



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja

AREA BIOLÓGICA

TÍTULO DE INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL

Escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) como indicadores de diversidad biológica en el cantón Lago Agrio - Provincia de Sucumbíos.

TRABAJO DE TITULACIÓN

AUTOR: Zambrano López, Juanito Ramiro.

DIRECTOR: Marín Armijos, Diego Stalin, Ing.

CENTRO UNIVERSITARIO COCA

2016

APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Ingeniero.

Diego Stalin Marín Armijos

DOCENTE DE LA TITULACIÓN

De mi consideración:

El presente trabajo de titulación: “Escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) como indicadores de diversidad biológica en el cantón Lago Agrio - Provincia de Sucumbíos”, realizado por Zambrano López Juanito Ramiro, ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo.

Loja, febrero del 2016

f).....

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

"Yo, **Juanito Ramiro Zambrano López**, declaro ser autor del presente trabajo de titulación: "Escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) como indicadores de diversidad biológica en el cantón Lago Agrio - Provincia de Sucumbíos", de la Titulación de Ingeniero en Gestión Ambiental, y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Además certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

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

f).....

Autor: Juanito Ramiro Zambrano López

Cédula: 2100180542

DEDICATORIA

Es mi deseo, dedicar este Trabajo de Grado, en primera instancia a mis progenitores, quienes permanentemente me apoyaron con espíritu alentador, contribuyendo incondicionalmente a lograr las metas y objetivos propuestos.

Dedico este trabajo de igual manera a mi tutor quien me ha orientado en todo momento en la realización de este proyecto que enmarca un escalón hacia el futuro.

Dedico por supuesto el trabajo, a todos los docentes que han contribuido con mi formación desde la primaria hasta esta instancia, quienes son en definitiva, formadores de los hombres y mujeres del mañana, sobre la bases de valores morales, éticos y de mucho humanismo.

.

.

Ramiro.

AGRADECIMIENTO

Mi gratitud, principalmente está dirigida a Dios Todopoderoso por haberme bendecido con el bienestar y permitido culminar con éxito mi carrera universitaria.

A la universidad técnica particular de Loja en la cual tuve la oportunidad de formarme como ingeniero en Gestión Ambiental.

A la Empresa que estoy vinculado y sus directivos, por haberme facilitado llevar a cabo mis estudios en conjunto con mi trabajo.

A los profesores que componen la rama académica, por brindarme su apoyo y compartir sus conocimientos para la conclusión de la tesis.

Al sistema de educación abierta y a distancia del Ecuador, por hacer posible el ingreso a la educación superior y permitirme cumplir este gran sueño.

A todas y todos quienes de una u otra forma han colocado un granito de arena para el logro de este Trabajo de Grado, agradezco de forma sincera su valiosa colaboración.

Ramiro.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDOS	Páginas
APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	II
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	III
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTO	V
RESUMEN	1
ABSTRACT.....	2
1. INTRODUCCIÓN	3
2. MATERIALES Y MÉTODOS.	7
2.1. Área de estudio	8
2.2. Especie a estudiar	9
2.3. Técnicas de muestreo.....	10
2.4. Manejo de muestras.....	12
2.5. Análisis de datos.....	13
3. RESULTADOS	144
3.1. Riqueza, abundancia y diversidad	15
3.2. Factores Abióticos	17
4. DISCUSION	20
4.1. Riqueza, abundancia y diversidad.	21
4.2. Factores Abióticos	21
5. CONCLUSIONES	23
6. RECOMENDACIONES.....	24

BIBLIOGRAFÍA	25
---------------------------	-----------

ANEXOS	30
---------------------	-----------

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Número de especies capturadas, Abundancia y Riqueza en BNI y BI.	16
Tabla 2. Estimadores no paramétricos en BNI y BI.	17
Tabla 3. Datos promedio de precipitación, humedad relativa y temperatura.	18
Tabla 4. Efectos de factores Abióticos sobre abundancia de escarabajos coprófagos.	19

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Área de estudio Bosque Intervenido (BI) y Bosque No Intervenido (BNI).....	9
Figura 2. Metamorfosis de un escarabajo	10
Figura 3. Trampa pit-fall, cebada con heces de cerdo	11
Figura 4. Diseño de transecto y ubicación de trampas	12

RESUMEN

El estudio se realizó, en la parroquia El Eno a 310 m s.n.m., en la provincia de Sucumbios. Para lo cual se seleccionaron dos tipos de bosque: 1) Bosque Intervenido (BI) conformado por cultivo de palma africana (*Elaeis guineensis*), y 2) Bosque No Intervenido (BNI) conformado por bosques heterogéneos, con un dosel que alcanza los treinta metros de altura y arboles emergentes que superan los cuarenta metros. Para la captura se utilizaron trampas tipo pit-fall con cebo de heces de cerdo, realizando una captura mensual Agosto-Diciembre del 2014. Se capturaron 635 individuos pertenecientes a 10 géneros y 23 especies. Para BNI se registraron 22 especies y nueve especies para BI. El esfuerzo de muestreo aplicado fue el esperado, ya que se superó el 90%. El tipo de bosque si tiene influencia sobre la riqueza de escarabajos. Los factores abióticos no influyeron respecto a riqueza y abundancia de escarabajos.

Palabras Claves: bosque húmedo tropical, escarabajos coprófagos, gradiente de manejo, diversidad, factores abióticos.

ABSTRACT

The study was conducted in El Eno at 310 meters, in Sucumbios province. For the study we choose two kind of forest: 1) Disturbed Forest (DF) formed by growing oil palm (*Elaeis guineensis*), and 2) Undisturbed Forest (UF) composed of heterogeneous forests with a canopy that reaches thirty feet high and emergent trees over forty meters. We use pit-fall traps with bait pig feces. The sample was monthly in the August-December 2014 period. We registered 635 individuals belonging to 10 genera and 23 species. For UF we found 22 species and nine species for DF. The sampling effort applied was expected agree with the estimators. The forest kind show influences on the richness of beetles. Abiotic factors did not show an influence agree with richness and abundance of beetles.

Key words: rain forest, dung beetles, management gradient, diversity, abiotic factors

1. INTRODUCCIÓN

La fragmentación y la transformación de los hábitats naturales, con su consecuente pérdida de especies, es considerada una de las amenazas más frecuentes para la conservación de la biodiversidad (Primack et al., 2001; Fahrig, 2003). Los efectos de la fragmentación se evidencian en cambios físicos, entre los que se encuentran: variación en el microclima como aumento en la luminosidad, temperatura, viento, reducción en la humedad y biológicos como la disminución de la cobertura arbórea y de la hojarasca, que afectan la distribución y diversidad de especies.

En Ecuador, actividades como el establecimiento de cultivos, la apertura de caminos, la urbanización, la tala y la extensión de la frontera agrícola ocasionan la pérdida de bosques. Se ha disminuido el área con cobertura original y se ha generado una matriz con remanentes o parches, que por sus características como forma, área y distanciamiento entre sí, hacen que se dificulte la posibilidad de supervivencia de la fauna y la flora que queda atrapada o cuya movilidad queda limitada entre estos fragmentos (Fahrig, 2003; Arellano & Rangel, 2010).

Los cambios se dan principalmente en la distribución y fisiología y se han atribuido a la variación en la temperatura y disminución en la precipitación y alteración del hábitat (Hannah et al., 2005). Hay que tener en cuenta que la distribución de las especies está dada por una serie de variables tanto bióticas como abióticas (Pulido, 2009), por esto es importante conocer cómo se relacionan las comunidades bióticas con las características físicas y biológicas, y así establecer el grado de afectación que se da en las especies por los cambios inducidos por la actividad humana.

Una de las alternativas para identificar los efectos de la fragmentación y sus consecuencias, ha sido el uso de los grupos bioindicadores y específicamente de insectos, debido a su alta riqueza y diversidad, fácil manipulación, corta temporalidad generacional y susceptibilidad ante la deforestación y reducción del hábitat, dado que estos fenómenos inducen cambios a corto plazo en la abundancia y distribución de numerosos grupos de insectos (Klein, 1989; Andresen, 2003). El uso de estos grupos bioindicadores, permite tomar decisiones de conservación por la fuerte relación que tienen con el hábitat.

Las especies de la familia Scarabaeidae responde de manera directa a la estructura de las comunidades existentes en un hábitat, presentándose relaciones de especialización a un determinado tipo de recurso (Davis et al., 2001). Esta relación permite proponer a este grupo como bioindicador de perturbaciones en diferentes hábitats (Halffter & Favila, 1993; Favila & Halffter, 1997).

Entre los insectos, se han utilizado a los escarabajos coprófagos (Scarabaeinae: Scarabaeidae) como grupo indicador de la perturbación antrópica, debido principalmente a su amplia distribución geográfica, rol funcional en el ecosistema, estrecha relación con otros taxones (especialmente mamíferos) y su sensibilidad a los cambios en el hábitat ya que dependen del excremento de vertebrados (usualmente de mamíferos) y de carroña como principales fuentes de alimento y sustratos de nidificación (Halffter & Matthews 1966; Halffter & Edmonds 1982).

Mundialmente se reconocen alrededor de 6000 especies y 200 géneros de escarabajos coprófagos (Halffter, 1991). En el Ecuador los estudios taxonómicos están limitados a pocos grupos como: Lepidoptera (Hilt & Fiedler, 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). La mayoría de estudios están registrados para Colombia (Sandra et al., 1999; Medina et al., 2001; Bustos-Gómez & Lopera, 2003; García & Pardo, 2004; Noriega et al., 2007; Pulido et al., 2007; Martínez et al., 2009).

Es así que, estudios como el presente pueden aportar en ampliar el conocimiento de la distribución de especies del grupo, mediante la identificación de posibles áreas que por diferentes causas no han podido ser estudiadas y que más adelante podrían ser corroboradas en campo a partir de los resultados aquí presentados.

En la presente investigación se pretende: 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, además determinar cómo los factores abióticos (temperatura, humedad relativa y precipitación) inciden en el ensamblaje de las poblaciones de escarabajos coprófagos.

1. OBEJTIVOS

1.1. Objetivo general

- Examinar los cambios en la diversidad de escarabajos coprófagos a lo largo de un gradiente de manejo.

1.2. Objetivos específicos

- Determinar la abundancia y riqueza de escarabajos coprófagos, en dos tipos de bosque de acuerdo al grado de intervención.
- Determinar los factores abióticos (temperatura, humedad relativa y precipitación) que inciden en la estructura de las poblaciones de los escarabajos coprófagos.

2. MATERIALES Y MÉTODOS.

2.1. Área de estudio

Este estudio se llevó a cabo en la parroquia El Eno en las coordenadas geográficas 0° 01' 34.85" Sur y 76° 53' 09.42" Oeste, a una altura promedio de 310 m s.n.m., a 14 km de la población de Nueva Loja. El paisaje está compuesto por cultivos de palma africana y bosques heterogéneos y diversos, con un dosel que alcanza los treinta metros de altura y arboles emergentes que superan los cuarenta metros o más de altura.

La zona de estudio se dividió en dos tipos de bosque tomando en cuenta el grado de intervención, para lo cual se utilizaron dos tipos de bosque:

1) Bosque No intervenido (BNI) (Figura 1), denominado bosque siempreverde de tierras bajas, conformado por bosques heterogéneos, con un dosel que alcanza los treinta metros de altura y arboles emergentes que superan los cuarenta metros. Este bosque se encuentra dentro del piso zoogeográfico denominado Trópico oriental donde habitan 198 especies de mamíferos (51,6% del total presente en Ecuador) (Boada *et al.*, 2010).

El mismo se caracteriza por ser un bosque primario que ha sido mínimamente perturbado por la actividad selectiva de entresacado de árboles maderables, además cuenta con la presencia de muchas especies de vertebrados como: Tapir (*Tapirus terrestris*), Guanta (*Cuniculus paca*), guatusa (*Dasyprocta fuliginosa*), Guatín (*Myoprocta pratti*), Oso Hormiguero (*Myrmecophaga tridactyla*), Armadillos (*Cabassous unicinctus*), perezosos (*Choloepus didactylus*), mono araña (*Ateles belzebuth*), Capibara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) cusumbos, etc.

2) Bosque Intervenido (BI) (Figura 1), conformado por cultivo de palma africana (*Elaeis guineensis*), este tipo de vegetación se caracteriza por ser un monocultivo, donde no se permite el asocio a otros tipos de vegetación y animales domésticos. Esta sección presentó un proceso de tala de árboles y remoción de todo tipo de vegetación por completo hace aproximadamente dos años, para posteriormente ser plantada por palma africana exclusivamente.



Figura 1. Área de estudio Bosque Intervenido (BI) y Bosque No Intervenido (BNI)
Fuente: Tomado de Google Earth

2.2. Especie de estudio

Taxonómicamente los escarabajos coprófagos pertenecen a la familia Scarabaeidae que tiene tres subfamilias: Scarabaeinae, Aphodiinae y Geotrupinae. Casi todas las especies de Scarabaeinae, que es la subfamilia más numerosa, se encuentran en regiones tropicales y subtropicales, mientras que la mayoría de las otras dos subfamilias habitan en regiones templadas y frías (Morón, 2003).

Scarabaeidae es una de las subdivisiones más grandes de Coleoptera, con un estimado de 35000 especies a nivel mundial (Grebennikov & Scholtz, 2004) y constituye uno de los grupos de insectos más diversificados en cuanto a forma, coloración, tamaño y hábitos alimenticios (Delgado & Márquez, 2006).

Debido a su hábito coprófago, juegan un papel muy importante en el reciclaje de nutrientes, fertilización y aireación del suelo, dispersión secundaria de semillas y el control de poblaciones de organismos causantes de enfermedades en las poblaciones de vertebrados, compitiendo con ellos por alimento y destruyendo sus larvas y huevos (Escobar, 2004)

La mayoría son nocturnos, pero hay algunas especies cuyos adultos son de hábitats diurnos. La comida es localizada por los adultos utilizando el sentido del olfato que está situado en sus antenas. Debido a la alta calidad y cantidad de la comida para la larva un escarabaeino puede desarrollarse del huevo a adulto en menos de dos meses. Varias especies son de mucha importancia en la industria ganadera por su actividad de descomponer estiércol y enterrarlo en el suelo (Solís, 1989).

Su metamorfosis al igual que todos los insectos es completa (Figura 2). Nacen de huevos; las larvas mudan su piel de dos a cinco veces, lo que se conocen como estadíos larvales o "instares"; las larvas mudan a pupas, que son estados inactivos, sin alimentación, con una reorganización marcada de órganos y sistemas orientados a la conformación de lo que será el individuo adulto (Gasca, 2002).

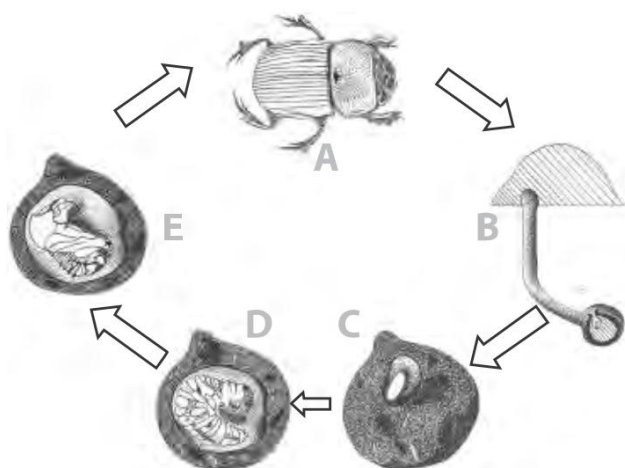


Figura 2. Metamorfosis de un escarabajo

Fuente: Cultid et al., 2012

2.3. Técnicas de muestreo

Para este estudio se utilizaron trampas pit-fall cebadas con heces de cerdo (Figura 3) (Newton & Peck, 1975; Hill, 1995; Jolon, 1999). En cualquier caso y a pesar de las limitaciones inherentes a cualquier método de trapeo, se acepta que con este sistema (trampas pitfall) 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 & Niémela, 2003).



Figura 3. Trampa pit-fall, cebada con heces de cerdo.

Las trampas pit-fall presentan varias ventajas comparativas frente a otras trampas como son: bajo costo, utilidad para colectar variedad de grupos, fácil manipulación y montaje en campo, capacidad de reutilización y posible uso en cualquier ambiente, lo que las han convertido en las trampas más utilizadas para colectar escarabajos (Steyskal, 1986).

Las mismas consisten de un vaso plástico de 300 ml (vaso cervecero), enterrado con su boca a ras del suelo, conteniendo 100 ml de agua jabonosa. Son cebadas, cada una, con 20 gramos de excremento de cerdo, el cual es colocado en la concavidad de una cuchara de plástico que se fija en el suelo por su mango.

Por cada tipo de bosque se instalaron 20 puntos de muestreo. Cada punto separado de otro por 40 metros. En cada punto se instalaron cuatro trampas separadas por 1 metro una de otra, formando un cuadrado (Figura 3). El tiempo de espera fue de 48 horas entre la instalación de la trampa y la colecta. Para recolectar los especímenes capturados se desmontan las trampas y se ciernen en un colador pequeño y se ubican en bolsitas plásticas (ziplock) con alcohol potable al 90 %.

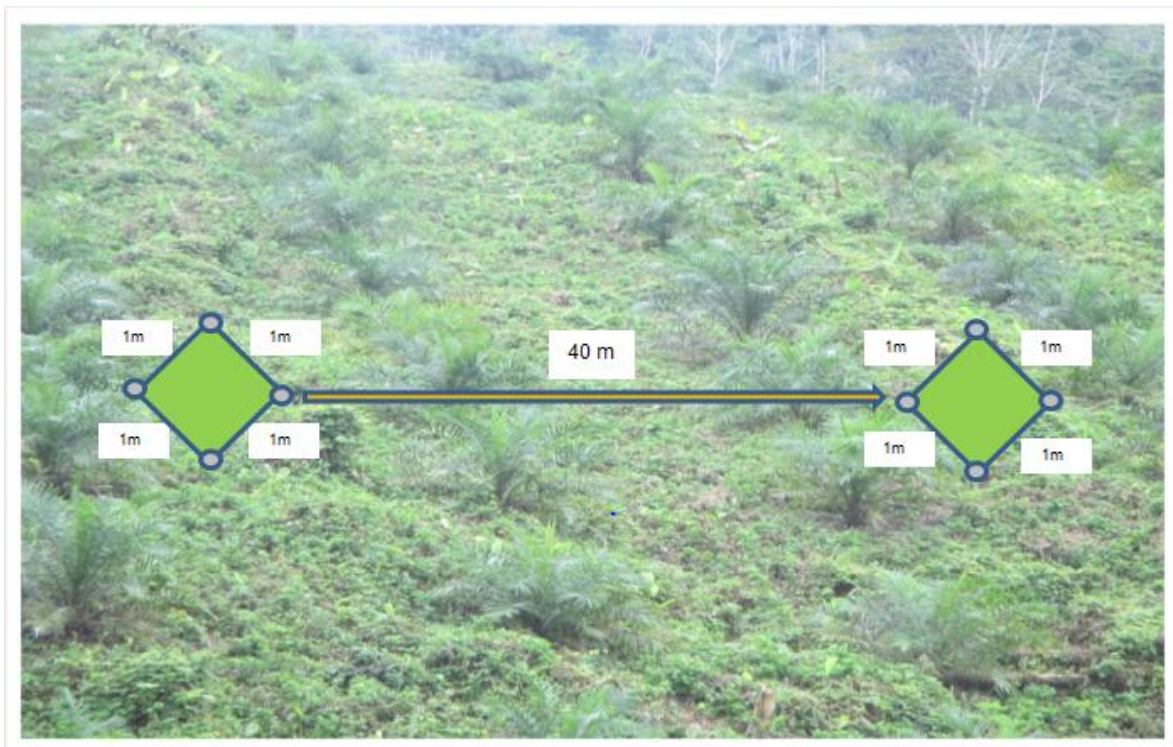


Figura 4. Diseño de transecto y ubicación de trampas

2.4. Manejo de muestras

Los escarabajos coprófagos colectados durante el período de muestreo fueron almacenados en alcohol al 90 % con los datos de colecta: lugar, fecha, coordenadas geográficas y persona recolectora. Posteriormente se enviaron las muestras al Museo de colecciones Biológicas de la Universidad Técnica Particular de Loja, en Ecuador para su fijado e identificación.

En el laboratorio, los ejemplares se separaron en morfoespecies y se identificaron a nivel de género a través de comparación con la colección de referencia del Museo de Colecciones Biológicas de la UTPL y el uso de claves taxonómicas Vaz-de-Mello, 2011.

2.5. Análisis de datos

2.5.1. Análisis de riqueza y composición de especies

La riqueza de especies se consideró como el número de especies encontradas en BI y BNI, y la abundancia como el total de individuos colectados. Para determinar el esfuerzo de muestreo se determinaron estimadores no paramétricos de riqueza: Chao1, que estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies; 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, método 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 superestiman la riqueza de especies cuando el número de muestras es bajo (Colín et al., 2006). Estos datos fueron analizados a través del programa EstimateS 7.5.2 (Robert K. Colwell, 2009).

2.5.2. Análisis de factores abióticos

Para determinar los factores abióticos que inciden en la riqueza y abundancia de escarabajos coprófagos, y por cada una de las especies, se utilizaron GLM's (Modelos Lineales Generalizados).

3. RESULTADOS

3.1. Riqueza, abundancia y diversidad

Se capturaron un total de 635 individuos, pertenecientes a 10 géneros y 23 especies (Tabla 1). (486 Individuos). Para Bosque No Intervenido (BNI) correspondiente el 76.54% con 22 especies y para Bosque Intervenido (BI) el 23.46% con nueve especies (Tabla 1).

Para BNI la especie con mayor número de individuos fue *Dichotomius podalirius* con 86 individuos (17.70 %) y tres especies: *Canthidium* sp2, *Canthidium* sp3 y *Coprophanaeus* sp2 solo tuvieron registro de un individuo (0.21 %) (Tabla 1).

Para BI la especie con mayor número de individuos fue *Dichotomius problematicus* con 80 individuos (53.69 %) y la especie con menor número de individuos fue *Onthophagus* sp1 con 1 individuo (0.67 %) (Tabla 1).

De las 23 especies encontradas, ocho especies tienen una distribución generalista en los dos tipos de bosques, 14 especies fueron exclusivas para BNI. Y una especie es exclusiva para BI (Tabla 1).

Tabla 1. Número de especies capturadas, Abundancia y Riqueza en BNI y BI.

ESPECIE	BNI		BI	
	NI	%	NI	%
Canthidium_Sp1	24	4,94	0	0,00
Canthidium_Sp2	1	0,21	0	0,00
Canthidium_Sp3	1	0,21	0	0,00
Coprophanaeus_Sp1	2	0,41	0	0,00
Coprophanaeus_Sp2	1	0,21	0	0,00
Deltochilum_Sp1	13	2,67	0	0,00
Deltochilum_Sp2	3	0,62	0	0,00
Deltochilum_Sp3	32	6,58	0	0,00
Deltochilum_Sp4	22	4,53	0	0,00
<i>Dichotomius_ohausi</i>	4	0,82	5	3,36
<i>Dichotomius_podalirius</i>	86	17,70	5	3,36
<i>Dichotomius_problematicus</i>	54	11,11	80	53,69
Dichotomius_Sp1	4	0,82	0	0,00
Dichotomius_Sp2	21	4,32	0	0,00
Dichotomius_Sp3	5	1,03	3	2,01
<i>Eurysternus_caribeus</i>	54	11,11	35	23,49
Eurysternus_Sp1	4	0,82	12	8,05
Onthophagus_Sp1	0	0,00	1	0,67
<i>Oxysternon_conspicillatum</i>	20	4,12	0	0,00
<i>Oxysternon_silenus</i>	28	5,76	5	3,36
<i>Phanaeus_chalcomelos</i>	36	7,41	0	0,00
Scybalocanthon_Sp1	65	13,37	3	2,01
Uroxys_Sp1	6	1,23	0	0,00
	Abundancia	486	149	
	Riqueza	22	9	
	Diversidad Simpson	0,904	0,65	

El esfuerzo de muestreo de acuerdo a los estimadores de riqueza no paramétricos, evidencia que la riqueza de especies en ambas zonas se aproxima a los valores esperados, tomando en cuenta los de mayor importancia (Chao2 y Jack1) (Tabla 2).

Tabla 2. Estimadores no paramétricos en BNI y BI.

Estimadores no paramétricos	Especies estimadas		Especies registradas	
	BNI	BI	BNI	BI
ACE	23.47	9.29		
ICE	23.46	9.3		
CHAO1	23.5	9		
CHAO2	23.49	9	22	9
JACK1	24.97	9.99		
JACK2	26.94	10		
BOOTSTRAP	23.37	9.56		

3.2. Factores Abióticos

Los datos de precipitación, humedad relativa y temperatura se obtuvieron directamente en el área de estudio y en el tiempo correspondiente a los meses que duró el muestreo (Tabla 3.)

Los datos de humedad relativa y temperatura se obtuvieron mediante un termohigrómetro de marca (testo 605-H1), el cual fue instalado en las coordenadas correspondientes al área de estudio y protegido de la lluvia y de los rayos directos del sol, los datos de humedad relativa y temperatura, fueron registrados diariamente para posteriormente sacar un promedio mensual.

La precipitación fue medida con un pluviómetro marca (WalMur), el cual se verificaba y tomaba los datos después de cada evento de lluvia, estos datos se registraron para posteriormente calcular la precipitación mensual.

Tabla 3. Datos promedio de precipitación, humedad relativa y temperatura.

Variable	Unidad	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Dic.
Temperatura	°C	25.9	26.7	25.9	26.6	26.8
Precipitación	mm	146	165	175	253	266
Humedad Relativa	%	81	78	82	83	83

En este estudio el efecto de la precipitación, humedad relativa y temperatura de acuerdo a los resultados obtenidos estadísticamente, no influye de manera significativa en la comunidad de los escarabajos, tanto en riqueza como en abundancia, ya que los dos tipos de bosque presentan los mismos valores (Tabla 4).

A nivel de especies *Dichotomius podalirius*, *Oxysternon silenus* se ven influenciadas por Tipo de bosque, Humedad relativa, Temperatura y Precipitación. *Dichotomius problematicus*, *Eurysternus caribeus* y *Scybalocanthon* sp1 se ven influenciadas por Tipo de Bosque. Y *Eurysternus* sp1 tiene influencia de Humedad Relativa, Precipitación y Temperatura (Tabla 4).

Tabla 4. Efectos de Tipo de Bosque, precipitación, humedad relativa y temperatura, sobre la riqueza y abundancia de escarabajos coprófagos. Valores significativos (P<0,05).

	Tipo de bosque		Humedad		Precipitación		Temperatura	
	Z	p	Z	p	Z	p	Z	p
Riqueza	-0,516	0,6055	-0,305	0,76	0,387	0,698	-0,346	0,729
Abundancia	0,042	0,9668	-0,396	0,692	0,536	0,592	-0,407	0,684
Abundancia de especies								
<i>Canthidium_Sp1</i>	-0,005	0,996	-0,442	0,658	0,373	0,709	-0,318	0,751
<i>Canthidium_Sp2</i>	-0,002	0,998	-0,001	0,999	0,002	0,999	-0,002	0,999
<i>Canthidium_Sp3</i>	-0,002	0,998	-0,001	0,999	0,002	0,999	-0,002	0,999
<i>Coprophanaeus_Sp1</i>	-0,566	0,571	0,002	0,999	-0,002	0,999	0,002	0,999
<i>Coprophanaeus_Sp2</i>	-0,002	0,998	-0,001	0,999	0,002	0,999	-0,002	0,999
<i>Deltochilum_Sp1</i>	-0,003	0,997	-1.245	0,213	1.301	0,193	-1.241	0,215
<i>Deltochilum_Sp2</i>	-0,003	0,998	0,003	0,998	-0,003	0,998	0,003	0,998
<i>Deltochilum_Sp3</i>	-0,003	0,997	0,443	0,658	-0,341	0,733	0,349	0,727
<i>Deltochilum_Sp4</i>	-0,005	0,996	1.126	0,26	-1.030	0,303	1.113	0,265
<i>Dichotomius_ohausi</i>	0,333	0,739	-1.102	0,271	1.093	0,274	-1.137	0,256
<i>Dichotomius_podalirius</i>	-6.184	<0.001	2.213	0,0269	-2.075	0,0379	1.961	0,0499
<i>Dichotomius_problematicus</i>	2.325	0,0201	-0,29	0,772	0,322	0,747	-0,304	0,761
<i>Dichotomius_Sp1</i>	-0,003	0,998	0,003	0,998	-0,003	0,998	0,003	0,998
<i>Dichotomius_Sp2</i>	-0,005	0,996	1.312	0,189	-1.187	0,235	1.200	0,23
<i>Dichotomius_Sp3</i>	-0,699	0,484	-0,091	0,928	0,091	0,928	-0,011	0,992
<i>Eurysternus_caribeus</i>	-1.998	0,04568	-0,541	0,588	0,342	0,733	-0,608	0,543
<i>Eurysternus_Sp1</i>	1.903	0,0571	-2.513	0,012	2.573	0,0101	-2.522	0,0117
<i>Onthophagus_Sp1</i>	0	1	0	1	0	1	0	1
<i>Oxysternon_conspicillatum</i>	-0,003	0,9975	-1.693	0,0904	1.780	0,0751	-1.768	0,077
<i>Oxysternon_silenus</i>	-3.548	<0.001	-2.367	0,0179	2.329	0,0198	-2.268	0,0233
<i>Phanaeus_chalcomelas</i>	-0,005	0,996	-0,355	0,723	0,293	0,77	-0,134	0,893
<i>Scybalocanthon_Sp1</i>	-5.152	<0.001	-0,289	0,772	0,261	0,794	-0,201	0,84
<i>Uroxys_Sp1</i>	-0,003	0,9974	-0,002	0,999	0,002	0,998	-0,003	0,998

4. DISCUSIÓN

4.1. Riqueza, abundancia y diversidad

La mayoría de los trabajos en zonas boscosas afirman que existe una estrecha relación entre el grado de conservación de un hábitat y su diversidad, encontrando los mayores valores en las zonas más conservadas (Klein, 1989; Davis et al., 2001; Halffter & Arellano, 2002; Arellano et al., 2004; Escobar, 2004).

Los dos tipos de bosque presentan una marcada diferencia en cuanto a su riqueza y abundancia a nivel de comunidad, esto se puede atribuir a que el BNI, es un hábitat más complejo, por lo tanto la disponibilidad de recursos vegetales para mamíferos es mayor, de esta forma, la cantidad, calidad y distribución homogénea de las heces permite la sostenibilidad de un mayor número de especies e individuos de escarabajos coprófagos.

Factores como la diversidad de recursos alimenticios (excretas de vertebrados, frutos, vegetales y restos de animales en descomposición), condiciones edáficas de textura firme favorables para la fauna coprófaga, conllevan a un aumento de la riqueza y diversidad en esta área. Además, la gran cobertura arbórea en las zonas muestreadas evita la desecación en el interior de los nidos y mantienen las condiciones de humedad óptima para la presencia de escarabajos coprófagos.

En relación a la diversidad de escarabajos coprófagos tomando en cuenta el género más abundante nuestro estudio se acerca a la fauna encontrada en la Amazonía norte por Celi et al., (2004) donde se colectaron 10 especies del género *Dichotomius*. Las especies de este género son consideradas generalistas, ocupan bordes de bosque, con una alta capacidad de penetrar y salir del mismo (Amat, et al., 1997).

4.2. Factores Abióticos

En este estudio el efecto de la precipitación, humedad relativa y temperatura de acuerdo a los resultados estadísticamente obtenidos, no influye de manera significativa en la comunidad de los escarabajos, tanto en riqueza como en abundancia. Sin embargo existe una marcada diferencia en riqueza y abundancia de escarabajos coprófagos en relación al tipo de bosque, probablemente se deba a la influencia de la cobertura vegetal en la distribución de los Scarabaeinae, ya que la densidad de la vegetación en zonas cerradas disminuye la temperatura y la insolación, y mantiene una mayor humedad.

A nivel de especies *Dichotomius podalirius*, *Oxysternon silenus* se ven influenciadas por el Tipo de bosque, Humedad relativa, Temperatura y Precipitación. *Dichotomius problematicus*, *Eurysternus caribeus* y *Scybalocanthon* sp1 se ven influenciadas por el tipo de bosque. Y *Eurysternus* sp1 tiene influencia de Humedad relativa, precipitación y Temperatura. 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.

5. CONCLUSIONES

- Dentro la diversidad de escarabajos coprófagos a medida que el tipo de bosque presenta una mayor y mejor cobertura vegetal mayor número de especies e individuos.
- La comunidad de escarabajos coprófagos no están influenciadas por ningún factor abiótico. Sin embargo individualmente las especies se comportan diferente presentando influencia de los tres factores abióticos.
- Los escarabajos coprófagos pueden ser considerados indicadores del estado de conservación, tomando en cuenta que hemos encontrado una respuesta de los escarabajos a las variables medidas en esta investigación.

6. RECOMENDACIONES

- Continuar los estudios de la diversidad de escarabajos coprófagos en el tiempo, intentar completar un año de muestreo e intentar abarcar un gradiente de manejo más amplio para completar información que confirme la utilización de este grupo de insectos como bioindicador.
- Los factores abióticos (T, HR, P) se sugiere evaluarlos para cada tipo de bosque, estación de muestreo o gradiente. Además, se podría incluir otras variables relacionadas con el suelo, vegetación, etc., que puedan contribuir a explicar mejor las respuestas de los escarabajos coprófagos.
- Realizar este tipo de estudios a nivel local y nacional contribuirán a conocer la diversidad de organismos y que rol juegan en los diferentes ecosistemas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Amat-García, G.; Lopera-Toro, A.; S. Amézquita-Melo. 1997. Patrones de distribución de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) en relicto del bosque altoandino, cordillera Oriental, Colombia. *Caldasia* 19(1-2): 191–204.
2. Andresen, E. 2003. Effect of forest fragmentation on dung beetle communities and functional consequences for plant regeneration. *Ecography*. 26: 87–97.
3. Arellano-P, H. y O. Rangel-CH. 2010. Fragmentación y estado de conservación en páramos de Colombia. En: Rangel-Ch (Ed). *Colombia Diversidad Biótica X: Cambios global (natural) y climático (antrópico) en el páramo colombiano*. Bogotá. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia. 556pp.
4. 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.
5. Boada, C., j. Freile, P. Jiménez, F. Nogales-Sornoza, J. Valencia. 2010. *Fauna de Vertebrados del Ecuador*. Universidad Técnica Particular de Loja. Ecuador.
6. 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). doi:10.1673/031.010.6701
7. Bustos-Gómez, L. y A. Lopera-Toro. 2003. Preferencia por cebo de los escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de un remanente de bosque seco tropical al norte del Tolima (Colombia). En; Onore, G., P. Reyes-Castillo y M. Zunino (Comp.) *Escarabeidos de Latinoamérica: Estado del conocimiento*. Monografías Tercer Milenio. Zaragoza. Vol. 3: 59 – 65.
8. 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. doi:10.1080/00379271.2009.10697629

9. Carvajal, V., Villamarín, S., & Ortega, A. (2011). *Escarabajos del Ecuador* (pp. xviii–350). Quito: Serie Entomología, Número 1.
10. 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.
11. 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. *Lyonia* 7(2): 37-52.
12. Colín, J.; Maeda, P. & Muñoz, P. 2006. Análisis espacial de la riqueza de especies. *Biodiversitas* 68: 6 – 10.
13. Colwell R (2009) EstimateS (Version 7.5.2), Copyright R. K. Colwell: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates> "Diversity Output from Input File: BI (febrero 11, 2015)"
14. Cultid, C; Medina, C; Martinez, B; Escobar, Constantino, L. & Betancur, N. 2012. Escarabajos coprófagos (Escarabaeinae) del eje cafetero: Guia para el estudio ecológico.
15. Dajoz, R. 2001. Entomología Forestal, los insectos y el bosque. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, España. 548 pp.
16. Davis, A.; Holloway, J.; Huijbregts, H.; Krikken, J.; Kirk, A. & Sutton, S. 2001. Dung beetles as indicators of change in the forest of northern Borneo. *Journal of Applied Ecology* 38: 593-616.
17. Delgado, L. y J. Márquez. 2006. Estado del conocimiento y conservación de los Coleóptera Scarabaeoidea (insecta) del estado de Hidalgo, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s). 22(2): 57-108.
18. Domínguez, D., Marín-Armijos, D., & Ruiz, C. (2015). Structure of Dung Beetle Communities in an Altitudinal Gradient of Neotropical Dry Forest. *Neotropical Entomology*. doi:10.1007/s13744-014-0261-6
19. 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*.
20. Fahrig, L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. 34: 487 – 515
21. Favila, M. & Halffter, G. 1997. The use of indicator groups for measuring biodiversity as related to community structure and function. *Acta. Zool. Mex.* (n.s) 72:1-25.

22. García, J. & Pardo, L. 2004. Escarabajos Scarabaeinae saprófagos (Coleóptera: Scarabaeidae) en un bosque muy húmedo premontano de los Andes Occidentales Colombianos. Lima. Peru.
23. Grebennikov, V. y C. Scholtz. 2004. The basal phylogeny of Scarabaeoidea (Insecta: Coleoptera) inferred from larval morphology. *Invertebrate Systematics*. 18: 321–348.
24. Halffter, G. 1991. Historical and ecological factors determining the geographical distribution of beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Folia Entomol. Mex.* 82: 195-238.
25. Halffter, G; Matthew, E. 1966. The natural history of dung beetles of the subfamily Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae). *Folia Entomológica* 12: 1 – 312.
26. Halffter, G. y W. Edmonds. 1982. The nesting behaviour of dung beetles (Scarabaeinae): An ecological and evolutive approach. Instituto de Ecología, Xalapa Mexico, DF.
27. Halffter, G. & Favila, M. 1993. The Scarabaeinae (Insecta: Coleoptera) an animal group for analysing, inventorying and monitoring biodiversity in tropical rainforest and modified landscapes. *Biology International* 27: 15 – 21.
28. Hannah, L., T. Lovejoy y S. Schneider. 2005. Biodiversity and climate change in context. En: Lovejoy, T. y L. Hannah (Eds) 2005. *Climate Change and Biodiversity*. Yale University Press New Haven y London.
29. Hanski, I. y Y. Cambefort. 1991. *Dung Beetle Ecology*. Princeton University Press. New Jersey, USA. 481pp.
30. 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. doi:10.1111/j.1366-9516.2005.00167.x
31. 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.
32. Judas, M., Dornieden, K. & Strothmann, U. 2002. Distribution of carabid beetle species at the landscape level. *J. Biogeogr.* 29: 491 – 508 pp.
33. Klein, B. 1989. Effects of forest fragmentation on dung and carrion beetle communities in Central Amazonia. *Ecology* 70: 1715 – 1725.
34. Martínez, N., H. García, A. Pulido, D. Ospino y J. Narváez. 2009. Escarabajos Coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) de la Vertiente Noroccidental, Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Neotropical Entomology*. 38(6):708-715.

35. Medina, C.; Lopera, A.; Vítolo, A. & Gill, B. 2001. Escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) de Colombia. *Biota Colombiana*, 2(2):131-144.
36. Morón, M. A. (Ed.) (2003). Atlas de los escarabajos de México. Coleoptera: Lamellicornia Vol. II Familias Scarabaeidae, Trogidae, Passalidae y Lucanidae. Argania editio, S. C. P., Barcelona, 227 pp.
37. Newton, A. & Peck, S. 1975. Baited pitfall traps for beetles. *The Coleopterists Bulletin* 29: 45 – 46.
38. Noriega, J. Realpe, E.; Fagua, G. 2007. Diversidad de Escarabajos Coprófagos. Bogotá. Colombia.
39. Organización de Estados Americanos. 2004. Unidad de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. Series sobre elementos de política. Fascículo 1.
40. Primack, R., R. Roiz, P. Feinsinger, R. Dirzo y F. Massardo. 2001. Fundamentos de Conservación Biológica. Perspectivas Latinoamericanas. Fondo de Cultura Económica de México. 797 pp. Martin, P. S. & Klein, R. G. 1984. Quaternary extinctions: A prehistoric revolution. Pgs. 211-229. In: Dung beetles ecology. Hanski I. & Y. Camberfort (eds.). Princeton University press, Princeton, New Jersey.
41. Pulido, L.; Riveros, R.; Gast, F. & Hildebrand, P. 2003. Escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) del Parque Nacional Natural “Serranía de Chiribiquete”. Caqueta. Colombia (Parte I). Monografías Tercer Milenio. Sociedad Entomológica Aragonesa. 3: 51 – 58
42. Pulido, L., C. Medina y R. Riveros. 2007. Nuevos registros de escarabajos coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) para la región andina de Colombia. *Revista de la Academia Colombia de Ciencias Físicas y Exactas*. 31(119): 305-310.
43. Pulido, L. 2009. Diversidad y distribución potencial de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) bajo escenarios de cambio climático en un paisaje fragmentado al Sur de Costa Rica. [Tesis de Maestría]. Escuela de Posgrado. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza – CATIE. 88pp.
44. Rainio, J. & Niemelä, J. 2003. Ground beetles (Coleoptera, Carabidae) as bioindicators. *Biodiversity and Conservation* 12 (3): 487 – 506 pp.
45. Ribera I.; Doledec, S; Downie, I. & Foster, G. 2001. Effect of land disturbance and stress on species traits of ground beetle assemblages. *Ecology* 82: 1112-1129.

46. Sandra *et al.*, 1999; Medina *et al.*, 2001; Bustos-Gómez & Lopera, 2003; Gracia & Pardo, 2004; Noriega *et al.*, 2007; Pulido *et al.*, 2007; Martínez *et al.*, 2009), Bolivia (Hamel-Leigue *et al.*, 2009; Vidaurre *et al.*, 2009)
47. Steyskal, G. 1986. *Insects and mites: Techniques for collection and preservation*: 1443 pp. Department of Agricultura, Miscellaneous Publication. U. S.
48. Scholtz, C., A. Davis y U. Kryger. 2009. Evolutionary biology and conservation of dung beetles. Pensoft Publishers. Sofia – Moscow. 567pp.
49. 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.
50. Solís, A. 1989. Los escarabajos ruedacacas. Contribuciones del Departamento Historia Natural del Museo Nacional de Costa Rica, No. 1, 19 páginas.
51. Solís, A. 1990. Los Lamelicornios de Costa Rica. Museo Nacional de Costa Rica. San José, Costa Rica.
52. Vidaurre, T., J. Ledezma, M. Amaya y K. Fuentes. 2009. Variación temporal de los escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) del jardín botánico municipal de Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. Anais do III Congresso Latino Americano de Ecologia, 10 a 13 de Setembro de 2009, Sao Lourenco – MG.

ANEXOS

Anexo 1. Riqueza de especies de escarabajos del estiércol (Coleoptera: Scarabaeinae) en bosques lluviosos tropicales del mundo.

Localidad	Altitud (m)	Riqueza de especies
Borneo (Sabah: Danum Valley) ¹	760	87
Borneo (Sarawak) ²	150-2180	66
Colombia (Leticia) ³	150	53
Costa de Marfil (Tai) ⁴		75
Ecuador (Cordillera del cutucú) ⁵	500-2000	105
Ecuador (Norte de Esmeraldas) ⁶	50 - 300	80
Ecuador (Río Palenque) ⁷	200 - 250	36
Gabón (Makokou) ⁸		66
Panamá (Barro Colorado) ⁹	50	59
Perú (Cordillera del Condor) ¹⁰	100 - 1500	18

¹ Davis (2000), ² Hanski (1983), ³ Howden & Nealis (1975), ⁴ Camberfort & Walter (1991) en Davis (2000), ⁵ Celi, Terneus, Torres & Ortega (2004), ⁶ Celi, Terneus, Yopez & Davalos (2003), ⁷ Peck & Forsyth (1982), ⁸ Cambefort & Walter (1991) en Davis (2000), ⁹ Gill (1991) en Davis (2000), ¹⁰ Forysth & Spector (1997).