



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja

ÁREA BIOLÓGICA

TÍTULO DE INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL

Efectos de la actividad humana sobre la diversidad de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae), como indicadores de diversidad biológica en el Parque Nacional Cajas, sector Llaviucu.

TRABAJO DE TITULACIÓN

Autor: Idrovo Cáceres, Carlos Iván.

Director: Marín Armijos, Diego Stalin, Ing.

CENTRO UNIVERSITARIO CUENCA

2016



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

2018

APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Ingeniero.

Diego Stalin Marín Armijos.

DOCENTE DE LA TITULACIÓN

De mi consideración:

El presente trabajo de titulación: "Efectos de la actividad humana sobre la diversidad de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae), como indicadores de diversidad biológica en el Parque Nacional Cajas - sector Llaviucu", realizado por Carlos Iván Idrovo Cáceres ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo.

Loja, julio de 2015

f.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

"Yo Idrovo Cáceres Carlos Iván declaro ser autor del presente trabajo de titulación: "Efectos de la actividad humana sobre la diversidad de escarabajos coprófagos (Coleóptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae), como indicadores de diversidad biológica en el Parque Nacional Cajas - sector Llaviucu", de la Titulación de Gestión Ambiental, siendo Diego Stalin Marín Armijos director del presente trabajo; 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 de grado o trabajos de titulación que se realicen con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad"

f.....

Autor: Idrovo Cáceres Carlos Iván

Cédula: 0104165725

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico al Ser Supremo-Dios, porque sin su divina voluntad nada se lograría. A mi amada esposa Silvia, que gracias a su perseverancia y apoyo incondicional, ha sabido impulsarme con ahínco para poder llegar a cumplir esta tan anhelada meta.

A mis adorados y amados hijos terrenales Mateo y David por tener paciencia y ser la inspiración de mi superación, a mi amado hijo Juan Adrián que desde el Cielo estará orgulloso y compartiendo mi logro, a mis queridos padres Modesto y Mercedes por haberme dado la vida y haberme apoyado moralmente en todo.

Iván

AGRADECIMIENTO

Agradezco de manera infinita a la Universidad Técnica Particular de Loja por haberme permitido realizar mis estudios superiores, al Ing. Diego Marín Armijos, Director del trabajo de fin de titulación, quien con su arduo conocimiento y constante apoyo me ha orientado a la elaboración y feliz término 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, y a la administración del Parque Nacional Cajas por darme la oportunidad de realizar el presente estudio en es su área de gestión, en especial al Biólogo José Cáceres y Licenciado Juan Carlos Quezada.

.

Iván

ÍNDICE

APROBACIÓN DEL DIRECTOR 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 METODOS.....	5
1.1. Área de estudio.....	6
1.2. Especie de estudio.....	8
1.3. Técnicas de muestreo.....	12
1.3.1 Riqueza y abundancia de escarabajos coprófagos.....	12
1.3.2 Factores abióticos.	12
1.4. Análisis de datos.....	13
2. RESULTADOS.....	14
2.1. Riqueza y abundancia de especies.....	15
2.2. Factores abióticos.....	17
3. DISCUSION	19
3.1. Riqueza y abundancia de especies.....	20
3.2. Factores abióticos.....	21
CONCLUSIONES	23
RECOMENDACIONES	24
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25
ANEXOS	33

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Riqueza y abundancia de especies capturadas.....	15
Tabla 2: Estimadores no paramétricos de riqueza en dos tipos de bosque	16
Tabla 3: Efecto de Tipo de bosque, Humedad, Precipitación y Temperatura en la riqueza y abundancia de especies. Los valores significativos son indicados en negrita ($p < 0,01$).....	18

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación del Área de estudio.....	6
Figura 2: Morfología externa básica de los Scarbaeinae.....	9
Figura 3: Métodos de relocalización de excremento en escarabajos coprófagos.....	10
Figura 4: Ciclo de vida de un escarabajo.....	11

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el Parque Nacional Cajas - sector Llaviucu, lugar en el cual se estableció el muestreo en dos tipos de bosque: Bosque no Intervenido (BNI) y Bosque Intervenido (BI), la misma se la pudo realizar en los meses: desde octubre del 2014 hasta marzo del 2015, con un muestreo mensual utilizando trampas pit-fall de 20 puntos para cada tipo de bosque.

Se capturaron un total de 360 individuos, los cuales pertenecen a dos familias: Scarabaeidae y Carabaeidae, **seis géneros y 6 especies**. De éstos en el Bosque Intervenido se encontraron 168 individuos de los cuales, 99 fueron coprófagos siendo en gran parte de la especie *Uroxys sp1* con 93 individuos, mientras que en el Bosque no Intervenido se encontraron 192 individuos de los cuales 74 pertenecen a los escarabajos coprófagos siendo el más la especie más representativa *uroxys sp1*. Bajo el análisis estadístico se logró determinar que el tipo de bosque influye significativamente para *Uroxys sp1*, *Copris sp1* y *Carabidae sp1*. Finalmente, los factores ambientales influyentes fueron la temperatura, humedad y precipitación para la comunidad de abundancia.

Palabras claves: Escarabajos, Scarabaeidae, coleóptera, indicador, especie, Cajas, Llaviucu

ABSTRACT

The following research was performed in Cajas National Park, in the area of Llaviucu; two kinds of forests were selected in order to obtain results: Pristine forest and secondary forest. The research was performed monthly, since October 2104 until March 2015 using pit-fall traps in 20 points previously selected for each kind of forest.

360 beetles were captured, they belong to two families: Scarabaeidae and Carabaeidae, 6 genders and 6 species. 168 beetles were found in secondary forest from which 99 were coprofago, 93 of them are part of Uroxys sp1. 192 beetles were captured in the pristine forest, 74 of them belong to coprofago beetles, and the most representative specie is Uroxys sp1. Using statistical analysis we found that the type of forest has a high importance for Uroxys sp1, Copris sp1 y Carabidae sp1. Finally, the environmental factors considered to determinate the abundance of the community of beetles were: temperature, humidity and rainfall.

Keywords: beetles, dung, Coleoptera, indicator, Scarabaeidae, Cajas, Llaviucu.

INTRODUCCIÓN

La diversidad biológica, es esencial para sostener las redes y sistemas vivientes que proporcionan alimento, salud, combustibles, belleza escénica y servicios ambientales de los cuales dependemos (Secretaría del Convenio sobre Diversidad Biológica, 2010). El continente americano presenta una gran riqueza de biodiversidad (OEA, 2004). Y específicamente América Latina contiene el 40% de las especies flora y fauna de los bosques tropicales del mundo. Estos hábitats tropicales, subtropicales, templados y andinos contienen una biodiversidad excepcional, manteniendo al planeta apto para la vida (PNUMA, 2003; OEA, 2004; Orozco & Perez, 2008).

El Ecuador pertenece al grupo de los 17 países más biodiversos del mundo en el que también están Brasil, Indonesia, Colombia los que tienen entre el 60 y 70 % de la diversidad de todo el planeta (Coloma, 2001). Su alta diversidad se debe a su posición geográfica privilegiada, la presencia de la cordillera de los Andes la influencia de las corrientes marinas etc. (Mittermeier & Mittermeier, 1997). Esta biodiversidad está representada por plantas vasculares, mamíferos con 412 especies (Tirira 2011, 2013), aves con 1625 especies (Freile 2009), reptiles y anfibios con 558 especies (Ron *et al.* 2013) Referente a los artrópodos existen aproximadamente 1.5-1.7 millones de especies descritas. Entre el 60-70% son insectos y entre todos los órdenes de insectos sólo cuatro abarcan más del 80% de las especies: Coleoptera, Lepidoptera, Diptera e Hymenoptera (Footitt & Adler, 2009).

Lamentablemente toda esta excepcional biodiversidad se ha visto gravemente afectada por el constante incremento de las presiones antrópicas sobre los recursos naturales como la potencial y constante transformación de bosques primarios a pasturas y tierras agrícolas, modificando las fuentes de alimento y hábitat de animales y plantas (Hernández et al., 2003). Lo que ha provocado a una pérdida irreversible de especies y ecosistemas sin precedentes (Myres, 1984; OEA, 2004; Cantú et al., 2007). Lo que según Parra (1992) y Carvajal et al., (2011) ha provocado profundos impactos ecológicos en Sudamérica, al no encontrar un equilibrio entre el desarrollo económico del país 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; 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).

Uno de los grupos con potencial interés como indicador ecosistémico por su fácil captura son los escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). Los mismos que forman parte de un gremio de insectos ampliamente estudiados, con protocolos de muestreo estandarizables y taxonomía asequible (McGeoch et al., 2002). La importancia en el funcionamiento de los ecosistemas como recicladores de materia orgánica especialmente de mamíferos (silvestres y domésticos), polinizadores, dispersores de semillas (Andresen, 2001; Arriaga et al., 2008), regulación y la supresión de plagas y vectores de enfermedades (Nichols et al., 2008). Los escarabajos peloteros son relativamente ricos en especies y abundantes en muchos sitios, especialmente en las regiones tropicales; su muestreo es fácil, económico y rápido, hecho que significa una relación costo-rendimiento óptima; no solo son sensibles a la modificación del hábitat, sino también a la caza de mamíferos grandes (Hamel-Leigue et al, 2009).

Mundialmente se conocen 25000 especies de escarabaeidos 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).

En el Parque nacional Cajas nunca antes se han realizado estudios sobre la diversidad de escarabajos coprófagos. La mayoría de estudios se han centrado en aves, ranas, diversidad de mariposas, botánica, ratones, etc. Por esta razón se ha propuesto realizar un estudio sobre la diversidad de escarabajos coprófagos con la finalidad de conocer su biodiversidad. Para lo cual se plantearon los siguientes objetivos: 1) Determinar la abundancia y riqueza de escarabajos coprófagos a lo largo de un gradiente de manejo.

2) Determinar qué factores abióticos (temperatura, humedad relativa y precipitación) incide en su abundancia y riqueza.

1. MATERIALES Y MÉTODOS

vegetación de almohadillas es un grupo importante ya que las quebradas andinas normalmente encuentran su fuente en estos sitios. La vegetación leñosa del parque se divide en tres clases: el Bosque de Polylepis sobre los 3.300 m.s.n.m., el Bosque de Neblina Montano y el Bosque Siempre Verde Montano Alto, que están ubicados entre los 2.900 y 3.400 m.s.n.m. (MAE, ETAPA Y CORPORACIÓN MUNICIPAL PARQUE NACIONAL CAJAS, 2007).

En el páramo del PNC se encuentran alrededor de 500 especies de plantas vasculares pertenecientes a 243 géneros en 70 familias. En el Ecuador existen 62 especies de mamíferos (16.2% de las especies del Ecuador), de las cuales 44 (66%) se encuentran en el Parque Nacional Cajas y el Bosque Protector de Mazán y dos de ellas son endémicas. (Sánchez & Carbone 2012). Dentro de los anfibios se han registrado 24 especies (*Atelopus exiguus*, *A. nanay*, *Pristimantis vidua* y *P. philipi*, entre otras) (Arbelaez & vega, 2008).

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

1. **Bosque no Intervenido** (BNI) ubicado en el Parque Nacional Cajas sector LLaviucu con cordenada geográficas UTM 0703871-9685653 y una altitud de 3260 m s.n.m.

En este bosque se encuentran representando los ecosistemas de formación vegetal de Bosque siempreverde montano alto y páramo de pajonal en su parte alta (Sierra, 1999). Su valle tiene forma de U, representada por una combinación de hábitats muy interesantes: bosque montano, páramo, lago y pastizal por lo que la diversidad de especies es una de las más altas de todo el Parque Nacional Cajas.

Este bosque está caracterizado por especies arbóreas: tiene una extensión de bosque altoandino de 341.8 ha, con especies de flora como *Weinmannia fagaroides*, *Hedyosmun luteynii*, *Ocotea infrafoveolata*, *Ocotea heterochroma*, *Clethra fimbriata*, *Macleania rupestris*, *Miconia aspergiliaris*, *Oreocalis grandiflora*, *Myrcianthes rhopaloides*, *Vallea stipularis*, entre las más representativas (Serrano & Minga, 2002).

Este bosque ha sido definido como un sitio importante para la observación y conservación de aves, por lo cual ha sido considerado un sitio IBA de importancia internacional para la conservación de aves. Podemos encontrar fácilmente especies llamativas como el tucán andino pechigris (*Andigena hypoglauca*), pava andina (*Penelope montagnii*), trogon enmascarado (*trogon personatus*), urraca turquesa (*Cyanolyca turcosa*) y varias especies de

coloridas tangeras, varias especies de colibrís y algunas especies de aves acuáticas, así como también aves migratorias (Tinoco & Astudillo, 2012).

En lo que refiere a mamíferos silvestres, en el sector de Llaviucu existen: *Mazama Rufina*, *Cuniculus taczanowskii*, *Nasuella olivácea*, *Sylvilagus brasiliensis*, *Leopardus tigrinus*, *Sylvilagus brasiliensis*, *Pseudalopex culpaeus*, *Coendou quichua* (Sánchez, F, 2013).

2. **Bosque Intervenido** (BI) se ubica en el sector de Llaviucu con coordenadas geográficas UTM 0706785-9685415 y altitud de 3150 m s.n.m.,

Este bosque es parte de la zona de amortiguamiento del PNC, representada por potreros con ganado vacuno netamente lechero, además posee algunas árboles muy dispersos entre el pastizal (Hacienda la Roca).

1.2. Especie de estudio

Los llamados escarabajos coprófagos o estercoleros, son uno de los grupos tropicales más característicos del Orden Coleoptera. Estos insectos pertenecen a la familia Scarabaeidae, subfamilia Scarabaeinae (Morón 2004). Los Scarabaeinae tienen el primer par de alas muy endurecido que forma 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). Los escarabajos del estiércol presentan diversos colores: negro, café, verde con tonalidades metálicas e iridiscencias doradas o rojizas y con aspecto mate o brillante. Miden desde poco más de 1 milímetro hasta 6 o 7 centímetros. Son de forma generalmente redondeada y cóncava, aunque también hay alargados y más o menos planos (Halffter y Edmonds, 1982; Ratcliffe et ál, 2002; Morón, 2004).

Sus principales características son: clipeo expandido, cubriendo las partes bucales. Mandíbulas lameliformes, generalmente membranosas, con sólo el margen externo esclerotizado. Antenas con 8 ó 9 segmentos, mazo antenal con 3 artejos. Coxas medias ampliamente separadas. Tibias posteriores casi siempre con una espuela apical, si hay dos espuelas presentes (cómo en el género *Melocanthon*) estarán dirigidas al centro del cuerpo. Los élitros exponen el pigidio, 6 esternitos abdominales fusionados y visibles. Los tarsos anteriores pueden estar ausentes en hembras o ambos sexos (Gill, 2001). 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). Fig. 2

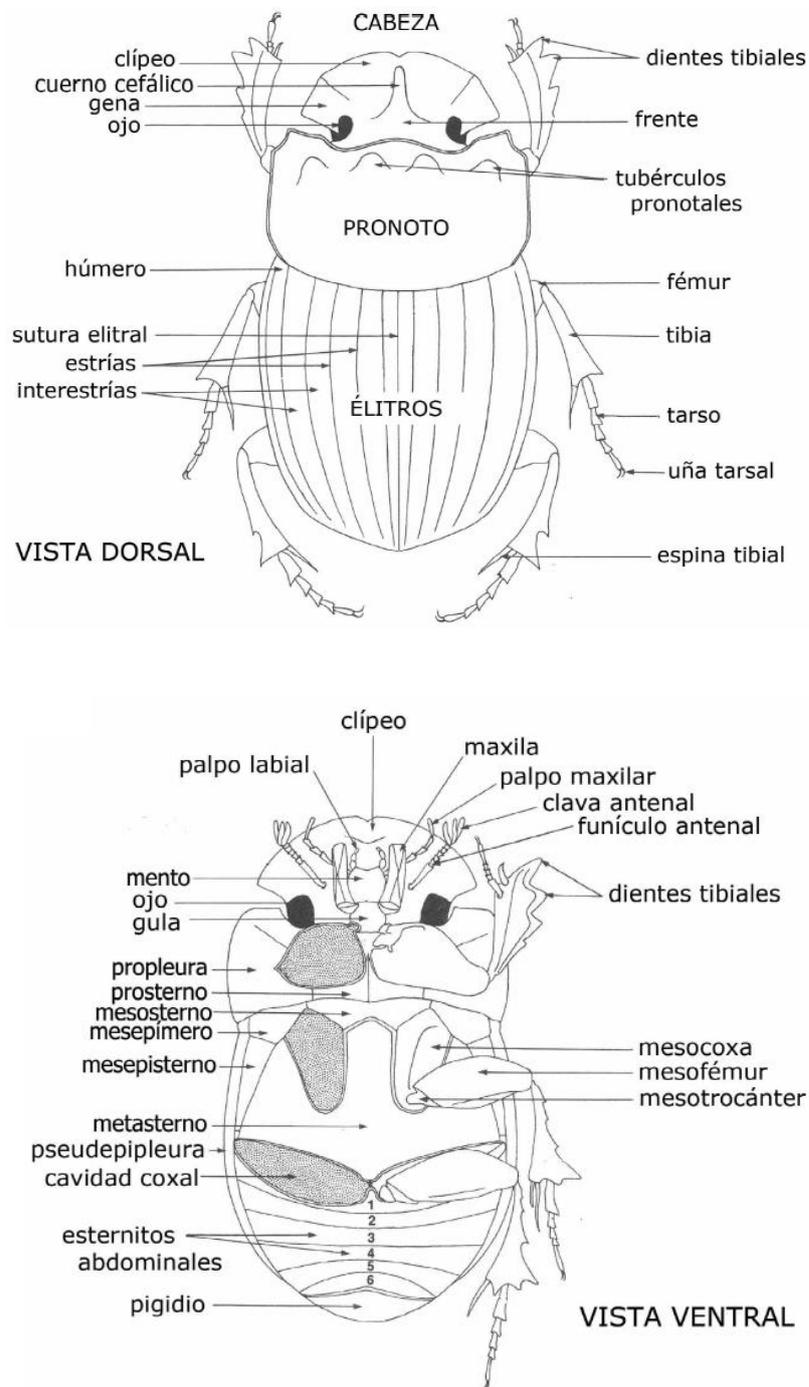


Figura 2: Morfología externa básica de los Scarabaeinae

Fuente: Vaz-de-Mello *et al.*, 2005.

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).

Estrategia de reubicación o relocalización de alimentos:

- Telecópridos: Escarabajos coprófagos que segmentan el alimento y lo reubican.
- Paracópridos: Escarabajos coprófagos que entierran el alimento.
- Endocópridos: Escarabajos coprófagos que realizan galerías dentro del alimento.

Esta relocalización de alimento es utilizado como sustrato de nidificación y para la construcción de nidos como modo de protección de sus crías (Halffter & Edmonds., 1982)

Fig. 3

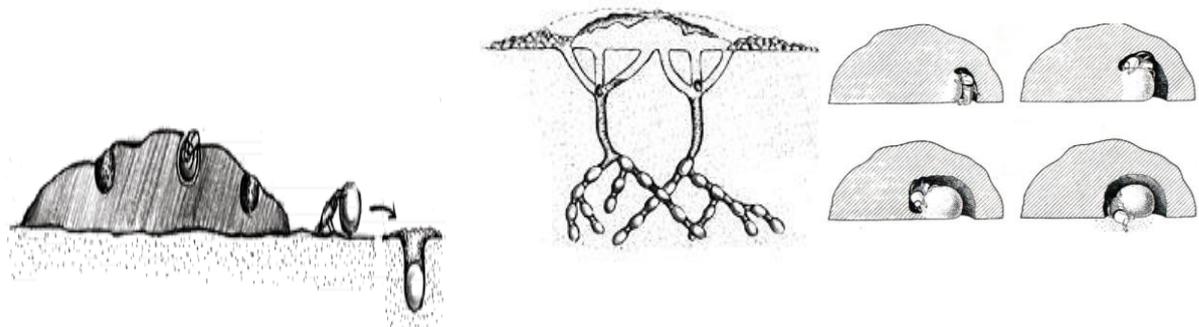


Figura 3. Métodos de relocalización del excremento en escarabajos coprófagos.

Fuente: Halffter & Edmonds, 1982

El escarabajo coprófagos forma con sus patas posteriores, una bola de excremento (pelota) que alcanza hasta 10 veces su propio peso, este trabajo 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 similar a un capullo de mariposa 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 (Martínez et al., 2011), Fig. 4

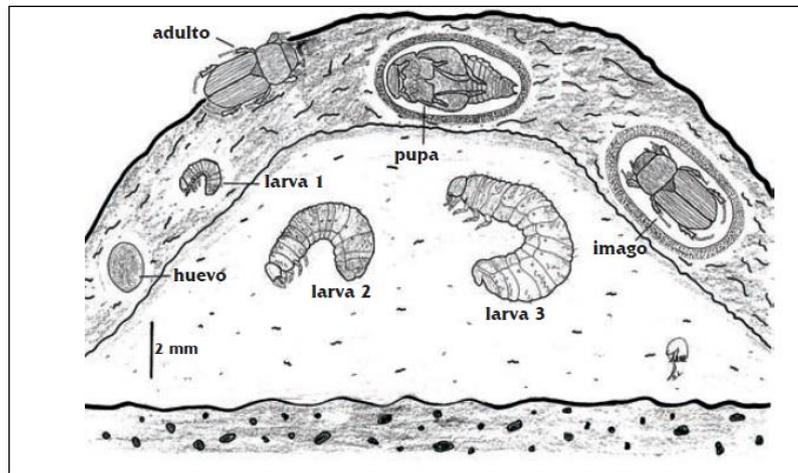


Figura 4: Ciclo de vida de un escarabajo.
Fuente: Martínez et al., 2011

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).

La reproducción de los escarabajos coprófagos presenta las siguientes características adaptativas asociadas (Halffter & Matthews, 1966; Halffter & Edmonds, 1982):

- Comportamiento subsocial.
- Cortejo y desarrollo de despliegues pre-cópula.
- Cooperación de ambos sexos para construcción del nido.
- Larva y pupa que les permite su desarrollo en espacios cerrados
- Reducción de la fecundidad en las hembras.

Los escarabajos coprófagos se encuentran en diversos tipos de hábitats en su mayoría son especies generalistas, se encuentran en claros como en bosques (Hanski & cambefort, 1991). Viven estrechamente asociados al excremento de mamíferos y otros vertebrados ya que éste constituye la principal fuente alimenticia de larvas y adultos (Halffter y Matthews, 1966; Halffter y Favila, 1993). 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 (Andresen, 2001; Escobar, 2004).

1.3. Técnicas de muestreo

1.3.1 Riqueza y abundancia de escarabajos coprófagos

Para este estudio se utilizaron trampas de caída (*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 humano 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. 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 dentro de fundas ziplock con los datos de colecta: lugar, fecha, coordenadas geográficas y recolectores, para luego realizar trabajo de oficina que consiste en seleccionarlos, para luego ubicarlos en paquetes debidamente secados, y ser enviados al Museo de Colecciones Biológicas de la Universidad Técnica Particular de Loja, en la cual los escarabajos capturados fueron separados, identificados y cuantificados.

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 investigación y monitoreo de la subgerencia de gestión Ambiental de ETAPA-EP, dentro de su red de estaciones hidrometeorológicas de las cuales una de ellas está en Llaviucu.

1.4. Análisis de datos.

Para el análisis de los datos en el estudio se calcularon medidas de: riqueza de especies (número de especies), composición 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 muestra, 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 abióticos (temperatura, humedad y precipitación) 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 360 individuos, los cuales pertenecen a dos familias, seis géneros y seis especies (Tabla 1).

Tabla 1: Riqueza y abundancia de especies capturadas

Familia	Especies	BNI		BI		TOTAL
		Abundancia	%	Abundancia	%	
SCARABAEIDAE	<i>Uroxys</i> sp1	50	26,04	93	55,36	143
	<i>Copris</i> sp1	18	9,38	2	1,19	20
	<i>Dichotomius cotopaxi</i>	6	3,13	4	2,38	10
CARABIDAE	Sp1	90	46,87	49	29,17	139
	Sp2	0	0	20	11,9	20
	Sp3	28	14,58	0	0	28
	Abundancia	192		168		360
	Riqueza	5		5		
	Diversidad (Índice Simpson)	de 0.6814		0.5936		

Elaborado por: Iván Idrovo

En el Bosque no Intervenido (BNI) la especie más abundante fue la morfoespecie de carábido *sp1* con 90 individuos y la menos abundante fue el scarabeido *Dichotomius cotopaxi* teniendo solamente 6 individuos, mientras que en el Bosque Intervenido la especie con mayor abundancia mejor representada fue el scarabeido *Uroxys sp1* con 93 individuos y las especies de menor abundancia fueron los scarabeidos *Copris sp1* y *Dichotomius cotopaxi*, teniendo solamente 2 y 4 individuos respectivamente.

Respecto a la riqueza, durante los seis meses de muestreo no mostró variaciones significativas ($P > 0.12$), para ambos bosques se registraron cinco especies. Sin embargo, el mayor número de individuos se encontró en el Bosque No Intervenido con 192, mientras que en el Bosque no Intervenido fueron 168 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).

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	5		5	
ICE	5		5	
JACK1	5		5	
JACK2	5	5	4.02	5
CHAO1	5		5	
CHAO2	5		5	
BOOTSTRAP	5.01		5.15	

Elaborado por: Iván Idrovo

2.2. Factores abióticos

La abundancia de la comunidad de escarabajos se ven influenciados por factores como la humedad, precipitación y temperatura ($P < 0.05$), sin tener influencia alguna sobre la riqueza. Y tomando en cuenta de manera específica la especies *Uroxys sp1* está influenciada por el tipo de bosque, *Copris sp1* está influenciada por el tipo de bosque; y Carabidae sp1 están influenciados por el tipo de bosque, precipitación y temperatura, mientras que para Carabidae sp2 está influenciados únicamente por la precipitación (Tabla 3).

Tabla 3: Efecto 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	-0.557	0.578	-0.146	0.884	0.616	0.538	0.549	0.583
Abundancia	0.419	0.676	-2.853	0.004	2.632	0.008	3.591	<0,001
Abundancia de especies								
<i>Uroxys</i> sp1	3.539	<0.001	-1.817	0.06926	-1.493	0.13532	-0.148	0.88274
<i>Copris</i> sp1	-2.948	0.003	-1.747	0.0807	-1.134	0.2570	1.568	0.1169
<i>Dichotomius cotopaxi</i>	-0.628	0.530	-0.685	0.4934	1.530	0.1261	1.218	0.2234
sp 1	-3.425	<0.001	-0.703	0.482032	4.472	<0,001	3.530	<0,001
sp 2	0.005	0.9956	-0.224	0.82283	2.329	0.019	1.837	0.06627
sp 3	-0.005	0.996	1.702	0.0887	1.385	0.1662	-0.466	0.6409

3. DISCUSIÓN

3.1. Riqueza y abundancia de especies

Los escarabajos coprófagos de la subfamilia Scarabaeinae, se encuentran entre los insectos con gran adaptación a la variabilidad térmica y por regla general, su riqueza decrece notablemente con el incremento de la altitud (Lobo y Halffter, 2000). De manera sinérgica, la modificación de los ecosistemas tropicales, como consecuencia de las actividades antrópicas, ha afectado la riqueza, estructura y función de las comunidades de escarabajos coprófagos (León & García, 2007). La tendencia en la disminución de la riqueza y diversidad de escarabajos coprófagos con el incremento en la altura en los bosques altoandinos, puede explicarse a partir de 3 factores (Escobar & Valderrama, 1995): 1) Reducción de la diversidad de recurso alimenticio, 2) condiciones edáficas desfavorables para la fauna coprófaga, 3) reducción de la productividad primaria, debido a las bajas temperaturas y proporciones de CO₂.

Los valores de riqueza y abundancia de escarabajos estudiados en esta zona son extremadamente bajos, esto probablemente se deba a la altitud más que al estado de ambos bosques (Lobo & Halffter 2000, Huston 1994, Escobar et al. 2005). Los dos tipos de bosque no presentan diferencias en cuanto a su riqueza a nivel de comunidad, esto se puede atribuir al hecho de que existen las mismas condiciones ambientales (Holdridge, 1947; 1979). Mientras que en el caso de la abundancia de escarabajos si presenta una diferencia entre los dos bosques, las barreras que existen en las zonas intervenidas reducen la dispersión de las especies provocando el aumento del número de individuos (Escobar, 2000), adicionalmente menciona que las especies también dependen de la intensidad de luz que penetra según el tipo de vegetación que exista (Doube, 1991).

En cuanto a la diversidad en el Bosque no Intervenido presenta mayor diversidad que el Bosque Intervenido, pero en relación a otros bosques, estas dos zonas presentan baja diversidad, lo que probablemente se deba a la altitud (Huston, 1994; Lobo & Halffter, 2000 & Escobar et al., 2005)

A nivel de especie se pudo evidenciar que en el BNI se encontró mayor abundancia de Carabidae sp1 con un 46.87%. 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 (Camero ,1999; Camero & Chamorro, 1996, 1997, 1999). Los carábidos son de gran importancia por su alta frecuencia y abundancia en ecosistemas de baja intervención, lo cual brinda

información muy relevante sobre la salud ecológica, funcionamiento y conservación del ecosistema (Day & Carthy, 1988; Ribera & Foster, 1993). A si mismo se sostiene que al existir una alteración de factores ambientales tales como la humedad, y la indisponibilidad de hábitats específicos se vería de cierta manera afectada la riqueza y abundancia de los carábidos (Rainio & Niemela, 2003; Pearce & Venier, 2006).

Así mismo, de acuerdo a los resultados obtenidos en el BI se pudo encontrar mayor abundancia de la especie *Uroxys sp1* con un 53.36%. Este resultado es debido a que esta especie se adapta a ciertas características edáficas, como suelos compactos y poco profundos por este motivo permanece la mayoría del tiempo en el excremento o se entierran a poca profundidad, se adapta mejor a lugares alterados y básicamente se encuentran limitados a zonas de potrero (Amat et al, 1997).

Por otro lado, el tipo de bosque no afecta tanto en riqueza como abundancia a nivel de comunidad de los escarabajos, pero sí de manera individual como las especies *Uroxys sp1*, *Copris sp1* y *Carabidae sp1*. Esto puede deberse a que cada una de estas especies pueden ser selectivas y específicas en cuanto a recurso alimenticio y en general a las características ecosistémicas (Davis et al., 2001).

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 (humedad, temperatura y precipitación) que crean variación en la composición y estructura de la vegetación, lo cual influye directamente en la estructura de los organismos que interactúan con estos componentes (Huston, 1994; Villamarin, 2010 & Baselga et al., 2012).

En este estudio el efecto de la precipitación de acuerdo a los resultados estadísticamente obtenidos, influye de manera parcial en la comunidad de los escarabajos, en la riqueza no influye, pero en la abundancia influye positivamente, 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, ya que los escarabajos coprófagos se los puede encontrar en mayor cantidad en zonas con temperaturas más elevadas (Wolda, 1988; Begon et al., 2007). En cuanto a la humedad, este factor influye positivamente en la abundancia. A medida que aumentan los valores de humedad, aumenta el número de escarabajos

(Martínez & Montes de Oca 1994). Sin embargo, los resultados obtenidos en este estudio no demuestran esta teoría, lo que probablemente se deba a las condiciones ambientales propias de cada bosque como la presencia de grandes mamíferos-la disponibilidad de alimento, cobertura vegetal y altitud (Escobar & Valderrama, 1995; Lobo y Halffter, 2000)

Considerando a las especies de forma individual, la especie *Uroxys sp1* no se ve influenciado por factor abiótico alguno, al igual que *Copris sp1* y *Dichotomius Cotopaxi*. Porque ambos bosques presentan las mismas condiciones ambientales. Sin embargo para el Carabidae sp1 la precipitación y temperatura influye negativamente, y para Carabidae sp2 la presipitación influye positivamente.

CONCLUSIONES

La diversidad de escarabajos coprófagos en ambos sitios resultó ser baja, obteniendo solamente tres especies *Dichotomius cotopaxi*, *Uroxys sp1* y *Copris sp1*. 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 *Uroxys sp1*.

La temperatura, la humedad, precipitación y la estacionalidad fueron los factores que influenciaron en la comunidad de los escarabajos, pero solo en la 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.

Los escarabajos coprófagos son indicadores de diversidad biológica, debido a que son fáciles de colectar, actúan como descomponedores, participan en la dispersión de semillas, supresión de plagas, son fáciles de identificar y cuantificar. Así mismo son sensibles a la modificación de hábitat por efecto de las actividades antrópicas.

RECOMENDACIONES

Que este no sea el único estudio sobre escarabajos que se realice, sino que se elaboren más propuestas de estudio sobre estos insectos dentro del Parque Nacional Cajas, para crear un inventario de las especies que se puedan encontrar en el sector. Así mismo realizar estudios en las zonas de amortiguamiento para saber si es que cambia o no la diversidad de escarabajos coprófagos.

Aumentar el número de muestreo en el tiempo y espacio, tomando en consideración los factores abióticos en diferentes épocas del año, como son verano e invierno por separado, para de esta manera hacer un análisis de su dinámica poblacional

Fomentar la importancia de estos insectos como indicadores de diversidad biológica en los programas de: Monitoreo e investigación y educación ambiental que tiene la Subgerencia de Gestión Ambiental de ETAPA-EP. De la misma manera incentivar a la comunidad a no continuar con el avance de la frontera agrícola.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amat, G., Lopera, A. & Amezquita, S. (1997). Patrones de distribución de escarabajos coprófagos (coleóptera: Scarabaeidae) en relicto de bosque altoandino cordillera oriental de Colombia. *Caldasia* 19(1-2):191-201
- 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.
- Arbeláez, E., & Vega, A. (2008). Guía de Anfibios, Reptiles y Peces del Parque Nacional Cajas. Corporación Municipal Parque Nacional Cajas, ETAPA, Cuenca, Ecuador.
- 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., & Araújo, 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). doi:10.1673/031.010.6701
- 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.
- 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. doi:10.1080/00379271.2009.10697629
- Carvajal, V. (2005). *Lista preliminar de los Artrópodos del Bosque Protector Pichincha y sus alrededores. Escarabajos del E y vigilancia de los recursos 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., 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.
- Colín, J., Maeda, P., & Muñoz, P. (2006). Análisis espacial de la riqueza de especies. *Biodiversidad*, 68: 6 – 10.

- Coloma, L. 2001. Ecuador Megadiverso. Anfibios reptiles, aves y mamíferos. Editorial imprenta mariscal. Quito Ecuador.
- Colwel, I., & Coddington, J. (1994). Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B.*
- Colwell, R. (2006). EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8.
- Colwell R (2009) EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8.2. User's guide and application published at: <http://purl.oclc.org/estimates>. Accessed 15 Jun. 2015
- 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*. doi: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*.
- 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. 2004. Diversity and composition of dung beetles (Scarabaeinae) assemblages in a heterogeneous Andean landscape. *Tropical Zoology* 17: 123-136.

- 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>
- Escobar, F. & C. Valderrama. 1995. Informe final: Comparación de la biodiversidad de artrópodos de bosque a través del gradiente altitudinal Tumaco- Volcán de Chiles (Nariño). Evaluación del efecto de la deforestación. Fondo Fen, Fondo Fes, Fundación Mac Arthur. 74 pp.
- Footitt, R., & Adler, P. (2009). INSECT BIODIVERSITY (Wiley-Blac, pp. 1–642).
- Freile, J.F. (2009). Aves del Ecuador. (pp. 177-259).
- Gill, B.D. 2001. Generic Guide to New Scarab Beetles. UNL State Museum - Division of Entomology. Disponible en: <http://museum.unl.edu/research/entomology/Guide/Scarabaeoidea/Scarabaeidae/Scarabaeinae/Scarabaeinae-Overview/Scarabaeinae>.
- Hamel, A., Herzor, S., Mann, D., Larsen, T., Gill, B., Edmons, W. & Spector S. (2009). Distribución e historia natural de escarabajos coprofagos de la tribu Phanaeini (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Kempffiana* 5(2): 43-95. Colombia
- 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).
- Halffter, G., & Matthews, G. (1966). The natural history of dung beetle of the subfamily scarabaeinae. *folia entomologica mexicana* 12-14:1-312
- 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., & Camberfort, Y. (1991). Dung beetle ecology. Princeton University Press (p. 520). New Jersey.
- Hansky, I., & Camberfort, Y. (1991). Dung Beetle Ecology. Princeton 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. doi:10.1111/j.1366-9516.2005.00167.x
- Holdridge, L. (1947). Determination of world plant formation from simple climatic data. *Science*, 105: 367–368.
- 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.
- 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.
- 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. doi:10.1603/0013-8746(2000)093[0115:BAEFAT]2.0.CO;2

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.

McGeoch, M., Van Rensburg, J., & Botes, A. (2002). The verification and application of bioindicators: a case study of dung beetles in a savanna ecosystem.

Ministerio del Ambiente (MAE), Empresa Pública Municipal ETAPA, y Corporación Municipal Parque Nacional Cajas. 2007. Expediente para la inscripción del Parque Nacional Cajas y los tramos transversales del Qhapaq Ñan en la lista de patrimonio mundial de la UNESCO.

Mittermeier, R., & Mittermeier, C. (1997). *Megadiversidad*. México.

Morón, M. (2004). *Escarabajos 200 millones de años de evolución*. Instituto de Ecología ac, Xalapa. Sociedad Entomológica Aragonesa, Zaragoza, 204 pp.

Myres. (1984). *The primary source: Tropical rain forest and our future*. New York USA.

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).

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

Organización de Estados Americanos. 2004. *Unidad de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente*. Series sobre elementos de política. Fascículo 1.

- Orozco, J., & Pérez, M. (2008). Escarabajos coprófagos (Coleoptera, Scarabaeoidea) del Parque Nacional Los Estoraques (Norte de Santander, Colombia). *Revista Brasileira de Entomologia* 52(1): 36-40, março 2008
- 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.
- PNUMA. (2003). Manual de Ecología Básica y de Educación Ambiental.
- R Development Core Team (2012) R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0. <http://www.R-project.org>. Accessed 15 jun 2015.
- 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. circ, pp. 39–81).
- 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*.
- Ron, S.R., Guayasamin, J.M., yanez-Muñoz, M.H., Merino-Viteri, A. (2013). AmphibiaWebEcuador. Versión 2013.1.1. museo de zoología, Pontificia universidad Católica del Ecuador
- Sanchez, F.(2014). Monitoreo de la macro-mastofauna de los bosques montanos de Llaviucu y Mazán, ETAPA-EP, Cuenca, Ecuador.

- Sanchez, f., & Carbone, M. (2012). Descripción de los mamíferos del Parque Nacional Cajas y el bosque protector de Mazán, ETAPA-EP, Cuenca, Ecuador
- Sánchez, M., & Ferrer-Paris, J. (2010). Iniciativa para el Mapeo de la Biodiversidad Neotropical. Retrieved from <http://www.neomaps.org/escarabajos.php?info=general>
- Secretaria sobre el convenio de diversidad biológica, perspectiva mundial sobre diversidad biológica 3 Montreal, 2010. 94 páginas.
- Serrano F, Minga D. (2002). La diversidad vegetal en el Parque Nacional Cajas. Reporte para CEMAPRIMES.
- Sierra, R. (ed.). (1999). Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental. Proyecto INEFAN-GEF-BIRF y Ecociencia. Quito.
- Tinoco, B., & Astudillo, P. (2012). Guia de campo para la observación de aves del Parque Nacional Cajas ETAPA, Cuenca, Ecuador
- Tirira, D. (2011). *Libro rojo de los mamíferos del Ecuador*. 2ª edición. Versión 1(2011). Fundación Mamíferos y Conservación, Pontificia Universidad Católica del Ecuador y Ministerio del Ambiente del Ecuador. Quito, Ecuador:
- Tirira, D. (2013). Lista actualizada de especies de mamíferos en el Ecuador. Museo de zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador y Fundación Mamíferos y conservación. Quito, Ecuador
- Vaz-de-Mello, F.; Edmonds, W. Ocampo, F.; & Schoolmeesters, P. 2011. A multilingual key to the genera and subgenera of the subfamily Scarabaeinae of the New World (Coleóptera: Scarabaeida).
- Vidaurre, T., 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.
- Wolda, H. (1988). Insect seasonality: Why? *Ann Rev Ecol Syst*, 19: 1–18.

ANEXOS



1. Bosque no Intervenido



2. Bosque Intervenido



3. Elaboración de cucharas



4. Elaboración de empaques



5. Colocación de vaso con el atrayente



6. Selección de muestras



7. Estación meteorológica Llaviucu



8. Caja entomológica

9. Número de individuos en dos tipos de bosque

FAMILIA	Especies	BNI	BI
SCARABAEIDAE	<i>Uroxys sp1</i>	50	93
	<i>Copris sp1</i>	18	2
	<i>Dichotomius cotopaxi</i>	6	4
CARABIDAE	sp1	90	49
	sp2	0	20
	sp3	28	0

10. Índice de Simpson

	BNI	BI
Taxa_S	5	5
Individuals	192	168
Dominance_D	0,3186	0,4064
Simpson_1-D	0,6814	0,5936
Shannon_H	1,317	1,082
Evenness_e^H/S	0,7461	0,59
Brillouin	1,268	1,035
Menhinick	0,3608	0,3858
Margalef	0,7608	0,7806
Equitability_J	0,818	0,6722
Fisher_alpha	0,9389	0,9687
Berger-Parker	0,4688	0,5536
Chao-1	5	5