0.303
<i>Dynastes</i> sp1	0	1	0.001	0.999	0	1	0	1
<i>Dynastes</i> sp2	-0.003	0.998	-0.001	0.999	0	1	0	1
Melolontinae	-0.003	0.997	-0.001	0.999	0.002	0.999	0.001	0.999

3. DISCUSSION

3.1. Riqueza y abundancia de especies

Los dos tipos de bosque no presentan diferencias en cuanto a riqueza a nivel de comunidad, lo que probablemente se deba a las condiciones de cada bosque y a que cada una de las especies pueden ser selectivas y específicas en cuanto a recurso alimenticio y en general a las características del ecosistema (Davis et al., 2001).

Mientras que en el caso de la abundancia de escarabajos si presenta una diferencia entre los dos bosques lo que puede explicarse, según Escobar (2000), que las barreras que existen en las zonas intervenidas reducen la dispersión de las especies, provocando el aumento del número de individuos, adicionalmente Doube (1991) menciona que las especies también dependen de la intensidad de luz que penetra según el tipo de vegetación que exista.

A nivel de especie se pudo evidenciar que en el BI se encontró mayor abundancia de la especie *Onthophagus aff. batesi* con un 88%, la cual se adapta mejor a lugares alteradas y se la podría considerar como un indicador de esta zona (Howden & Young, 1981), y según Hansky & Camberfort (1991); Halffter & Favila (1993) concuerdan que es una especie generalista, sin embargo Davis et al. (2001), afirma que se encuentra mayormente en BI y además requiere de fuentes de más de un recurso alimenticio y con una gran capacidad de establecerse tanto en bordes de fragmentos como en pastizales, siendo un grupo excepcional para el mantenimiento estructural de la comunidad (León & García, 2007).

Así mismo de acuerdo a los resultados obtenidos en el BNI se encontró mayor abundancia de Carabidae sp1 con un 56.36%, lo que puede deberse a que ésta especie es propia de este bosque y también se conoce que los carábidos están adaptados a zonas altas, ya que según Camero (1999) y Camero & Chamorro (1996), (1997), (1999) coinciden en que los carábidos se encuentran en mayor frecuencia y abundancia en ecosistemas de baja intervención, demás distintos autores Lovei & Sunderland (1996); Rainio & Niemela (2003); Magura et al (2005); Pearce & Venier (2006) sostienen que al haber una modificación de factores ambientales tales como la humedad, y la disponibilidad del microhábitats se vería afectada la riqueza y abundancia de los carábidos.

En cuanto a la diversidad en el Bosque no Intervenido presenta mayor diversidad que el Bosque Intervenido, pero en relación a otros bosques que tienen una altitud baja (500 – 2000m) como

los bosques montanos húmedos de las zonas centro oriental y occidental del Cutucú, estas dos zonas de estudio presentan baja diversidad, lo que probablemente se deba a la altitud (Huston, 1994; Lobo & Halffter, 2000 & Escobar et al., 2005)

3.2. Factores abióticos

El patrón de distribución de las especies a lo largo de una gradiente altitudinal depende de sus respuestas a un grupo de variables ambientales que crean variación en la composición y estructura de la vegetación, lo cual influye directamente en los organismos que interactúan con estos componentes (Huston, 1994; Villamarin, 2010 & Baselga et al., 2012).

Éste estudio revela que el efecto de la precipitación no influye de manera general en la comunidad de los escarabajos, tanto en riqueza como abundancia, ya que los dos tipos de bosque presentan los mismos valores de precipitación, sin embargo responden negativamente al factor temperatura, lo que muestra que mientras menor sea la temperatura, menor será la comunidad de los escarabajos (Wolda, 1988 & Begon et al., 2007). En cuanto a la humedad, este factor influye positivamente en la abundancia, lo que afirma la teoría de Martínez & Montes de Oca (1994) que a medida que aumentan los valores de humedad, aumenta el número de escarabajos. Sin embargo, los resultados obtenidos en este estudio no concuerdan con esta teoría, lo que probablemente se deba a las condiciones propias de cada bosque como la disponibilidad de alimento, cobertura vegetal y altitud.

Tomando en cuenta de forma individual, la especie *Onthophagus aff. batesi* se ve influenciado positivamente por la temperatura y precipitación, es decir a medida que aumenta ambos factores, aumenta el número de individuos. A pesar de que ambos bosques presentan las mismas condiciones ambientales. Según Martínez et al., (2009) la cobertura vegetal influye en su distribución, ya que la densidad de la vegetación en el bosque no intervenido crea temperaturas más bajas, por el hecho de que impide que el sol caiga directo al bosque, sin embargo para el Carabidae sp1 la precipitación y temperatura influye negativamente, que según Mora (2006) mientras aumenta la precipitación y temperatura, las especies tiende a disminuir.

CONCLUSIONES

- La diversidad de escarabajos coprófagos en ambos sitios resultó ser baja, obteniendo solamente 3 especies *Onthophagus aff. batesi*, *Homocopris buckleyi* y *Dichotomius cotopaxi*, siendo la altitud uno de los principales factores influyentes, ya que éstas especies se pueden encontrar mayormente a altitudes bajas.
- En ambos tipos de bosque se pudo evidenciar que la riqueza es similar, sin embargo la abundancia es mayor en el bosque intervenido, correspondiente a la especie *Onthophagus aff. batesi*, ya que ésta se lo encuentra en su mayoría en bosques perturbados.
- La temperatura fue uno de los factores que más influencia tuvo en la comunidad de los escarabajos tanto en riqueza como abundancia, y a pesar de que ambos bosques cuentan con los mismos valores, la cobertura vegetal juega un papel importante en el comportamiento de los escarabajos.

RECOMENDACIONES

- Realizar mayores estudios sobre los escarabajos dentro del Parque Nacional Podocarpus para crear un inventario de las especies que se puedan encontrar y así conocer la dinámica poblacional dentro del ecosistema.
- De acuerdo a los resultados obtenidos, se podría realizar estudios sobre la Familia Carabidae, con la finalidad de conocer la importancia que tienen como indicadores de calidad ambiental dentro de las zonas no intervenidas en el Parque Nacional Podocarpus.
- Aumentar el número de muestreos en diferentes gradientes altitudinales así como en el tiempo, con la finalidad de conocer como la estacionalidad influye en el comportamiento de la comunidad de los escarabajos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Admundson, R., Richter, D., Humphreys, G., Jobb'agy, E.G., & Gaillardet, J. (2007). Coupling between biota and earth materials in the critical zone. *Elements*, 3: 327–332.
- Andresen, E. (2001). Effects of dung presence, dung amount, and secondary dispersal by dung beetles on the fate of *Micropholis guyanensis* (Sapotaceae) seeds in Central Amazonia. *J. Trop. Ecol.*, 17: 61–78.
- Aneshansley, D. ., Eisner, T., Widom, J. ., & Widom, B. (1969). Biochemistry at 100° C: explosive secretory discharge of bombardier beetles (*Brachinus*). *Science*, 165:61–63.
- Apolo, W. (1984). Plan de Manejo del Parque Nacional Podocarpus. (INEFAN). Quito.
- Apolo, W., & Becking, M. (2003). Conservando el Parque Nacional Podocarpus mediante una Estrategia Corporativa de Desarrollo Sustentable, 4(2), 109–113.
- Arriaga-Jiménez, A., Lumaret, J., & Halffter, G. (2008). “ Escarabajos coprófagos como bioindicadores del estado de conservación en áreas protegidas del oriente del Sistema Volcánico Transversal ”, (Costa 2000), 1–5.
- Baselga, A., Lobo, J., Svenning, J., & Aráujo, M. (2012). Global patterns in the shape of species geographical ranges reveal range determinants. *J Biogeography*, 39:760–771.
- Begon, M., Townsend, C., & Harper, J. (2007). *Ecología: de individuos a ecosistemas*, 4th ed., Porto Alegre: Artmed, Brasil, 752 p.
- Bodner, F., Brehm, G., Homeier, J., Strutzenberger, P., & Fiedler, K. (2010, January). Caterpillars and host plant records for 59 species of Geometridae (Lepidoptera) from a montane rainforest in southern Ecuador. In *Journal of insect science (Online)* (Vol. 10, pp. 1–23). <http://doi.org/10.1673/031.010.6701>
- Borror, D. ., Triplehorn, C. ., & Johnson, N. . (1989). *An introduction to the study of insects*. Sixth edition. Saunders College Publishing, Harcourt Brace College Publishers., 875 pp.

- Brandmayr, P., Zetto, T., & Pizzolotto, R. (2005). Los coleópteros Carabidae para la Evaluación Ambiental en conservación de la biodiversidad. In *Manual Operativo de Agencia para Servicios de Protección Ambiental y Técnicas*. (p. 240). Roma.
- Brehm, G. (2005). A revision of the *Acrotomodes clota* Druce, 1900 species-group (Lepidoptera: Geometridae, Ennominae). *Entomologische Zeitschrift* 115., 75–80.
- Brehm, G., Homeier, J., & Fiedler, K. (2003). Beta diversity of geometrid moths (Lepidoptera: Geometridae) in an Andean montane rainforest. *Diversity and Distributions*, 9: 351–366.
- Camero, E. . (1999). Estudio Comparativo de la fauna de coleópteros (Insecta: Coleoptera) en dos ambientes de bosque húmedo tropical. *Revista Colombiana de Entomología*, 25(3-4), 131–135.
- Camero, R. ., & Chamorro, C. (1996). Coleópteros (Insecta: Coleoptera) recolectados en suelos de las regiones naturales de Colombia. *Memorias XIII Congreso Latinoamericano de La Ciencia Del Suelo*. Sao Paulo, Brasil.
- Camero, R. ., & Chamorro, C. (1997). Bioedafología del Orden Coleoptera en tres regiones naturales de Colombia. *Suelos Ecuatoriales*, 27, 228–231.
- Camero, R., & Chamorro, C. (1999). La fauna edáfica en bosques y plantaciones de coníferas de la Sierra Nevada de Santa Marta. *Acta Biológica Colombiana*, 4(1), 35–45.
- Cantú, C., Koleff, P., Tambutti, M., Noriega, L., García, M., Estrada, E., & Esquivel, R. (2007). Representatividad de las áreas naturales protegidas en las ecorregiones terrestres de América. Tercer Milenio.
- Carpio, C., Donoso, D. a., Ramón, G., & Dangles, O. (2009). Short term response of dung beetle communities to disturbance by road construction in the Ecuadorian Amazon. *Annales de La Societe Entomologique de France*, 45(4), 455–469. <http://doi.org/10.1080/00379271.2009.10697629>
- Carvajal, V. (2005). *Lista preliminar de los Artrópodos del Bosque Protector Pichincha y sus alrededores*. *Escarabajos del Ecuador* (pp. 142–161). Quito-Ecuador.

- Carvajal, V., Villamarín, S., & Ortega, A. (2011). *Escarabajos del Ecuador* (pp. xviii–350). Quito: Serie Entomología, Número 1.
- 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.
- Celi, J., & Dávalos, A. (2001). Manual de monitoreo: Los escarabajos peloteros como indicadores de la calidad ambiental. Quito.
- Celi, J., Terneus, E., Torres, J., & Ortega, M. (2004). Dung Beetles (Coleoptera : Scarabaeinae) Diversity in an Altitudinal Gradient in the Cutucú Range , Morona Santiago , Ecuadorian Amazon ., 7(December), 1–16.
- Cisneros, R., López, F., Ordoñez, L., & Guzman, W. (2004). *Páramos y Obras de Infraestructura. La carretera cajanuma - lagunas del compadre en el parque nacional podocarpus: la susceptibilidad de las áreas protegidas* (EcoCiencia, pp. 1–13). Quito-Ecuador.
- Colín, J., Maeda, P., & Muñoz, P. (2006). Análisis espacial de la riqueza de especies. *Biodiversidad*, 68: 6 – 10.
- Colwel, I., & Coddington, J. (1994). Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B*.
- Colwell, R. (2006). EstimateS: Statistica estimation of species richness and shared species from samples. Version 8.
- Davis, J., Holloway, H., Huijbregts, J., Krikken, H., Kirk-Springgs, & Sutton, L. (2001). Dung beetles as indicators of change in the forests of northern Borneo. *Journ Nal of Applied Ecology*, 38: 593–616.
- Day, K., & Carthy, J. (1988). Changes in carabid beetle communities accompanying a rotation of sitka spruce. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 24:407–415.

- Domínguez, D., Marín-Armijos, D., & Ruiz, C. (2015). Structure of Dung Beetle Communities in an Altitudinal Gradient of Neotropical Dry Forest. *Neotropical Entomology*. <http://doi.org/10.1007/s13744-014-0261-6>
- Donoso, D. (2005). Preliminary data on the diversity and taxonomy of the genus *Tatuidris* (Hymenoptera: Formicidae: Agroecomyrmecinae) in the Neotropics. *Jornadas Ecuatorianas de Biología. Ecuador*.
- Donoso, D. (2012). Additions to the taxonomy of the armadillo ants (Hymenoptera, Formicidae, *Tatuidris*). *Zootaxa*, 3503: 61–81.
- Donoso, D., & Ramón, G. (2009). Composition of a high diversity leaf litter ant community (Hymenoptera: Formicidae) from an Ecuadorian pre-montane rainforest. *Annales de la Société Entomologique de France* (ns), 45: 487–499.
- Doube, B. M. (1991). Dung beetles of southern Africa. In I. Hanski & Y. Cambefort (eds.). *Dung beetle ecology*. Princeton University, New Jersey., 133 – 155.
- Escobar, F. (2000). Distribución espacial y temporal en un gradiente de sucesión de la fauna de coleopteros coprófagos (Scarabaeinae, Aphodiinae) en un bosque tropical montano. In *Revista de Biología Tropical* (p. 48: 961–975). Nariño-Colombia.
- Escobar, F., Lobo, J. M., & Halffter, G. (2005). Altitudinal variation of dung beetle (Scarabaeidae: Scarabaeinae) assemblages in the Colombian Andes. *Global Ecology and Biogeography*, 14(4), 327–337. Retrieved from <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1466-822X.2005.00161.x>
- Espíndola, M. (2004). *Rol de los carábidos en la regulación de la fauna de invertebrados hipógeos en praderas permanentes*.
- Estrada, A., & Coates-Estrada, R. (2002). Dung beetles in continuous forest, forest fragments and in an agricultural mosaic habitat-island at Los Tuxtlas, Mexico. *Biodiversity and Conservation* (p. 11: 1903–1918).
- Fiedler, K., Brehm, G., Hilt, N., Subenbach, D., & Hauser, C. (2008). Variation of diversity patterns across moth families along a tropical altitudinal gradient. (pp. 167–180).

- Fundación Ecológica Arcoiris. (2007). *RESERVA ARCOIRIS, SECTOR BOSQUE NUBLADO SAN FRANCISCO PARQUE NACIONAL PODOCARPUS* (pp. 1–3). Loja.
- Granizo, T., Pacheco, C., Ribadeneira, M. ., Guerrero, M., & Suárez, L. (2002). Libro Rojo de las aves del Ecuador. In *SIMBIOE / Conservación Internacional / EcoCiencia / Ministerio de Ambiente / UICN. Serie Libros Rojos del Ecuador*. Quito.
- Halffter, G. (1991). Historical and ecological factors determining the geographical distribution of beetle (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Folia Entomol Mex* (p. 82: 195–238).
- Halffter, G., & Edmonds, W. . (1982). The nesting behavior of dung beetles (Scarabaeinae). In *The nesting behavior of dung beetles (Scarabaeinae). An Ecological and Evolutive Approach*. (p. 176). México.
- Halffter, G., & Favila, M. E. (1993). The Scarabaeinae (Insecta: Coleóptera) an animal group for analysing, inventorying and monitoring biodiversity in tropical rainforest and modified landscapes. *Biol. Interna* (p. 21).
- Hammer, O., Harper, D., & Ryan, P. (2001). PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Paleontología Electrónica*, 4(1):9 pp.
- Hansky, I., & Cambefort, Y. (1991). *Dung beetle ecology*. Princeton University Press (p. 520). New Jersey.
- Hansky, I., & Camberfort, Y. (1991). *Dung Beetle Ecology*. Princenton University. New Jersey. *Dung Beetle Ecology*, 331–344.
- Hernández, B., Maes, M., Harvey, C., Vílchez, S., Medina, A., & Sánchez, D. (2003). *Abundancia y diversidad de escarabajos coprófagos y mariposas diurnas en un paisaje ganadero en el departamento de Rivas , Nicaragua* (Vol. 10, pp. 93–102). Rivas.
- Hill, J. (1995). *Linear strips of rain forest vegetation as potential dispersal corridors for rain forest insects. Conservation Biology* (p. 9: 1559 – 1566).

- Hilt, N., & Fiedler, K. (2005, July 26). Diversity and composition of Arctiidae moth ensembles along a successional gradient in the Ecuadorian Andes. *Diversity and Distributions*. Vienna - Austria: Blackwell. <http://doi.org/10.1111/j.1366-9516.2005.00167.x>
- Howden, H., & Young, O. (1981). Panamania Scarabaeidae: Taxonomy, distribution and habits (Coleoptera, Scarabaeidae). *Contributions of the American Entomological Institute*, 18(1), 1–204.
- Huston, M. (1994). Biological diversity: the coexistence of species on changing landscapes. Cambridge University Press. Cambridge, 1–25.
- Jolon, M. (1999). Establecimiento de la línea base de información de biodiversidad del bosque manejado en San Miguel La Palotada, Petén, Guatemala y su aplicación en el monitoreo. Costa Rica.
- Judas, M., Dornieden, K., & Strothmann, U. (2002). Distribution patterns of carabid beetle species at the landscape-level. *Journal of Biogeography*, 29: 491–508.
- Keating, P. (1995). *Disturbance Regimes and Regeneration Dynamics of Upper Montane Forest and Páramos in the Southern Ecuadorian Andes*. Faculty of Geography, University of Colorado.
- Koivula, M. J. (2011). Useful model organisms, indicators, or both? Ground beetles (Coleoptera, Carabidae) reflecting environmental conditions, (100): 287–317.
- León, E., & García, A. (2007). Composición y riqueza de escarabajos coprofagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) en un gradiente altitudinal de Selva Húmeda Tropical del Parque Nacional Natural Catatumbo-Barí (Norte de Santander), Colombia., 29(87), 181–192.
- Liede-Schumann, L., & Breckle, S. (2007). Provisional Checklist of Flora and Fauna of the San Francisco Valley and its Surroundings (p. 4: 5–13).
- 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(1), 115–126. [http://doi.org/10.1603/0013-8746\(2000\)093\[0115:BAEFAT\]2.0.CO;2](http://doi.org/10.1603/0013-8746(2000)093[0115:BAEFAT]2.0.CO;2)
- Lovei, G., & Sunderland, K. (1996). Ecology and behavior of ground beetles (Coleoptera: Carabidae). *Annual Review of Entomology*, 41, 231–256.
- Lozano, P., & Bussmann, R. (2005). Importancia de los deslizamientos en el Parque Nacional Podocarpus , Loja , Ecuador, 12(2), 195–202.
- Madsen, J. E. (1989). Aspectos Generales de la Flora y Vegetación del Parque Nacional Podocarpus. In *En Boletín Informativo sobre la Biología, Conservación y Vida Silvestre*. (pp. 59–74). Loja - Ecuador.
- Magura, T., Tothmeresz, B., & Zoltán, E. (2005). Impacts of leaf-litter addition on carabids in a conifer plantation. *Biodiversity and Conservation*, 14, 475–491.
- Martínez, I., Cruz, M., Montes de Oca, E., & Suárez, T. (2011). *La función de los escarabajos del estiércol en los pastizales ganaderos* (pp. 1–73). Xalapa, Veracruz, México.
- 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 Entomologica Mexicana*, 91: 47–59.
- Martinez, N. ., García, H., Pulido, L. ., Ospino, D. ., & Narváez, J. . (2009). Escarabajos coprofagos (Coleoptera: Scarabaeinae) de la vertiente Noroccidental, Sierra Nevada de Santa Martha, Colombia. *Neotropical Entomology*, 38 (6): 708–715.
- McGeoch, M., Van Rensburg, J., & Botes, A. (2002). The verification and application of bioindicators: a case study of dung beetles in a savanna ecosystem.
- Meyer, J. (2009). Coleoptera. *Entomologia General*, 10.
- Mittermeier, R., & Mittermeier, C. (1997). *Megadiversidad*. México.
- Moore, B. P. (1979). Chemical defense in carabids and its bearing on phylogeny. Pp. 193-203. En: Erwin T.L., Ball G.E., Whitehead D.R. y Halpern A.L. (eds.). *Carabid beetles: their*

- evolution, natural history, and classification. Proceedings of the First International Symposium, 634 p.
- Mora, F. (2006). Inferencia Bayesiana y metodología de modelos lineales mixtos aplicados al mejoramiento del maíz. *Ciencia E Investigación Agraria*, 33 (3): 217–223.
- Moret, P. (2003). Clave de identificación para los géneros de Carabidae (Coleoptera) presentes en los páramos del Ecuador y del Sur de Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 29 (2): 185–190.
- Moret, P. (2005). Los coleópteros Carabidae del páramo en los Andes del Ecuador. Sistemática, ecología y biogeografía. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Gruppo Editoriale il Capitello. Italia, 306 pp., 10.
- Myres. (1984). The primary source: Tropical rain forest and our future. New York USA.
- Narrea, M., & Vergara, C. (2009). Orden coleoptera. Sistemática de insectos II. *Documento Exclusivo de La Especialidad de Entomología*, 1–50.
- Navarrete, D. (2009). Diversidades α , β , y γ de Escarabajos coprófagos copro-necrófagos (Coleoptera: Scarabaeoidea) en un Paisaje de Selva Siempre Verde en Chiapas, México. Xalapa, Veracruz: México.
- Newton, A., & Peck, S. (1975). *Baited pitfall traps for beetles. The Coleopterists Bulletin* (p. 29: 45 – 46).
- Olson, D. M., & Dinerstein, E. (2002). The Global 200: priority ecoregions for global conservation. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 89:199–224.
- Parra, O. (1992). Escenario del sistema cuenca del río Biobío y aporte del proyecto EULA a su desarrollo sustentable. EULA - Chile.
- Pearce, J., & Venier, L. (2006). The use of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) and spiders (Araneae) as bioindicators of sustainable forest management: *A Review. Ecological Indicators*, 6, 780–793.

- Rainio, J., & Niemela, J. (2003a). Ground beetles (Coleoptera, Carabidae) as bioindicators. *Biodiversity and Conservation*, 12: 487–506.
- Rainio, J., & Niemela, J. (2003b). Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) as bioindicators. *Biodiversity and Conservation*, 12, 487–506.
- Ratcliffe, B. C., Jameson, M. ., & Smith, A. B. . (2002). 34. Scarabaeidae Latreille 1802 (Vol 2. crc, pp. 39–81).
- Reichardt, H. (1977). A Synopsis of the Genera of Neotropical Carabidae (Insecta: Coleoptera). *Quaestiones Entomologicae*, 13(4):346–493.
- Ribera, I., Doledec, S., Downie, I., & Foster, G. (2001). Effect of land disturbance and stress on species traits of ground beetle assemblages, 82: 1112–1129.
- Ribera, I., & Foster, G. (1993). Uso de coleópteros acuáticos como indicadores biológicos (Coleoptera). *Elytron*, 6: 61–75.
- Ribera, I., & Foster, G. . (1992). Uso de coleópteros acuáticos como indicadores biológicos (Coleoptera). *Elytron*, 6: 61– 75.
- Salazar, F., & Donoso, D. (2013). New ant (Hymenoptera: Formicidae) records for Ecuador deposited at the Carl Rettenmeyer ant collection in the QCAZ Museum. *Boletín Tecnico 11, Serie Zoológica.*, 8:150–175.
- Sánchez, M., & Ferrer-Paris, J. (2010). Iniciativa para el Mapeo de la Biodiversidad Neotropical. Retrieved from <http://www.neomaps.org/escarabajos.php?info=general>
- Team, R. D. C. (2012). R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0. <http://www.R-Proyect.org>. Accessed 27 Sept 2013.
- Tirira, D. (2001). *Libro rojo de los mamíferos del Ecuador*. (SIM-BIOE /). Quito: Publicación Especial sobre los Mamíferos del Ecuador 4.

- Ugarte, V. (2005). Coleópteros fitófagos (Insecta: Coleoptera) de los encinares cantábricos de la reserva de la biósfera de Urdaibai, 10–14.
- Vidaurre, T., Ledezma, J., Amaya, M., & Fuentes, K. (2009). Variación temporal de los escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) del Jardín Botánico Municipal de Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. *III Congreso Latino Americano de Ecología, Sao Louren.*
- Villamarin, S. (2010). Escarabajos Estercoleros (Coleóptera: Scarabaeinae) de El Goaltal, provincia de Carchi, Ecuador: lista anotada de especies y ecología. Ecuador.
- Wedge, D., & Long, A. (1995). *Key Areas for Threatened Birds in the Neotropics. BirdLife International.*
- Wolda, H. (1988). Insect seasonality: Why? *Ann Rev Ecol Syst*, 19: 1–18.

ANEXOS



1. Bosque no Intervenido



2. Bosque Intervenido

3. Número de individuos en dos tipos de bosque

FAMILIA	Especies	BNI	BI
SCARABAEIDAE	<i>Homocopris buckleyi</i>	2	12
	<i>Dichotomius cotopaxi</i>	1	7
	<i>Onthophagus aff. batesi</i>	0	198
	<i>Dynastes sp1</i>	0	2
	<i>Dynastes sp2</i>	1	0
	Melolontinae	2	0
CARABIDAE	sp1	31	0
	sp2	12	1
	sp3	2	0
	sp5	1	1
	sp7	1	4
	sp4	0	3
	sp6	0	3

4. Índice de Simpson

	BNI	BI
Taxa_S	9	9
Individuals	53	231
Dominance_D	0.3991	0.7391
Simpson_1-D	0.6009	0.2609
Shannon_H	1.321	0.663
Evenness_e^H/S	0.4162	0.2156
Brillouin	1.135	0.6114
Menhinick	1.236	0.5922
Margalef	2.015	1.47
Equitability_J	0.6011	0.3018
Fisher_alpha	3.112	1.864
Berger-Parker	0.5849	0.8571
Chao-1	10.5	9.5