

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
ESCUELA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

**INFLUENCIA DE ASENTAMIENTOS HUMANOS EN LA DIVERSIDAD
FUNCIONAL DE ESCARABAJOS ESTERCOLEROS (SCARABAEIDAE:
SCARABAEINAE) DE LA RESERVA DE BIOSFERA SUMACO.**

Tesis previa a la obtención del título de Magister en Biología de la Conservación

SANTIAGO VILLAMARÍN-CORTEZ

Quito, 2014

A mis abuelos y abuelas:

José Julio Villamarín[†], Aida Carrascal[†]

Jaime Cortez[†] y Piedad Montúfar[†]

Personas inolvidables, gracias por dejarme un gran legado.

A mi hermano y cuñada: Diego Villamarín y Verónica Santacruz.

A mis sobrinos: Paola Villamarín y Nicolas Villamarín.

A mis padres: Edgar Villamarín y Piedad Cortez.

Sin su aliento mi vida no tendría rumbo!, gracias a todos/as.

AGRADECIMIENTOS

Durante estos años son muchas las personas e instituciones que han participado en este trabajo y a quienes quiero expresar mi gratitud por el apoyo y la confianza brindada desinteresadamente.

Al proyecto “Relación entre diversos parámetros socio – económicos y biodiversidad de escarabajos (Coleoptera: Scarabaeoidea), helechos (Pteridophyta) y ranas (Anura), en comunidades indígenas de la Amazonía ecuatoriana”; con el cual se financió esta investigación; a Johan Oldekop y Richard Preziosi de la Universidad de Mánchester, por brindarme todo el apoyo necesario e incondicional; al Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) por permitir el uso de su base de datos GIS.

A mi directora de tesis Verónica Crespo-Pérez, por todo el tiempo brindado a esta tesis, sus valiosas sugerencias, de las que tanto provecho y conocimiento he obtenido, además de su apoyo y respaldo.

A las comunidades de San José de Payamino, Chontacocha, Cascabel 2 y Verde Sumaco, por brindar las facilidades para el ingreso a sus hogares, apoyando este proyecto de investigación, en especial a L. Cejua, R. Shiguango, R. Tanguila and C. Tanguila, por su asistencia en el campo.

Esta investigación no hubiese sido posible sin el incomparable apoyo sentimental de mi familia: mis padres, mi hermano, mi sobrina y sobrino, este también es su logro.

TABLA DE CONTENIDOS

<i>AGRADECIMIENTOS</i>	<i>ii</i>
<i>TABLA DE CONTENIDOS</i>	<i>iii</i>
<i>LISTA DE FIGURAS</i>	<i>v</i>
<i>LISTA DE TABLAS</i>	<i>vii</i>
<i>LISTA DE ANEXOS</i>	<i>viii</i>
<i>1. RESUMEN</i>	<i>1</i>
<i>2. ABSTRACT</i>	<i>3</i>
<i>3. INTRODUCCIÓN</i>	<i>5</i>
<i>5. OBJETIVOS</i>	<i>10</i>
5.2. Objetivos específicos	10
<i>6. METODOLOGÍA</i>	<i>11</i>
6.1. Área de Estudio y Muestreo.	11
6.2. Método de colecta	13
6.3. Cobertura Vegetal	13
6.4. Análisis de datos	14
<i>7. RESULTADOS</i>	<i>19</i>
7.1. DIVERSIDAD TAXONÓMICA	19
7.2. DIVERSIDAD FUNCIONAL Y ASENTAMIENTOS HUMANOS	21
7.3. ESPECIES Y GRUPOS INDICADORES	23
<i>8. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES</i>	<i>24</i>

8.1. Diversidad taxonómica de los bosques piemontanos de la Reserva de Biosfera	
Sumaco. _____	24
8.2. Diversidad Funcional y Efectos de los Asentamientos Humanos. _____	27
8.3. Especies y Grupos Indicadores. _____	28
9. <i>RECOMENDACIONES</i> _____	30
10. <i>LITERATURA CITADA</i> _____	31
11. <i>FIGURAS</i> _____	41
12. <i>TABLAS</i> _____	54
13. <i>ANEXOS</i> _____	66

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Mapa de la Reserva de Biosfera Sumaco y sus áreas de muestreo: Verde Sumaco (A), Payamino (B), Cascabel 2 (C) and Chontacocha (D). Los triángulos representan a los transectos en el Parque Nacional. Los cuadrados a los puntos de control y los círculos a los transectos en asentamientos humanos. En rojo las dos áreas núcleo pertenecientes al Parque Nacional Sumaco Napo Galeras..... 42
- Figura 2:** Curva de acumulación de especies, proyección Chao 1 y abundancia..... 43
- Figura 3:** Análisis de riqueza para las cinco zonas de muestreo; P= Payamino, CH= Chontacocha, VS= Verde Sumaco, C2= Cascabel 2; en zonas con Asentamientos Humanos (AH), zonas de control (CT) y el Parque Nacional (PNSNG)..... 43
- Figura 4:** Riqueza total encontrada en los cinco sitios de muestreo de la RBS. 44
- Figura 5:** Análisis de abundancia de escarabajos estercoleros para todas las zonas de muestreo. Leyenda como en figura 3. 44
- Figura 6:** Regresión lineal entre riqueza, abundancia y el NDVI de la RBS. 45
- Figura 7:** Análisis de diversidad Beta representado en un cluster Jaccard..... 46
- Figura 8:** Cluster de asociación de especies por características morfológicas y de nicho para la identificación de grupos funcionales de la RBS..... 47
- Figura 9:** Riqueza funcional para todas las áreas de muestreo; Leyenda como en figura 3..... 48
- Figura 10:** Análisis de divergencia funcional para cada una de las zonas de muestreo. Leyenda como en figura 3..... 48

Figura 11: Variabilidad de la equidad funcional de acuerdo a la uniformidad de las comunidades de escarabajos estercoleros de la RBS. Leyenda como en figura 3. .	49
Figura 12: Análisis de tendencias entre el número de especies y riqueza funcional escarabajos estercoleros de la RBS.	49
Figura 13: Representatividad de abundancia de acuerdo a las estrategias alimenticias y divergencia funcional.	50
Figura 14: Rangos de variación de la abundancia de acuerdo a estrategias alimenticias.	50
Figura 15: Estrategias alimenticias y sus tamaños de la comunidad de Escarabajos Estercoleros de la RBS basados en su divergencia funcional.	51
Figura 16: Rangos de variación de la abundancia de acuerdo a las estrategias alimenticias y el tamaño de los individuos.....	51
Figura 17: Dieta de la comunidad de escarabajos estercoleros de la RBS basados en su divergencia funcional.	52
Figura 18: Hábitos de los escarabajos de toda la RBS basados en su divergencia funcional.....	52
Figura 19: Rangos de variación de la abundancia de acuerdo a los hábitos de los escarabajos.	53

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Matriz de asignación de grupo funcional; Paracóprido= enterrador, Telecóprido= rodador, Endocóprido= morador.	55
Tabla 2: Matriz de asignación de grupos funcionales para la Localidad de Payamino; G= Grande, P= Pequeño, E= Endocóprido, Te= Telecóprido, Pa= Paracóprido, C= Coprófago, N= Necrófago, CN= Copro/Necrófago, D= Diurno, No= Nocturno, Cr= Crepuscular, CrNo= Crepuscular Nocturno.	57
Tabla 3: Matriz de asignación de grupos funcionales para la Localidad de Chontacocha. Leyenda como en tabla 2.....	58
Tabla 4: Matriz de asignación de grupos funcionales para la Localidad de Verde Sumaco. Leyenda como en tabla 2.....	59
Tabla 5: Matriz de asignación de grupos funcionales para la Localidad de Cascabel 2. Leyenda como en tabla 2.....	60
Tabla 6: Índice de diversidad Shannon – Wiener calculado en mediante el logaritmo base 2; Shannon Exponencial representando las especies efectivas para el área y el porcentaje de diversidad basado en este análisis para cada zona de muestreo.	61
Tabla 7: Grupos funcionales de la RBS, determinados por las características de tamaño, estrategia alimenticia, dieta y hábito de los escarabajos estercoleros.	62
Tabla 8: Escarabajos estercoleros encontrados en los sitios de muestreo ubicados en los bosques piemontanos de la RBS.	63

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: Trampa de caída (coprotrampa pitfall), con cebo suspendido..... 67

Anexo 2: Ejemplo de disposición de transectos..... 68

1. RESUMEN

Los humanos, mediante sus actividades, se encuentran en constante alteración del medio, influyendo gravemente en la composición de especies y en los servicios ecológicos que estas proveen. En este estudio se evaluó la diversidad taxonómica y funcional de la comunidad de escarabajos estercoleros de los Bosques piemontanos de la Reserva de Biósfera Sumaco (RBS), en asentamientos humanos y bosques maduros, para inferir el grado de afección o presión que existe sobre ellos, debido a este tipo de presión antrópica, mediante muestreos llevados a cabo en 2009 y 2010.

Encontramos que en toda el área la riqueza taxonómica es alta comparada con otros sitios de estudio, sin diferencias entre zonas de asentamientos humanos y bosques, evidenciado por los índices de diversidad alfa y beta, permitiendo inferir que el área mantiene una comunidad de escarabajos y bosques en muy buen estado de conservación, los cuales aún no presentan efectos debido a la construcción de hogares.

La diversidad funcional en el área de acuerdo a criterios de riqueza, equidad y divergencia funcional, expresan que la comunidad de escarabajos en la RBS ocupa una gran amplitud de nicho, con un buen nivel de competencia y de aprovechamiento del recurso, sin encontrarse diferencias significativas entre zonas de asentamientos humanos y bosques. Esto permite inferir, que estas colonizaciones aun no causan impactos en la comunidad de escarabajos, ya que existe aún mucha influencia del bosque sobre los hogares, permitiendo la existencia de muchos recursos. Se encontró además que la comunidad de escarabajos cumplen todos los papeles y servicios ecológicos que proveen.

Se encontraron grupos indicadores basados en especies como *Dichotomius* y *Onthophagus*, las que se caracterizan por ser de amplia distribución y abundancia en la RBS, las que permiten que haya una gran eficiencia en el manejo del recurso, afirmando que en los lugares de estudio, tanto en asentamientos y en bosques, se llevan a cabo funciones como: reciclaje de material orgánico, control de plagas, bioturbación y dispersión secundaria de semillas. Una alteración en la estructura de estas especies, debido a cambios en su entorno, pone en riesgo que se cumplan con estos servicios ecológicos, por lo que se proponen a estas especies como indicadoras.

Este estudio serviría como línea base de investigación, para tener herramientas de evaluación de la biodiversidad que permitirán hacer estudios a niveles de productividad del ecosistema, por lo que se propone que este tipo de metodologías se sean parte del plan de manejo de la RBS dentro del Subprograma de Investigación y Monitoreo, aportando en la conservación de toda la reserva.

Palabras clave: Diversidad funcional, diversidad taxonómica, escarabajos estercoleros, productividad del ecosistema, Reserva de Biósfera Sumaco.

2. ABSTRACT

Humans, through their activities, are constantly altering the biotic environment, influencing the diversity, species composition and ecological services provided. We evaluated the taxonomic and functional diversity of dung beetle community in the Sumaco Biosphere Reserve (RBS) foothill forests, in human settlements and mature forests, to infer the degree of impact or pressure existent on them, by surveys carried out in 2009 and 2010.

We found that, in all the area, species' richness is high compared to other study sites, with no relevant differences between human settlement areas and forests, expressed this by the diversity indices where we found no significant difference between sites, allowing to infer that the area maintains a beetle community and forest in very good condition and do not present effects due to the construction of settlements.

Functional diversity in the area according to criteria of functional richness, equity and divergence, expressed that the community of beetles in the RBS occupy a broad niche, with a good level of competence and resource use, with no significant differences between human settlement areas and forests, allowing also to infer that these settlements are not yet an impact on the community of beetles, as they have much forest influence, which allows to determine that there is plenty of food and accomplishing all their roles providing ecological services.

We found bioindicators based on species like *Dichotomius* and *Onthophagus*, which are characterized by their wide distribution and abundance in the RBS, having high efficiency in resource management, allowing to say that in the study sites, both

settlements and forests, all ecological functions are being provided, as recycling of organic material, pest control, bioturbation and secondary seed dispersal. An alteration in the structure of these species due to changes in their environment, will be a threat, compromising the ecological services provided, which is why we propose these species as indicators.

This study would serve as a baseline of research, to focus how the biodiversity would be affected by these kind of impacts, so we propose that this methodology has to be inserted in the RBS management plan, within the Research and Monitoring Subsection, contributing to the conservation of the entire reserve.

Key Words: Dung beetles, Ecosystem functioning, functional diversity, taxonomic diversity, Sumaco Biosphere Reserve.

3. INTRODUCCIÓN

La conversión de paisajes naturales por parte del ser humano es la principal causa de pérdida de biodiversidad global en los principales grupos taxonómicos (Reid et al., 2005). Se espera que esta pérdida aumente severamente en las próximas décadas, debido al crecimiento exponencial de las poblaciones humanas (Barragán et al., 2011), siendo la fragmentación y modificación de hábitat los tipos más comunes de conversión de paisaje. La primera implica la reconfiguración de un hábitat en parches pequeños y aislados dentro de una matriz de hábitats modificados, la segunda la alteración directa de un hábitat como resultado de actividades humanas.

Comprender la respuesta de las comunidades bióticas a la modificación del hábitat natural es esencial para predecir y evitar la pérdida de biodiversidad, de tal manera que se puedan implementar herramientas para un efectivo manejo de las áreas naturales (Hayes et al., 2009). La conversión de hábitats incide grandemente en la pérdida de diversidad biológica de las selvas tropicales. Algunas de las consecuencias más graves de la fragmentación de los bosques tropicales lluviosos son la extinción de especies, la modificación de la biodiversidad y las alteraciones en el funcionamiento de los ecosistemas (Barragán et al., 2011).

La alteración del hábitat afecta a la biodiversidad y al funcionamiento de los ecosistemas y para poder cuantificar esta alteración, se requiere de información complementaria en la que se puedan cuantificar los roles, funciones y servicios ecológicos que las especies proveen al ecosistema, ya que es imperativo analizar cambios en la diversidad bajo diferentes circunstancias de uso del suelo (Barragán et al., 2011).

Los invertebrados son a menudo afectados más fuerte y rápidamente que otros taxones por los cambios de paisaje (Samways, 2005; Dunn, 2004). Al ser actores clave en muchos procesos del ecosistema, su pérdida podría producir efectos en cascada en comunidades enteras (Coleman y Hendrix, 2000). A pesar de esto, nuestro conocimiento sobre la respuesta de los insectos a la actividad humana es muy limitado (Nichols et al., 2008). Una buena comprensión de la respuesta de los insectos a la actividad humana es necesaria para apoyar políticas de conservación y evaluar las consecuencias funcionales de la perturbación humana (Balmford y Bond, 2005).

Aparte de las mariposas, los escarabajos y hormigas son dos de los taxa de insectos más estudiados en los trópicos (Jiménez et al., 2007; Nichols et al., 2007). Como muchos taxa, comunidades de escarabajos estercoleros en los Andes están dominadas por especies raras (Celi et al., 2004; Larsen, 2004; Hamel-Leigue et al., 2008). De 71 especies recogidas entre 730 y 2210 m a lo largo de un transecto en Perú, se estima que entre un 14-50% son nuevas para la ciencia (Larsen, 2004).

De 30 especies recogidas en los Yungas de Cochabamba, Bolivia (1250-1600 m), por lo menos dos especies no pudieron ser descritas y 14 resultaron endémicas (Hamel-Leigue et al., 2008). Veintitrés de las 35 especies de *Deltochilum* son endémicas de las zonas por encima de 1000 m y la mayoría de estas especies ha perdido la capacidad de volar, lo que probablemente contribuye a su rango restringido (Cook, 2002).

A parte de su diversidad, los escarabajos estercoleros, son un taxón focal excelente para el estudio de las interacciones entre perturbaciones antropogénicas y estructura de la comunidad (Favila y Halfpeter, 1997; Spector y Forsyth, 1998) pues tienen una amplia distribución y son un grupo diverso y abundante en los ecosistemas templados tropicales y cálidos. Se conocen sus roles ecológicos (Hanski y Cambefort, 1991) y

poseen una taxonomía relativamente estable (Philips et al., 2004). Como adultos y larvas son parte de un grupo especializado, que se alimenta principalmente de heces de mamíferos herbívoros. Las funciones que proveen al ecosistema incluyen el reciclaje de nutrientes, por medio del enterramiento de heces y carroña en el suelo, mejorando el crecimiento de las plantas; la reducción de plagas, especialmente de moscas asociadas a las heces y carroña; bioturbación; polinización y dispersión secundaria de semillas (Nichols et al., 2008).

En este contexto, estudios sobre la estructura, composición y diversidad funcional, definida como el valor, rango y abundancia de los atributos funcionales en una comunidad o ecosistema, permitirán inferir si los asentamientos humanos afectan la estructura y funcionamiento de las comunidades de escarabajos estercoleros. Esta información es útil para plantear estrategias de conservación que minimicen el impacto antrópico y la consecuente pérdida de especies. El presente estudio se realizó en el área piemontana de la Reserva de Biósfera Sumaco (RBS), ubicada en la cordillera oriental del Ecuador, caracterizada por poseer bosques maduros sin modificación y ubicada en las estribaciones orientales de la cordillera de los Andes en Ecuador. La reserva está dentro del *hotspot* de los Andes Tropicales, definido por su gran nivel de endemismo y rápida pérdida de hábitat (Myers, 2000).

4. JUSTIFICACIÓN

La Reserva de Biósfera Sumaco (RBS) es un complejo sistema que trata de mantener una estabilidad armónica entre la convivencia humana y la naturaleza. Sin embargo, es complejo detectar en qué medida esta convivencia se encuentra afectando al sistema natural. Se han realizado estudios de mercado de la relación causa - efecto entre los factores humano – ecosistema, pero éstos no satisfacen las necesidades de comprobación del nivel de afección ya que han sido realizados desde un punto de vista macroecológico.

El plan de manejo de la RBS (Valarezo et al., 2001) refleja la existencia de una potencialidad bio-ecológica debido a los hallazgos de flora y fauna realizados principalmente por compañías consultoras, en las cuales, sin embargo, no se realizaron estudios con invertebrados. Dentro de las propuestas de acción existe el subprograma de investigación y monitoreo, que prioriza la realización de estudios científicos de prospección, etnobotánica, fitosociología, flora y fauna amenazada, bioprospección, potencialidades hidroeléctricas, aprovechamiento de recursos y prácticas sostenibles con comunidades. No obstante no se contempla la realización de análisis de diversidad funcional, que investiguen a qué nivel los servicios ecológicos que proveen la fauna y flora se encuentran afectados, integrando así la funcionalidad ecológica al plan de manejo.

Funcionalmente estos escarabajos se clasifican de acuerdo a su tamaño, la forma de relocalizar el alimento, y a la preferencia alimenticia (coprófagos, necrófagos y generalistas) (Tilman, 2001; Balvanera et al., 2006).

La capacidad de cumplir con servicios ecológicos tan vitales para los ecosistemas

convierte a los escarabajos estercoleros en un grupo que puede dar respuestas inmediatas y a largo plazo acerca de los cambios ecosistémicos y los servicios ecológicos que proveen (Nichols et al., 2008). En el Ecuador no se han hecho estudios sobre este tema y no existen estándares para evaluar los ecosistemas, mientras que la disminución de los servicios ecológicos afecta a los sistemas naturales y a los seres humanos relacionados a ellos (OMS, 2005).

Un estudio a nivel de funcionalidad ecológica y determinación de servicios ambientales, podrá comprobar cuál es el nivel real de afectación de los asentamientos humanos, no solamente sobre la diversidad, grupos indicadores, comunidades o poblaciones determinadas de especies, sino también sobre el funcionamiento de ecosistemas, pudiendo ésta ser una herramienta de gran utilidad. Además, aportará en la generación de herramientas de decisión para definir áreas prioritarias para la conservación en ecosistemas y hábitats, así como también la conservación de grupos funcionales indicadores que provean servicios ecológicos.

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo general.

Contribuir en la conservación y manejo de la Reserva de Biósfera Sumaco (RBS) a través del estudio de la diversidad taxonómica y funcional de comunidades de escarabajos estercoleros en relación a la alteración antrópica.

5.2. Objetivos específicos

- Determinar la diversidad alfa y beta de las comunidades de escarabajos estercoleros de los bosques basimontanos de la Reserva de Biósfera Sumaco (RBS) y en sitios con asentamientos humanos.
- Inferir los efectos de los asentamientos humanos en la diversidad funcional de las comunidades de escarabajos estercoleros de los bosques basimontanos en la Reserva de Biósfera Sumaco (RBS).
- Identificar bioindicadores ambientales que cumplan con servicios ecológicos en zonas con presión antrópica y en bosques en buen estado de conservación con el fin de aportar a programas de monitoreo y conservación de la Reserva de Biósfera Sumaco (RBS).

6. METODOLOGÍA

6.1. Área de Estudio y Muestreo.

El estudio se llevó a cabo en los bosques basimontanos de la Reserva de Biósfera Sumaco (RBS) en los Andes tropicales ecuatorianos (Myers et al., 2000). El muestreo se realizó en cuatro comunidades indígenas Kichwa dentro la RBS, así como dentro del Parque Nacional Sumaco Napo-Galeras (PNSNG) (Figura 1), una de las dos áreas núcleo de protección de la RBS. Las comunidades incluidas en este estudio fueron San José de Payamino, Verde Sumaco, Chontacocha y Cascabel 2. Todos los sitios muestreados están clasificados como Bosque siempreverde piemontano (Sierra, 1999) y se encuentran a una altitud que varía de 400 a 700 m.

Muestreamos en el Parque Nacional y en áreas con asentamientos y deshabitadas con bosque en cada comunidad. Estas áreas deshabitadas sirvieron como controles para medir los niveles básicos de riqueza y fueron seleccionadas para representar a las áreas de menor impacto humano dentro de cada comunidad. En lugares remotos, las áreas deshabitadas se encontraban a varias horas en canoa o a pie desde el centro de las comunidades y no tenían ninguna historia reciente de asentamientos humanos. En comunidades no remotas, las zonas sin asentamientos humanos se ubicaron en un área de 20 hectáreas de reserva forestal en Chontacocha y para el caso de Cascabel 2, en 40 hectáreas de bosque comunal. Ninguno de los dos sitios tenían signos de uso agrícola reciente.

El muestreo tuvo lugar en cuatro localidades con asentamientos humanos con acceso remoto y no remoto, con un rango poblacional de 284 a 300 habitantes y en la zona de

protección del Parque (PNSNG), la cual no presenta historial de asentamientos humanos.

Verde Sumaco tiene una extensión territorial de 24000 ha, con 284 pobladores y es considerado un sitio remoto, al igual que Payamino con 17000 ha y 288 pobladores. La accesibilidad a estos lugares es reducida ya que no tienen vías de ingreso terrestre, únicamente fluvial y por el río Payamino.

Chontacocha con 300 habitantes y Cascabel 2 con la misma cantidad, con 2.000 ha de territorio cada una, se encuentran conectadas a Loreto por una carretera de 10 km con transporte público regular, lo que incide en una mayor densidad poblacional y asentamientos humanos, por lo que se considera a estos dos sitios como áreas de mayor accesibilidad.

Las comunidades de San José de Payamino (Figura 1A) y Chontacocha (Figura 1D), fueron visitadas desde agosto a diciembre de 2008; el PNSNG y las comunidades de Verde Sumaco (Figura 1B) y Cascabel 2 (Cascabel) (Figura 1C) durante agosto a diciembre de 2009.

En cada una de las localidades, se muestreó en diez transectos lineales de 600 m de los cuales cinco transectos se ubicaron en áreas con influencia de asentamientos humanos y cinco en zonas deshabitadas de bosque sirviendo como control; cada transecto se separó al menos por 100 m uno de otro, mientras que en el PNSNG se colocaron cinco transectos como referencia.

En cada transecto se tomó como punto de partida las casas de pobladores y se dispusieron 20 trampas de caída cebadas con heces humanas (coprotrampas pitfall), separadas 25 m una de la otra.

6.2. Método de colecta

Los escarabajos estercoleros se colectaron mediante la técnica de muestreo de coprotrampas de caída ya estandarizadas (Larsen y Forsith, 2005) que consiste en un recipiente plástico (vaso o tarrina) de 32 Oz enterrado a nivel del suelo del cual se tiende el cebo de heces humanas envueltas en gasa para poder atraerlos. En el fondo del vaso se coloca una solución de agua con sal para evitar la descomposición de los individuos que caigan en la trampa. Esta técnica es una modificación de trampeo ya definidas en estudios anteriores (Newton y Peck, 1975; Morón y Terrón, 1984; Lobo et al., 1988; Halffter y Favila, 1993).

Las coprotrampas tuvieron un período de actividad efectiva de atracción de 48 horas por lo que se realizó un día de puesta de trampas, y dos de colecta. Las trampas fueron retiradas al tercer día. La recolección de escarabajos se realizó en bolsas de colecta tipo Whirl-pak de 32 Oz debidamente etiquetadas y para preservarlos se utilizó etanol al 96%.

Una vez en el laboratorio, se limpiaron las muestras y se procedió a la identificación, utilizando claves taxonómicas especializadas (Jessop, 1984; Medina, 2002; Sarmineto-Garcés 2009; Genier, 1996 y 2009; Edmonds, 2010), además del uso de colecciones científicas de la Sección Invertebrados, División Entomología del Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales (MECN) y literatura especializada.

6.3. Cobertura Vegetal

Para evaluar la cobertura vegetal se utilizó índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) el cual permite evaluar la condición del bosque e identificar áreas

de bosque primario y secundario estimando la cantidad, calidad y desarrollo de la vegetación de los Bosques piemontanos de la RBS.

Este índice mide con sensores remotos instalados desde una plataforma espacial la radiación de ciertas bandas del espectro electromagnético que emite o refleja la vegetación.

Para el cálculo de la vegetación de la RBS, se utilizó una resolución geométrica y atmosférica corregida a 15 m y una imagen ASTER tomada en el 2007 (L1B-0030129-2007153753-20171, RMSE = 9,52 pixeles) (Verdin et al., 2003).

6.4. Análisis de datos

6.4.1. Curvas de acumulación de especies.

En la evaluación con datos empíricos y el desarrollo de estimadores de riqueza es necesario tener una idea previa del número real de especies en la comunidad (Leitner y Turner, 2001; Walther y Moore, 2005). Con los datos obtenidos en cada sitio construimos primero la curva suavizada de acumulación de especies observadas (*i.e.*, la curva de rarefacción basada en muestras), aplicando un modelo de dependencia lineal basado en Soberón y Llorente (1993); así, obtuvimos el valor medio de especies observadas. Para esfuerzos de muestreo crecientes, calculamos la curva de acumulación de especies estimadas con el índice Chao 1, para estimar el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies representadas por un individuo (singletons) y el número de especies representadas por dos individuos en las muestras (doubletons) (Chao, 1984; Chao y Lee, 1992; Smith y van Belle, 1984), implicando múltiples reordenaciones de muestras al usar 100 aleatorizaciones, con reemplazamientos. Realizamos todas las estimas mediante el programa EstimateS vers. 8.0 (Colwell, 2006).

6.4.2. Diversidad Taxonómica

Se realizaron análisis de diversidad local (α , Alpha) para las comunidades de escarabajos estercoleros. También se analizó la diversidad β (Beta) para medir el nivel de heterogeneidad existente entre los sitios de muestreo. La evaluación se basó en los siguientes índices:

6.4.2.1. Patrones de diversidad Alpha (α)

Se realizaron análisis de riqueza específica (S'), lo que permitió cuantificar número total de especies presentes en cada uno de los cinco sitios de estudio y determinar si existe una diferencia relevante en el número de especies, entre asentamientos humanos y bosques control. Para este análisis se utilizó el programa Biodiversity Pro (McAleece et al., 1997).

Para evidenciar cual es la fluctuación en la estructura de la comunidad de escarabajos, se realizaron análisis de abundancia absoluta (n'), con lo que se obtuvo el número de individuos registrados por especie, en cada uno de los sitios de estudio, de tal manera que se pueda determinar el valor de importancia de los sitios (Peet, 1974). Para este análisis se utilizó el programa Biodiversity Pro (McAleece et al., 1997).

La diversidad se calculó de acuerdo al Índice de diversidad Shannon - Wiener (H'), lo que nos permitió conocer el nivel de entropía que existe en los sistemas, asumiendo que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies se encuentran representadas en la muestra (Magurran, 1988; Peet, 1974; Baev y Penev, 1995). Para este análisis se utilizó el programa Biodiversity Pro (McAleece et al., 1997).

Para obtener una medida “real” de diversidad, basada en la cantidad de especies efectivas, (Hill, 1973; Jost, 2006; Tuomisto 2010a y b) o número de especies

equivalentes (Jost, 2006) (peso de las especies ponderado por su frecuencia sin favorecer desproporcionadamente a especies comunes o raras) y así obtener una interpretación intuitiva y fácilmente comparable de la diversidad de especies, se realizó un análisis de Shannon exponencial.

6.4.2.2. Patrones de diversidad Beta (β)

Para medir los niveles de similitud de la riqueza taxonómica de escarabajos estercoleros entre los sitios de muestreo y así poder determinar el grado de heterogeneidad entre los mismos, se realizó un test multivariado basado en dendrogramas bajo el método Jaccard.

Para comprobar si la variabilidad entre las muestras es significativa, se realizaron pruebas de varianza y de acuerdo a la normalidad de los datos se utilizaron ANOVA/ Kruskal - Wallis, t Student/U de Mann-Whitney y Chi cuadrado, con la ayuda de programas como PAST (Hammer et al., 2001)

6.4.3. Diversidad Funcional.

Se realizaron clasificaciones de características morfológicas y de función de la comunidad de escarabajos estercoleros para obtener matrices de rasgos funcionales (Tablas 1 – 5), en cada uno de los sitios de muestreo (Barragán et al., 2011). Esto permitió a su vez obtener un valor cuantitativo de la diversidad funcional de la comunidad de escarabajos estercoleros.

Para realizar estos análisis, se utilizaron rasgos comúnmente empleados dentro de grupos funcionales o gremios de especies en comunidades de escarabajos coprófagos, dividiéndose en cuatro categorías:

1) **Tamaño**

- Pequeño (P): 0 – 9,9 mm
- Grande (G): 10 – 29 mm

2) **Estrategia de reubicación o relocalización de alimentos:**

- Telecópridos (Te): Escarabajos coprófagos que segmentan el alimento y lo reubican.
- Paracópridos (Pa): Escarabajos coprófagos que entierran el alimento.
- Endocópridos (E): Escarabajos estercoleros que realizan galerías dentro del alimento.

3) **Dieta:** Coprófagos (C), Copro/necrófagas (CN), Necro/coprófagas (NC).

4) **Actividad:** diurna (D), nocturna (No), crepuscular (Cr), crepuscular/nocturna (CrNo).

Para identificar los aspectos de la frecuencia en la distribución de las especies basados en el espacio del nicho (Norman et al., 2005), en primera instancia, se realizan análisis sobre la amplitud del nicho espacial ocupado por la comunidad de tal manera que se pueda estimar la cantidad de recursos disponibles que están siendo explotados por la comunidad de escarabajos presente y para esto utilizamos la Riqueza Funcional (FRic) y para expresar el grado de distribución de la comunidad para el aprovechamiento del recurso, utilizamos la Uniformidad funcional (FEve) basado en los análisis realizados por Villéger et.al, 2008.

La divergencia entre las especies dentro de una comunidad, ha recibido una atención creciente como un componente de la biodiversidad en la última década (Diaz y Cabido, 2001). Se ha medido en una variedad de maneras, como distinción taxonómica (Clarke y Warwick 2001), variación genética (Shimatani 2001), complejidad funcional (Petchey y Gaston 2002) y "diversidad funcional" (Walker et al. 1999, Mason et al. 2003). Nosotros, seguimos la propuesta de Mason et ál. (2003) para medir la varianza de los

valores de un rasgo, ponderados por la abundancia de las especies y así identificar los grados de diferenciación del nicho por la competencia del recurso.

Para la obtención de los valores de FRic, FDiv y FEve, se utilizó el programa **FDiversity**, el cual permitió obtener una estimación de los índices de diversidad funcional. Este programa es una plataforma de código abierto que se conecta a R con una interfaz escrita en Delphi® utilizando DCOM-R.

Los valores de FRic, FDiv y FEve fueron comparados entre sitios con asentamientos y control, usando ANOVAs unidireccionales cuando los datos se distribuyen normalmente y con una prueba de Kruskal-Wallis cuando los datos no probaban normalidad.

Para la inferencia de indicadores, se realizó la identificación de especies con preferencia de altos niveles de cobertura vegetal basados en estudios realizados en el país (Carvajal et al., 2011; Carvajal y Villamarín, 2007), y relacionados con los hallazgos encontrados en la RBS.

7. RESULTADOS

7.1. DIVERSIDAD TAXONÓMICA

7.1.1. Curvas de Acumulación de Especies

Con el esfuerzo de muestreo realizado en cada hábitat, todas las curvas de acumulación de especies casi alcanzan una fase asintótica (Figura 2). Métodos no paramétricos para estimar la verdadera riqueza indican que el inventario de cada hábitat tiene una completitud mayor al 85%. Con estos resultados, son válidas las comparaciones entre los hábitats muestreados.

7.1.2. Diversidad α (Alfa)

7.1.2.1. Riqueza

La riqueza total identificada en los 45 transectos y cinco sitios de estudio dentro de los Bosques piemontanos de la RBS es de 85 especies. Entre sitios, los análisis muestran que existen diferencias significativas entre zonas con asentamientos humanos y sin ellos ($t = -2,433$; $P = 0,049$) con una riqueza de especies más alta en los sitios sin asentamientos incluyendo el PNSNG (Figura 3). En cuanto se refiere a la riqueza total (zonas de asentamientos + zonas control) todos los sitios mantienen un número de especies similar lo que no expresa diferencias significativas (Figura 4; $X^2 = 0,666$; $P = 0,87$).

7.1.2.2. Abundancia

El número total de individuos colectados en toda el área de muestreo es de 13366, siendo Payamino y Chontacocha las áreas con mayor abundancia. En relación a los impactos por asentamientos humanos, las zonas control son las que mayor individuos albergan (Figura 5) con diferencias significativas entre efecto y control ($t = -2,481$; $P =$

0,04). Al igual que la riqueza, la abundancia entre sitios de muestreo no presenta diferencias significativas ya que todos los sitios mantienen comunidades similares en número total de individuos ($F= 0,578$; $GL= 3$; $P= 0,659$).

7.1.2.3. Índices de Diversidad

Según el índice de diversidad Shannon – Wiener todas las áreas de colecta tienen valores mayores a 3 bits, sin diferencias significativas entre los sitios de muestreo ($F= 0,077$; $GL= 4$; $P= 0,986$). De acuerdo con el índice de Shannon Exponencial, se aprecia que tres sitios mantienen el mismo porcentaje de diversidad, mientras que existe un ligero declive (no significativo) en zonas como Cascabel 2 y el Parque Nacional (Tabla 1), en los que se puede observar que todos los sitios de colecta mantienen ≥ 20 especies efectivas (i.e. Figura 4).

7.1.2.4. Índice de cobertura vegetal NDVI

Encontramos una correlación positiva y significativa entre el NDVI y la riqueza ($r^2= 0,099$; $P= 0,03$), mientras que la abundancia y el NDVI presentan una correlación positiva pero no significativa (Figura 6; $r^2= 0,049$; $P=0,14$).

7.1.3. Diversidad β (Beta)

7.1.3.1. Cluster Jaccard

En cuanto a la composición de especies, se encontraron diferencias significativas entre los sitios de muestreo ($F= 2,568$; $GL= 4$; $P= 0,037$), siendo Verde Sumaco el área con menor similitud, ya que mantiene un 45% ($n=52$) de especies únicas. Cascabel 2 comparte una homogeneidad de especies del 60% ($n=70$) con el PNSNG. Chontacocha y Payamino son las más similares con un 69% ($n=81$) de especies compartidas (Figura 6).

7.2. DIVERSIDAD FUNCIONAL Y ASENTAMIENTOS HUMANOS

7.2.1. Diversidad Funcional en Asentamientos Humanos vs Sitios Control

En toda el área de la RBS, incluyendo zonas de asentamientos y control, la clasificación de especies de acuerdo a sus rasgos funcionales de comportamiento, hábito y preferencias alimenticias, permitieron agruparlas en 12 grupos funcionales, con diferencias significativas entre los mismos ($H= 23,88$; $P= 0,012$). Los grupos se detallan en la tabla 2 y en el cluster de asociación de la figura 8. Sin embargo, esta asociación no demuestra variabilidad entre zonas de asentamientos humanos y control, o entre los distintos sitios de muestreo, ya que en todos se han encontrado los 12 grupos funcionales.

7.2.1.1. Riqueza Funcional

La riqueza funcional de los bosques piemontanos de la RBS, no presentó diferencias significativas entre sitios de muestreo ($F= 0,39$; $GL= 4$; $P= 0,69$), registrando un alto nivel de espacio funcional ocupado por los rasgos de las especies de la RBS (Figura 9). Los sitios con asentamientos humanos y los sitios control presentaron diferencias muy sutiles (no significativas) en su riqueza funcional, con los últimos exhibiendo una riqueza de rasgos ligeramente mayor (Figura 7, $t= -0,869$; $P= 0,418$).

7.2.1.2. Divergencia Funcional

La variabilidad de los valores de abundancia relativa de los rasgos no mostraron diferencias significativas entre los sitios ($F= 0,04$; $GL= 4$; $P= 0,96$), sugiriendo que todas las áreas tienen pesos funcionales similares. La divergencia tampoco mostró ninguna diferencia entre sitios control y asentamientos humanos ($t= 0,174$; $P= 0,866$) (Figura 10).

Estos análisis nos permitieron encontrar una comunidad de escarabajos predominantemente estructurada por individuos enterradores que aportan con el 64,6% (n=9401) de la muestra, mientras que los telecópridos o rodadores aportan con el 18,4% (n=2677) y los endocópridos con el 16,2% (n=2357) (figura 13). Estas estrategias alimenticias no presentan variación significativa entre los sitios de muestreo ($F=0,7531$; $GL=4$; $P=0,578$). En cambio, en cuanto al rango de variación de la abundancia de cada grupo funcional, sí se encontraron diferencias significativas ($F=7,316$; $GL=2$; $P=0,0083$), siendo el grupo de los paracópridos el que más varió entre los 5 sitios (Figura 14).

Encontramos que la comunidad de escarabajos estercoleros es similar en cuanto a las estrategias alimenticias y los tamaños de sus individuos, sin presentar diferencias significativas ($F=1,582$; $GL=4$; $P=0,21$). En cuanto a la abundancia, los paracópridos, de tamaños pequeños fueron los más numerosos de toda el área (Figura 15), con una variación de los rasgos con diferencias significativas (Figura 16; $F=5,709$; $GL=5$; $P=0,0013$).

En relación a la dieta, los resultados muestran que el grupo de individuos coprófagos es el más abundante en todos los sitios de muestreo, mientras que los de preferencia coprófaga/carroñera tienen una muy baja representatividad, encontrándose diferencias significativas entre sitios (Figura 17; $F=15,53$; $GL=2$; $P=0,00046$).

En relación a los hábitos, no se encontraron diferencias significativas entre los distintos sitios ($F=15,53$; $GL=4$; $P=0,3505$). En general, y en tres de los cinco sitios, la mayor cantidad de individuos tienen actividad nocturna (Figura 18). En cuanto al rango de variación, los escarabajos de hábitos nocturnos mostraron la mayor variación en la

abundancia en toda la RBS, mientras que los otros hábitos fluctúan presentando diferencias (Figura 19; $F= 5,511$; $GL= 3$; $P= 0,0085$).

7.2.1.3. Uniformidad Funcional

La uniformidad funcional mostró una mayor homogeneidad en Cascabel 2 pero las diferencias no fueron significativas ($F= 2,52$; $GL= 2$; $P= 0,16$). Tampoco encontramos diferencias estadísticamente significativas entre zonas de control y de asentamientos humanos (Figura 11; $t= 1,92$; $P= 0,103$).

7.3. ESPECIES Y GRUPOS INDICADORES

De acuerdo a los muestreos, se ha logrado identificar especies que solamente se encuentran en el interior de bosque como: *Onthophagus nyctopus*, *Deltochilum howdeni*, *Eurysternus cayennensis*, *Coprophanaeus jasius*, *C. telamon*, *C. suderai*, *Oxysternon conspicillatum*, *O. silenus*, *Phanaeus chalcomelas* y *P. haroldi*, las cuales se identifican como especies indicadoras de los bosques piemontanos de la Reserva de Biósfera Sumaco.

De acuerdo a la funcionalidad, los grupos de importancia, debido a su abundancia y riqueza pertenecen a escarabajos grandes, enterradores de preferencia coprófaga y nocturna (Tabla 2; GPaCCrNo, GPaCNo y PPaCNo), representadas por todas las especies de los géneros *Ontherus*, *Dichotomius* y *Onthophagus*, respectivamente.

Para medir el funcionamiento del ecosistema se relacionó la riqueza taxonómica con la riqueza funcional, encontrando que mantienen una dependencia entre sí, ya que sitios muy ricos son al mismo tiempo zonas con alta productividad funcional (Figura 12).

8. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

8.1. Diversidad taxonómica de los bosques piemontanos de la Reserva de Biosfera Sumaco.

Los bosques piemontanos de la Reserva de Biosfera Sumaco, ubicada en la zona nororiental de la región amazónica del Ecuador, representa el 8% del área total de la Amazonia, guardando una alta diversidad taxonómica. Según el plan de manejo realizado por Valarezo et al. (2001), la reserva se encuentra representada por 82 especies de mamíferos: 28 murciélagos, 13 roedores y 14 carnívoros, 872 especies de aves de 64 familias, así como 180 especies de anfibios y 90 de reptiles. Sin embargo, no existen registros ni estudios de insectos o de algún invertebrado.

En este estudio se encontraron 85 especies de escarabajos estercoleros, lo cual sugiere que la zona tiene alta riqueza, ya que, comparando nuestros resultados con aquellos de estudios taxonómicos del mismo grupo realizados en el Ecuador (Carvajal *et al.* 2011), nos permite apreciar que la RBS mantiene el 42,07% de la riqueza de las 220 especies conocidas hasta el momento en el país; además, estudios realizados en zonas de estribaciones orientales con características similares, como la Cordillera de Cutucú (Celi et al., 2008) han encontrado 96 especies, mientras que en sitios como el Oglán (Carvajal y Villamarín, 2007), 36 especies y en el área del Proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair (COCASINCLAIR 2013), 41 especies. Esto sugiere que los datos de riqueza obtenidos en este estudio son de suma importancia ya que ubican a la RBS dentro de rangos altos de riqueza, evidenciando la importancia taxonómica del área.

La relación entre la riqueza y el NDVI, depende de la presencia de especies con alta sensibilidad a cambios en la cobertura vegetal. En este y otro estudio (Carvajal *et al.* 2011), la tribu Phanaeini, se identifica como sensible a estos cambios. Dentro de esta

tribu encontramos a las especies: *Coprophanaeus jasius*, *C. telamon*, *C. suderai*, *Oxysternon conspicillatum*, *O. silenus*, *Phanaeus chalcomelas* y *P. haroldi*, las cuales son frecuentes en todos los sitios de investigación, lo que demuestra que toda la RBS se encuentra en un buen nivel de cobertura y conservación.

La urbanización y la demanda del mercado generan presiones en el uso del suelo en bosques tropicales (DeFries et al. 2010). Mientras que los pequeños agricultores y los mercados urbanos de abastecimiento continúan siendo importantes conductores de los cambios en la cobertura tropical (Rudel et al. 2009), zonas remotas, a menudo, siguen siendo "protegidas" por la distancia y la inaccesibilidad (Jope et al. 2008). Los resultados del presente estudio muestran niveles similares de cobertura vegetal y riqueza de especies entre las comunidades remotas y el Parque Nacional Sumaco Napo Galeras (PNSNG), ya que todas se encuentran interconectadas por bosques en buen estado de conservación. Las comunidades remotas en este estudio, sin embargo, tienen mayor territorio que las comunidades no remotas, debido a efectos del tamaño del territorio y densidad de población. A pesar de estas diferencias, incluso en la comunidad más densamente poblada (Cascabel 2), familias individuales tienen acceso a más de 20 hectáreas de bosque cada una, sugiriendo que podrían incrementarse impactos ambientales potenciales debido a la densidad poblacional y el tamaño de territorio.

La alta abundancia de individuos encontrados en este estudio sugiere que existe una gran cantidad de alimento en los bosques piemontanos de la RBS, generalmente provisto por mamíferos medianos y grandes, principalmente primates y en ocasiones aves y reptiles (Howden y Young 1981; Young 1981). Es importante notar que el 50% de la abundancia se encuentra distribuida entre tres especies: *Onthophagus nyctopus*, *Deltochilum howdeni* y *Eurysternus cayennensis*, especies muy conspicuas de bosques de tierras bajas de la Amazonía ecuatoriana (Carvajal y Villamarín, 2007), muy

sensibles y poco adaptables a cambios estocásticos dentro del bosque, condición que permitiría considerarlas como indicadores ya que solo se encuentran en bosques con una cobertura $> 60\%$ (Carvajal et. al. 2011) y nunca en sitios con un nivel de uso del suelo extensivo.

Según los resultados de este estudio, todas las áreas mantienen un nivel de diversidad muy parecido, variando en décimas de bits. Esto también sugiere que todos los bosques piemontanos de la RBS se encuentran en un excelente estado de conservación, siendo Verde Sumaco el área de mayor diversidad de todos los cinco sitios de acuerdo al índice de diversidad de Shannon – Wiener.

El uso de números efectivos permitió una mejor interpretación de la diversidad de la comunidad de escarabajos y las comparaciones entre sitios, de tal manera que se pueda verificar la magnitud de esta, identificando a Payamino, Chontacocha y Verde Sumaco como las que mayor número efectivo de especies mantienen; esto es, a pesar de tener afecciones antrópicas de uso de suelo, como viviendas permitiendo mantener más del 60% de la diversidad del área.

Según el análisis de diversidad beta, Verde Sumaco es el área que difiere de las demás ya que mantiene un 45% de especies únicas. Esto se podría deber a que es un sitio con un bosque maduro poco modificado por la tala de madera, la cual es casi imperceptible ya que es una zona alejada, con un comercio bastante bajo, lo que permite que los asentamientos humanos estén alejados y el bosque no se fragmente y se mantenga. Las zonas de Cascabel y el PNSNG comparten un 60% de especies. Esto probablemente se relaciona a que tienen características de bosque muy parecidas, en las cuales tampoco existe una tala indiscriminada del bosque, con una excelente cobertura vegetal ($>70\%$). Chontacocha y Payamino son las zonas con mayor similitud entre sí, debido a que las

dos se encuentran adyacentes, permitiendo una amplia distribución de especies en los dos sitios de muestreo.

8.2. Diversidad Funcional y Efectos de los Asentamientos Humanos.

Las adaptaciones evolutivas producen variaciones en estrategias alimenticias (Halfter y Edmonds, 1981; Favila y Halffter, 1997). Esto se debe principalmente a la competencia existente por colonización, que afecta el comportamiento, la tasa y método de uso del estiércol y la carroña, de tal manera que los escarabajos puedan tener el suficiente espacio de crianza (Barragán et al., 2011).

En este estudio encontramos una pequeña y poco marcada diferencia funcional entre los sitios de control (bosques sin intervención humana) y los sitios con asentamientos humanos, existiendo una leve superioridad (no significativa) en la riqueza y dispersión funcional en zonas como Payamino y Verde Sumaco. De acuerdo a lo encontrado en todos los sitios de estudio, los asentamientos humanos no son aún un factor causante de cambios notables en la diversidad funcional de los escarabajos estercoleros. Incluso las zonas pobladas, pese a tener impactos por la tala selectiva de árboles y la modificación del suelo, mantienen aún bosques prístinos en sus alrededores, lo que permite la existencia de mamíferos que proveen de alimento a la comunidad de escarabajos estercoleros. Esto se demuestra con los análisis de diversidad funcional, según los cuales no existen patrones de cambio en la comunidad de escarabajos estercoleros, ya que en todas las áreas de muestreo, con asentamientos o sin ellos, existen los 12 grupos funcionales, permitiendo que aún se mantengan los servicios ecológicos que proveen los escarabajos y prueban que el bosque se encuentra en un buen nivel de conservación y que su impacto agrícola y de tala ha sido mínimo.

En general los sitios muestreados en la RBS tienen una alta diversidad funcional. Trabajos como los de Tillman (1999, 2011), señalan que mientras mayor riqueza funcional exista en un área, mayor será el rango de rasgos o características funcionales de las especies. Así también estudios como el de Bihn et al. (2010), encontraron que si existe recuperación de la riqueza taxonómica en sistemas perturbados incrementa la riqueza funcional, permitiendo correlacionar significativamente a la riqueza taxonómica con la riqueza funcional, como lo establecido en estudios de Audino et al. (2014). Esto significa además, que mantener niveles altos de riqueza taxonómica es de vital importancia para mantener la riqueza funcional de las comunidades y por ende un adecuado funcionamiento de los ecosistemas.

8.3. Especies y Grupos Indicadores.

Los escarabajos han sido propuestos como un grupo indicador (Halffter y Favila 1993; Favila y Halffter 1997), debido que permiten estimar el efecto de la fragmentación sobre poblaciones, especies y gremios, para evaluar el estado de conservación de los bosques y para monitorear los cambios de especies a lo largo del tiempo. Estos hallazgos nos permiten, de la misma manera, llegar a tener propuestas para proponer a grupos funcionales como indicadores, ya que una sola especie, no permite identificar el estado general del bosque, pero sí una comunidad o grupo. Los análisis de grupos funcionales y sus rasgos, nos permiten estimar los efectos a producirse en un ecosistema, de tal manera que se conozca el grado de afección en los servicios ecológicos en relación a la funcionalidad.

En todas las áreas de muestreo de la RBS, se identifican a las especies con mayor riqueza funcional, caracterizadas por ser grandes, enterradoras, con preferencia coprófaga, crepusculares y nocturnas, (GPaCCrNo), como al grupo de mayor importancia; permitiendo considerarlo como indicador de funcionalidad de los

ecosistemas de la RBS, debido a que son especies que permiten un aprovechamiento muy eficiente de material orgánico en descomposición. Las 15 especies del género *Dichotomius*, forman parte de este grupo indicador y han sido considerados por Davis (1996) como enterradores rápidos. Esta característica permite que el estiércol sea reciclado rápidamente y no se encuentre expuesto al medio por mucho tiempo, frenando la proliferación de plagas y al ser especies grandes permite también que el suelo se oxigene en una mayor proporción. La presencia de este género en todos los sitios permite inferir que en la RBS el alimento se aprovecha de manera muy eficaz.

La pérdida de este grupo, debido a un eventual cambio en los bosques piemontanos de la RBS, constituiría a que exista una afección en el 18% de la remoción de excremento, afectando a los servicios ecológicos, incrementando el número de moscas y plagas, disminuyendo el nitrógeno y oxígeno e pasaría a formar parte del suelo.

Las especies del género *Onthophagus*, descritas por Hammond (1971), como especies pequeñas, con características de enterradores lentos con producción de túneles, se consideran también como grupo indicador, ya que son los de mayor divergencia funcional. Esta característica no necesariamente significa que los servicios ecológicos de este grupo están restringidos, al contrario, ya que los hallazgos demuestran que este grupo se encuentra representado por el 36% de la comunidad (n= 5051), dominando todos los sistemas. Estas especies tienen un gran efecto en la remoción de excremento, cumpliendo con servicios ecológicos como reciclaje, bioturbación, dispersores secundarios de semillas y el evitar la proliferación de plagas, al mismo nivel que lo hacen las especies grandes, permitiendo el mantenimiento de la funcionalidad ecológica de los ecosistemas.

De acuerdo a los análisis de riqueza funcional en la RBS aun existe una gran cantidad de recurso disponible. Lo que nos explica que no existe una amplia competencia por el recurso, ya que en los análisis de divergencia se reconoce que los escarabajos se encuentran ampliamente distribuidos.

En sí, los bosques piemontanos de la RBS aún mantienen una comunidad de escarabajos estercoleros en excelente estado de conservación, desempeñando servicios ecológicos importantes y permitiendo que la dinámica normal del bosque permanezca intacta.

9. RECOMENDACIONES

Este tipo de investigación podría insertarse en el Subprograma de Investigación y Monitoreo del plan de manejo de la RBS para así llegar a entender el nivel de afección de los impactos al ecosistema a un nivel de funcionamiento y servicios ecosistémicos.

Por medio de este tipo de metodología se pueden tomar decisiones más acertadas sobre cómo planificar una obra de desarrollo y así aportar en mayor medida a la conservación de toda esta reserva.

Los análisis realizados en el presente estudio permiten que esta metodología se tome como línea base para la realización de monitoreos futuros.

10. LITERATURA CITADA

- Audino, LD., Louzada J., Comita L. 2014. Dung beetles as indicators of tropical forest restoration success: Is it possible to recover species and functional diversity? *Biological Conservation* 169: 248–257
- Balmford, A., Bond, W., 2005. Trends in the state of nature and their implications for human well-being. *Ecology Letters* 8, 1218–1234.
- Barragán F., Moreno C., Escobar F., Halfter G., Navarrete D. 2011. Negative Impacts of Human Land Use on Dung Beetle Functional Diversity. *PLoS ONE*. Volume 6. Issue 3.
- Bihn, J. H., Gebauer, G., Brandl, R. 2010. Loss of functional diversity of ant assemblages in secondary tropical forests. *Ecology* 91, 782–792.
- Casanoves F., Di Rienzo J. A., Pla L. 2008. User Manual f-Diversity: Statistical software for the analysis of functional diversity. First Edition, Argentina. 52 p. Disponible en www.fdiversity.nucleodiversus.org.
- Casanoves F., Pla L., Di Rienzo J. A., Díaz S. 2011. FDiversity: a software package for the integrated analysis of functional diversity. *Methods in Ecology & Evolution* 2: 233-237.

- Celi J., Terneus E., Torres J. y Ortega M. 2004. Dung beetles (Coleoptera: Scarabaeinae) diversity in an altitudinal gradient in the Cutucu Range, Morona Santiago, Ecuadorian Amazon. *Lyonia* 7:37-52.
- Chapin F. S. III., Walker B. H., Hobbs R. J., Hooper D. U., Lawton J. H., Sala O. E. y Tillman D. 1997. Biotic control over the functioning of ecosystems. *Science* 277, 500 – 504.
- Clarke K. R. y Ainsworth M. 1993. A method of linking multivariate community structure to environmental variables. *Marine Ecology Progress Series* 92: 205–219.
- Clarke K. R. y Warwick R.M. 1994. Change in Marine Communities: an Approach to Statistical Analysis and Interpretation. Natural Environment Research Council, UK.
- Chao A. 1984. Nonparametric estimation of the number of classes in a population. *Scandinavian Journal of Statistics*, 11: 265-270.
- Chao A. y Lee S-M. 1992. Estimating the number of classes via sample coverage. *Journal of the American Statistical Association*, 87: 210-217
- Coleman D.C., Hendrix P.F. 2000. Invertebrates as Webmasters in Ecosystems. CABI Publishing, Wallingford.
- DeFries R.S., Rudel T.K., Uriarte M. 2010. Deforestation driven by urban population growth and agricultural trade in the twenty-first century. *Nat. Geosci.*, **3**, 181-178.

Dunn R., 2004. Modern insect extinctions, the neglected majority. *Conservation Biology* 19, 1030.páginas

Edmonds W. D. y Zidek, J. 2010. A taxonomic review of the neotropical genus *Coprophanaeus* Olsoufieff, 1924 (Coleoptera: Scarabaeidae, Scarabaeinae). *Insecta Mundi*. 0129: 1-111.

Favila M. y Halffter, G. 1997. Indicator groups for measuring biodiversity. *Acta Zoologica Mexicana (n.s.)* 72: 1–25.

Fahrig L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 34: 487–515.

Gardner, T.A., Barlow, J., Araujo, I.S., Ávila-Pires, T.C., Bonaldo, A.B., Costa, J.E., Esposito, M.C., Ferreira, L.V., Hawes, J., Hernandez, M.I.M., Hoogmoed, M.S., Leite, R.N., Lo-Man-Hung, N.F., Malcolm, J.R., Martins, M.B., Mestre, L.A.M., Miranda-Santos, R., Overal, W.L., Parry, L., Peters, S.L., Ribeiro Junior, M.A., da Silva, M.N.F., da Silva Motta, C., Peres, C.A. 2008. The cost-effectiveness of biodiversity surveys in tropical forests. *Ecology Letters* 11: 139-150.

Génier F. 2009. Le genre *Eurysternus* Dalman, 1824 révision taxonomique et clés de détermination illustrées *Pensoft Series Faunistica* 85:1-430

- Génier F. 1996. A revision of the Neotropical genus *Ontherus* Memoirs of the Entomological Society of Canada 170:1-169
- Halffter G. y Favila M. E. 1993. The Scarabaeinae (Insecta: Coleoptera) an Animal Group for Analyzing, Inventorying and Monitoring Biodiversity in Tropical Rainforest and Modified Landscapes. *Biology International*. (27):15-21.
- Hamel-Leigue A. C., Herzog S. K. y Mann D. J. 2008. Composition and species richness of a dung beetle (Coleoptera: Scarabaeinae) community in the lower Yungas of Cordillera Mosestenes, Bolivia. *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental* 23:39-49.
- Hammer Ø., Harper D.A.T., Ryan P.D. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9pp. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm
- Hammond P. M. 1976. Kleptoparasitic behaviour of *Onthophagus suturalis* Peringuey (Coleoptera: Scarabaeidae) and other dung-beetles. *Coleopt. Bull.* 30, 245-249.
- Hanski I. y Cambefort Y. 1991. Species richness pp. 350–365. In: Hanski I. and Cambefort Y. (eds), *Dung Beetle Ecology*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.

- Hayes L., Mann D., Monastyrskii A. y Lewis O. 2009. Rapid assessments of tropical dung beetle and butterfly assemblages: contrasting trends along a forest disturbance gradient. *Insect Conservation and Diversity*. 194 – 203
- Hopkins G.W., Freckleton R.P. 2002. Declines in the numbers of amateur and professional taxonomists: implications for conservation. *Animal Conservation* 5: 245-249.
- Jessop L. 1985. An identification guide to Eurysternine dung beetles (Coleoptera, Scarabaeidae). *Journal of Natural History*, 1985, 19:1087-1111.
- Jiménez, E., Lozano-Zambrano F. H., Rodríguez J., y Ramírez D. P. 2007. Conservación de hormigas cazadoras: rareza y endemismo. Pp. 407-421 in *Sistemática, biogeografía y conservación de las hormigas cazadoras de Colombia*, edited by F. H.
- Larsen, T. H. 2004. Dung beetles / escarabajos peloteros. Pp. 77-84, 185-192 in *Peru: Megantoni. Rapid Biological Inventories Report*, edited by C. Vriesendorp, L. Rivera Chavez, D. Moskovits, and J. Shopland. Chicago: The Field Museum.
- Lozano-Zambrano y Jiménez E. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Joppa L. N., Loarie S. R. y Pimm S. L. 2008. On the protection of “protected areas”. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 105, 6673-6678.

- Kruskal J. B. 1964. Multidimensional scaling by optimizing goodness of fit to a nonmetric hypothesis. *Psychometrika* **29**: 1–27.
- Larsen T. H. y Forsyth A. 2005. Trap spacing and transect design for dung beetle biodiversity studies. *Biotropica*, **37**, 322–325.
- Leitner W. y Turner W. R. 2001. Measurement and analysis of biodiversity. In: *Encyclopedia of Biodiversity, Volume 4*: 123–144 (S. A. Levin, Ed.). Academic Press, Princeton.
- Lobo J. M., Martín-Piera F. y Veiga C. M. 1988. Las trampas pit-fall con cebo, sus posibilidades en el estudio de las comunidades coprófagas de Scarabaeoidea (Col.). I. Características determinantes de su capacidad de captura. *Rev. Ecol. Biol. Sol.*, **25**:77-100.
- Mason N. W. H, MacGillivray K., Steel J. B. y Wilson J. B. 2003. An index of functional diversity. *Journal of Vegetation Science* **14**: 571-578.
- Mason N.W. H., Mouillot D., Lee W. G. y Bastow W. 2005. Functional richness, functional evenness and functional divergence: the primary components of functional diversity. *Oikos* **111**: 112-118.

- McAleece N., Gage, J. D. G., Lambhead P. J. D., Paterson G. L. J. 1997. BioDiversity Professional statistics analysis software. <http://www.sams.ac.uk/peter-lamont/biodiversity-pro#sthash.qnjtkdD.dpuf>
- Medina C. 2011. Clave ilustrada para la identificación de géneros de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) de Colombia. *Caldasia*. 22(2): 299-315.
- Morón M. A. y Terrón R. A. 1984. Distribución altitudinal y estacional de los insectos necrófilos en la Sierra Norte de Hidalgo, México. *Acta Zoologica Mexicana*. (3):1-47.
- Newton A. y Peck S. B. 1975. Baited Pitfall Traps for Beetles. *The Coleopterists Bulletin* 29:45-46.
- Nichols E., Larsen T., Spector S., Davis A. L., Escobar F., Favila M., y Vulinec K. 2007. Global dung beetle response to tropical forest modification and fragmentation: a quantitative literature review and meta-analysis. *Biological Conservation* 137:1-19.
- Petchey O. L. y Gaston K. J. 2002. Extinction and the loss of functional diversity. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B*, 269: 1721-1727.
- Petchey O. L. y Gaston K. J. 2002. Functional diversity (FD), species richness and community composition. *Ecology Letters* 5: 402-411.

- Petchey O. L. y Gaston K. J. 2006. Functional diversity: back to basics and looking forward. *Ecology Letters* 9: 741-758.
- Philips K., Pretorius E., Scholtz C., 2004. A phylogenetic analysis of dung beetles (Scarabaeinae: Scarabaeidae): unrolling an evolutionary history. *Invertebrate Systematics* 18: 53–88.
- Reid W., Mooney H.A., Cropper A., Capistrano D., Carpenter S.R., Chopra K., Dasgupta P., Dietz T., Duraiappah Kumar A., Hassan R., Kasperson R., Leemans Rik, May R.M., McMichael T.A.J., Pingali P., Samper C., Scholes R., Watson R.T., Zakri A.H., Shidong Z., Ash N.J., Bennett E., Kumar P., Lee M.J., Raudsepp-Hearne C., Thonell J., Zurek M.B. 2005. Millenium Ecosystem Assessment Synthesis. United Nations. pp. 1–219.
- Rudel T. K., DeFries R., Asner G.P., Laurance W.F. 2009. Changing drivers of deforestation and new opportunities for conservation. *Conserv. Biol.*, **23**, 1396-1405.
- Samways, M. J. 2005. Insect diversity conservation. Cambridge University Press. Cambridge.
- Sarmiento-Garcés R. y Amat-García G. 2009. Escarabajos Del Género *Dichotomius* Hope 1838 (Scarabaeidae: Coleoptera). *Rev. Acad. Colomb. Cienc.: Volumen XXXIII, Número 127.* 285-294.

- Smith E. P. y van Belle G. 1984. Nonparametric estimation of species richness. *Biometrics*, 40: 119-129
- Sierra R. (Ed.). 1999. Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y EcoCiencia. Quito, Ecuador.
- Soberón J. y Llorente J. 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology*, 7: 480-488
- Tillman D. 1999. The ecological consequences of changes in biodiversity: A search for general principles. *Ecology* 80, 1455 – 1474.
- Tillman, D. 1999. Environmental impacts of agricultural expansion: the needs for sustainable and efficient practices. *Proceedings of National Academy of Sciences USA* 96: 5995–6000.
- Tillman D. 2011. Functional Diversity. *Encyclopedia of Biodiversity* 3, 109 – 121
- Valarezo, V., Gómez J., Mejía L. y Célleri Y. 2001. Plan de Manejo de la Reserva de Biosfera Sumaco. Ministerio del Ambiente, Tena, Ecuador.
- Verdin J., Pedreros D., Eilerts G. 2003. Índice Diferencial de Vegetación Normalizado (NDVI), *FEWS - Red de Alerta Temprana Contra la Inseguridad Alimentaria, Centroamérica*, USGS/EROS Data Center.

Villéger S., Mason W. H., y Mouillot D. 2008. New Multidimensional Functional Diversity Indices for a Multifaceted Framework in Functional Ecology. *Ecology*, 89(8), 2008, pp. 2290–2301.

Walther B. A. y Moore J. L. 2005. The concepts of bias, precision, and accuracy, and their use in testing the performance of species richness estimators, with a literature review of estimator performance. *Ecography*, 28: 1–15.

11. FIGURAS

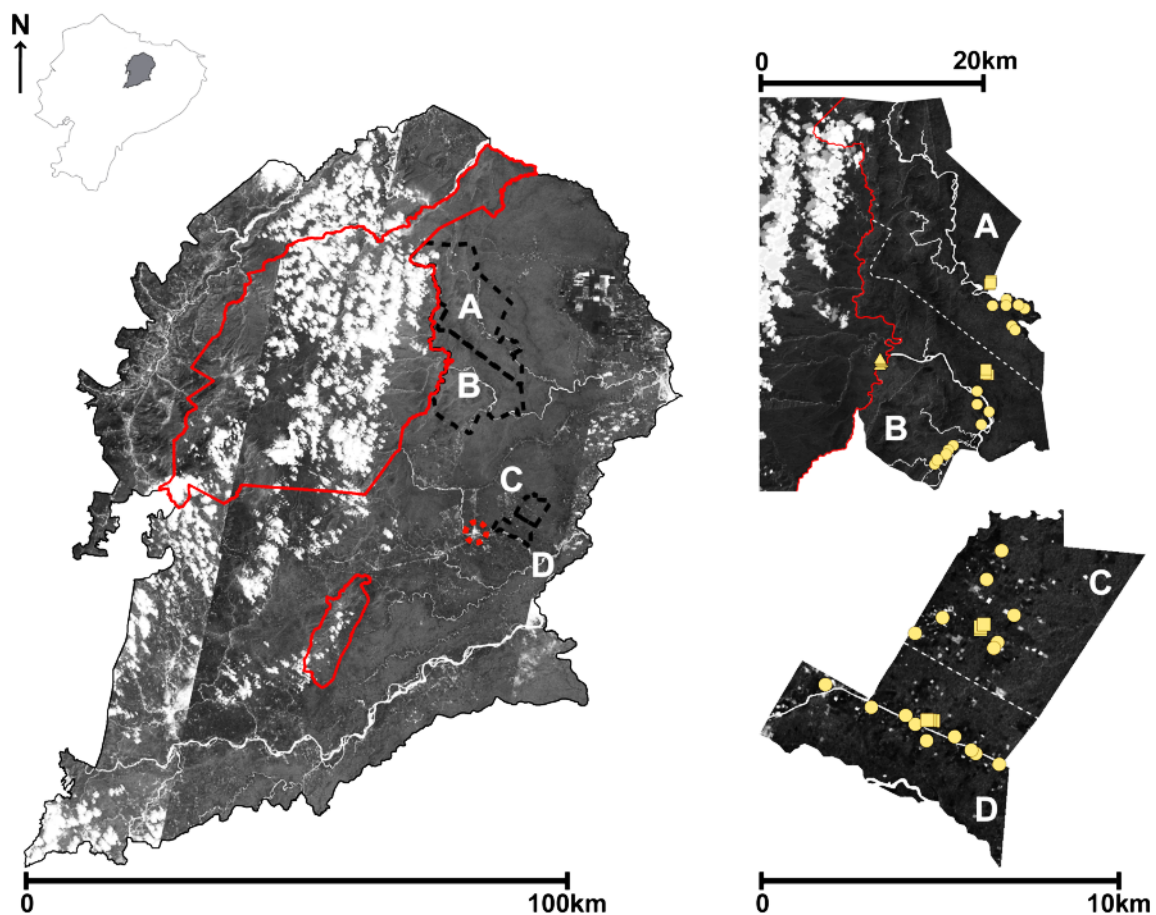


Figura 1: Mapa de la Reserva de Biosfera Sumaco y sus áreas de muestreo: Verde Sumaco (A), Payamino (B), Cascabel 2 (C) and Chontacocha (D). Los triángulos representan a los transectos en el Parque Nacional. Los cuadrados a los puntos de control y los círculos a los transectos en asentamientos humanos. En rojo las dos áreas núcleo pertenecientes al Parque Nacional Sumaco Napo Galeras.

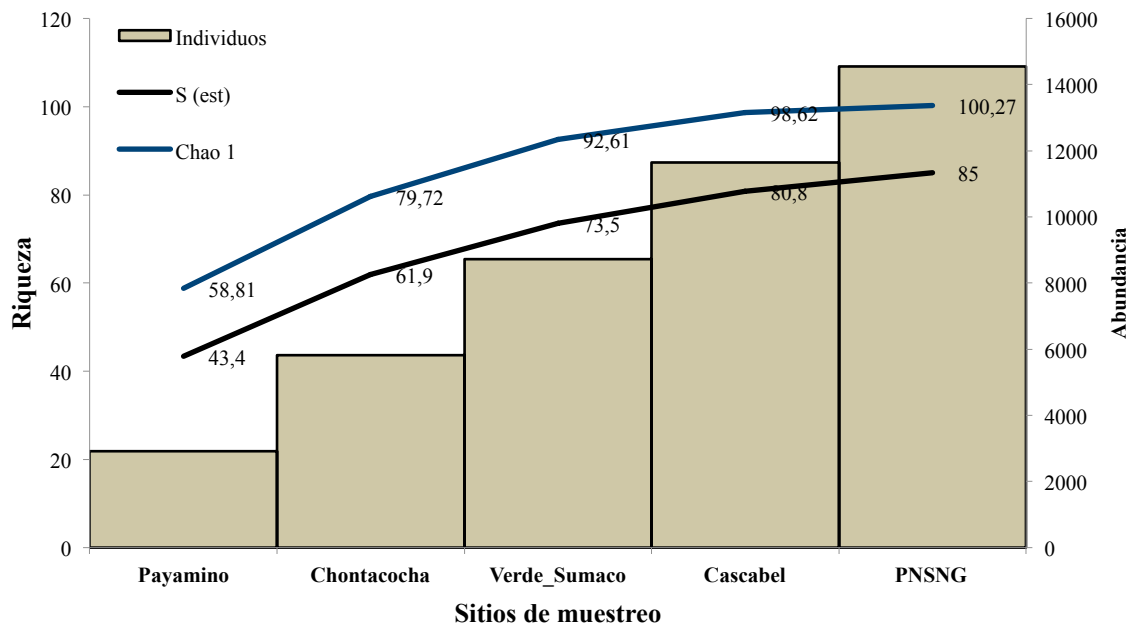


Figura 2: Curva de acumulación de especies, proyección Chao 1 y abundancia.

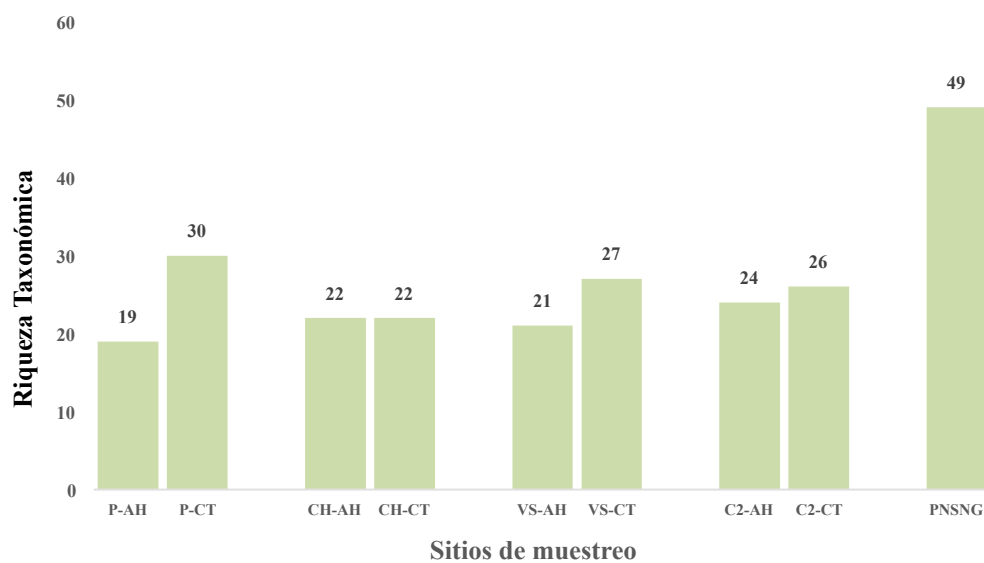


Figura 3: Análisis de riqueza para las cinco zonas de muestreo; P= Payamino, CH= Chontacocha, VS= Verde Sumaco, C2= Cascabel 2; en zonas con Asentamientos Humanos (AH), zonas de control (CT) y el Parque Nacional (PNSNG).

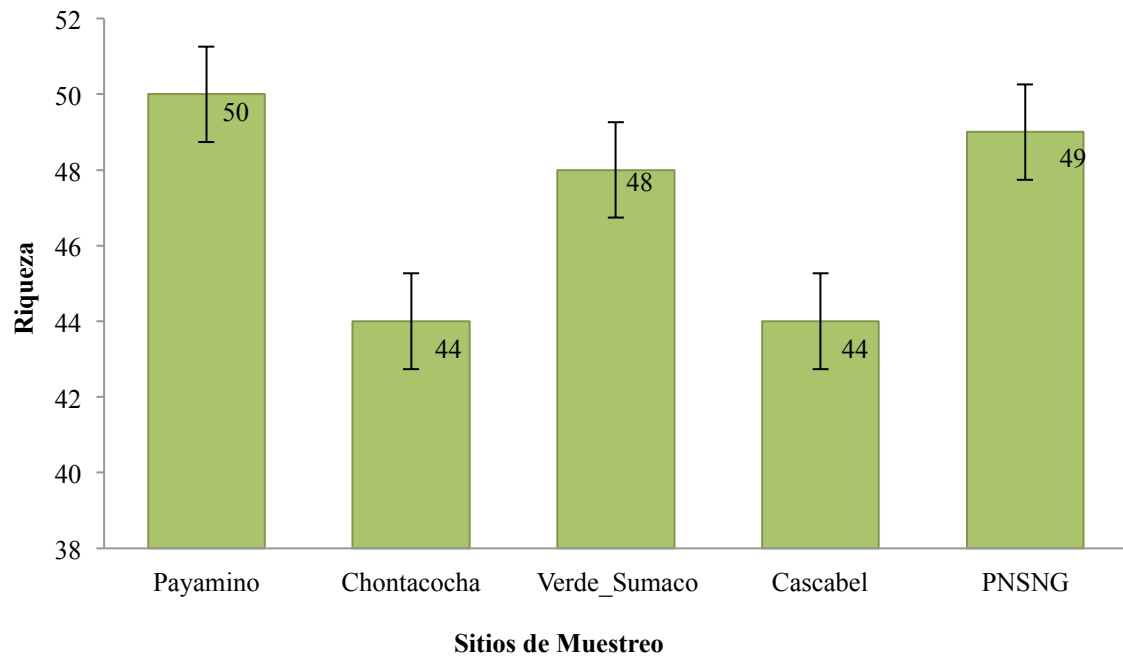


Figura 4: Riqueza total encontrada en los cinco sitios de muestreo de la RBS.

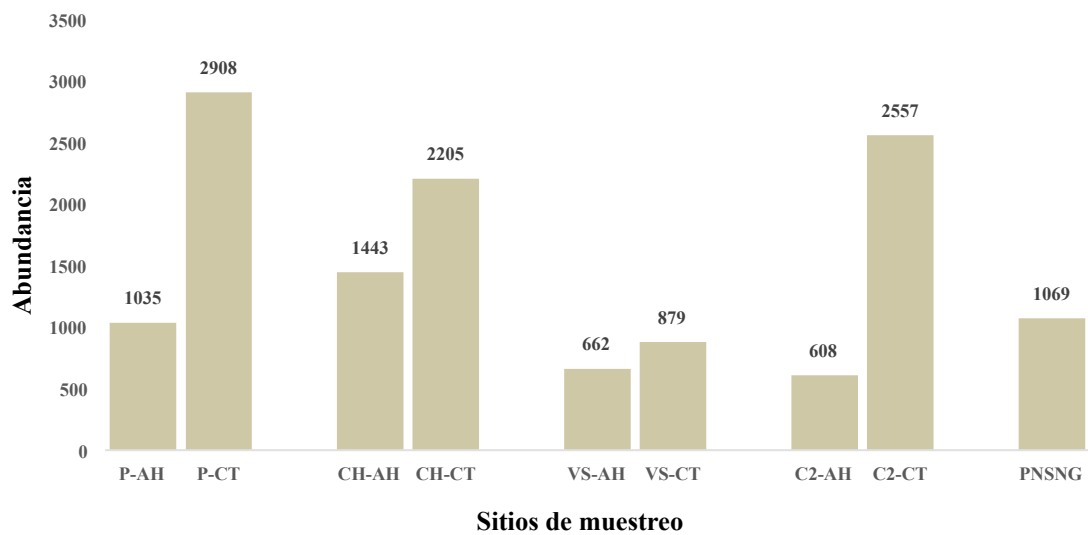


Figura 5: Análisis de abundancia de escarabajos estercoleros para todas las zonas de muestreo. Leyenda como en figura 3.

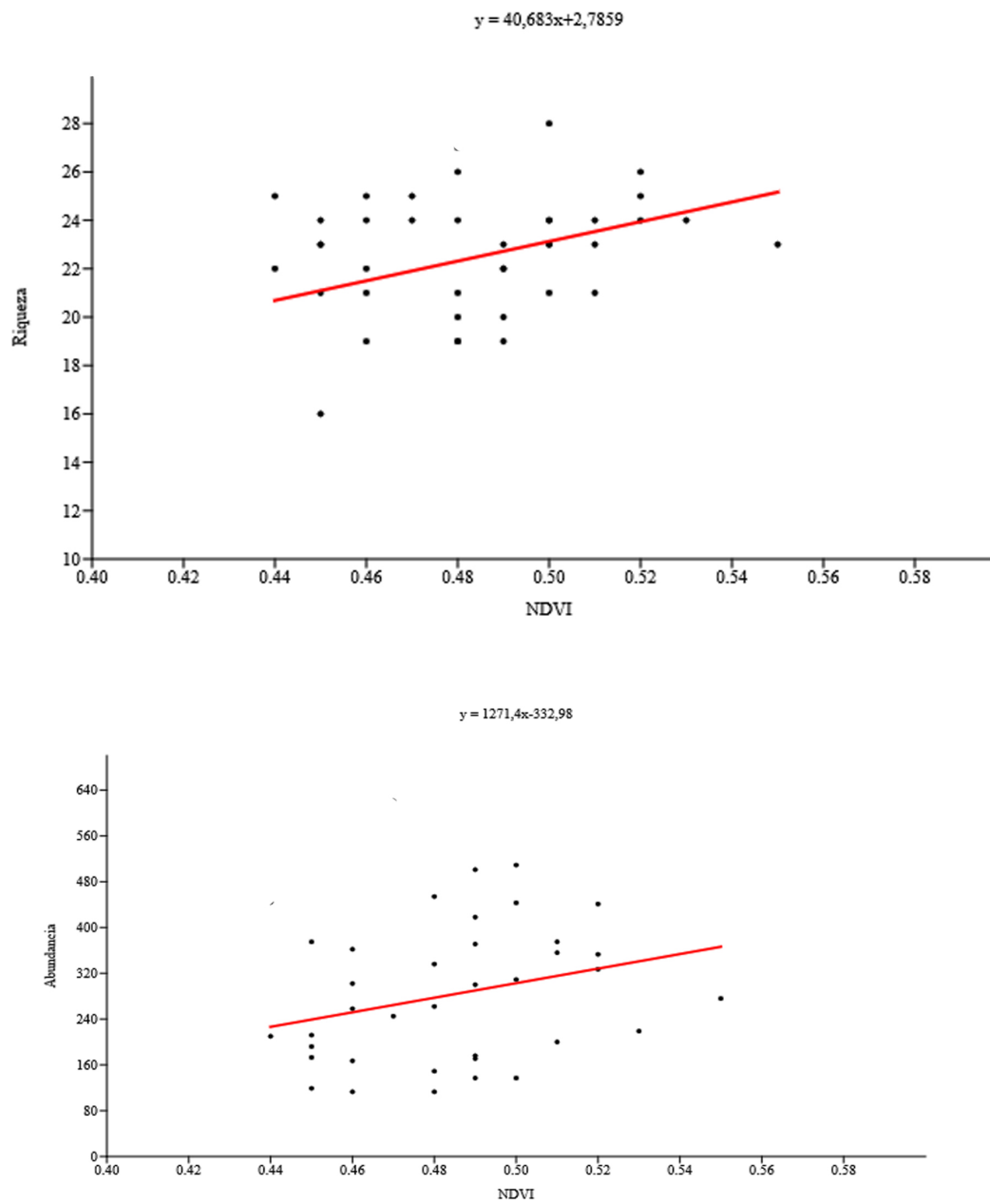


Figura 6: Regresión lineal entre riqueza, abundancia y el NDVI de la RBS.

Análisis Cluster Jaccard (Single Link)

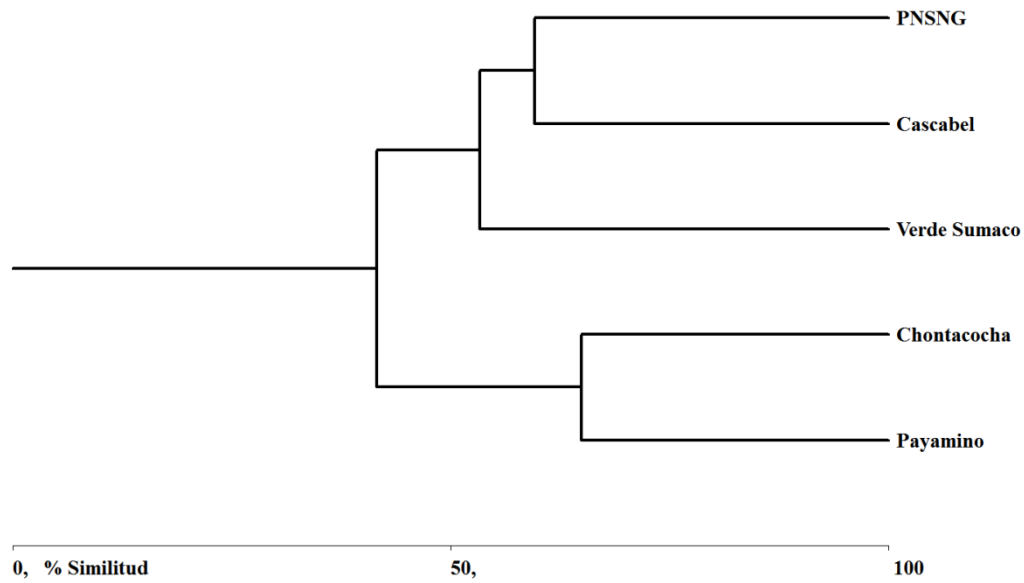


Figura 7: Análisis de diversidad Beta representado en un cluster Jaccard.

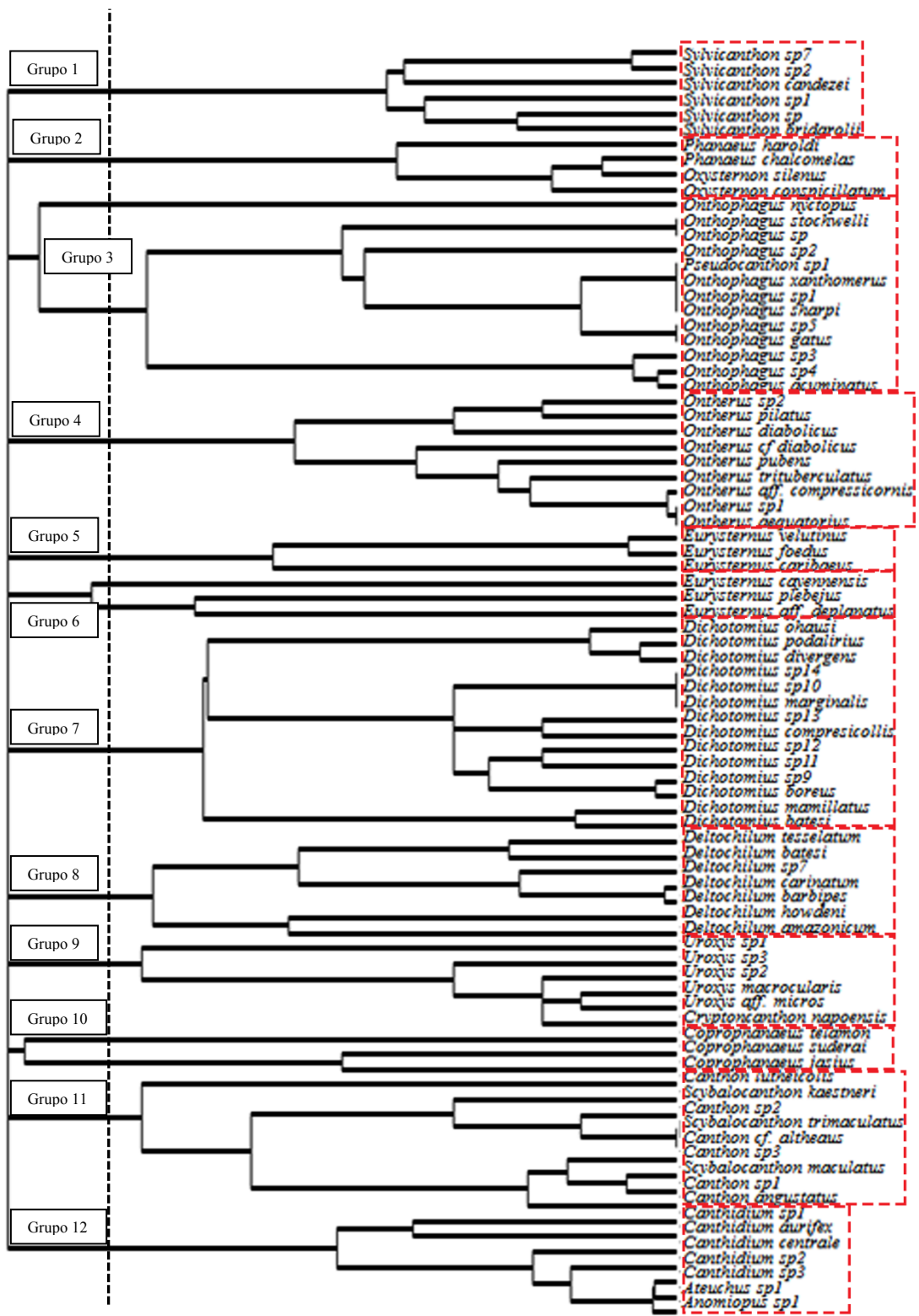


Figura 8: Cluster de asociación de especies por características morfológicas y de nicho para la identificación de grupos funcionales de la RBS.

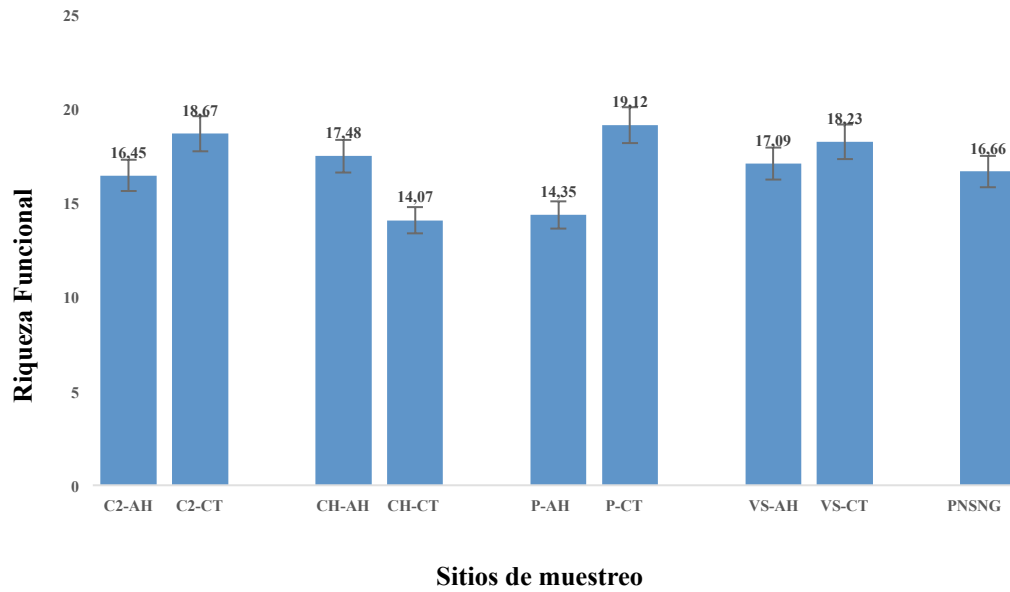


Figura 9: Riqueza funcional para todas las áreas de muestreo; Leyenda como en figura 3.

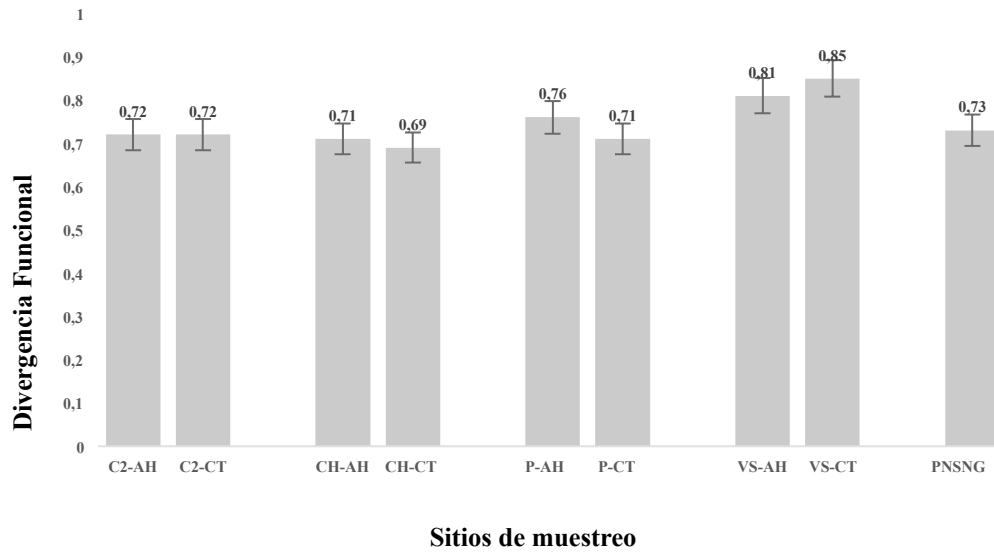


Figura 10: Análisis de divergencia funcional para cada una de las zonas de muestreo. Leyenda como en figura 3.

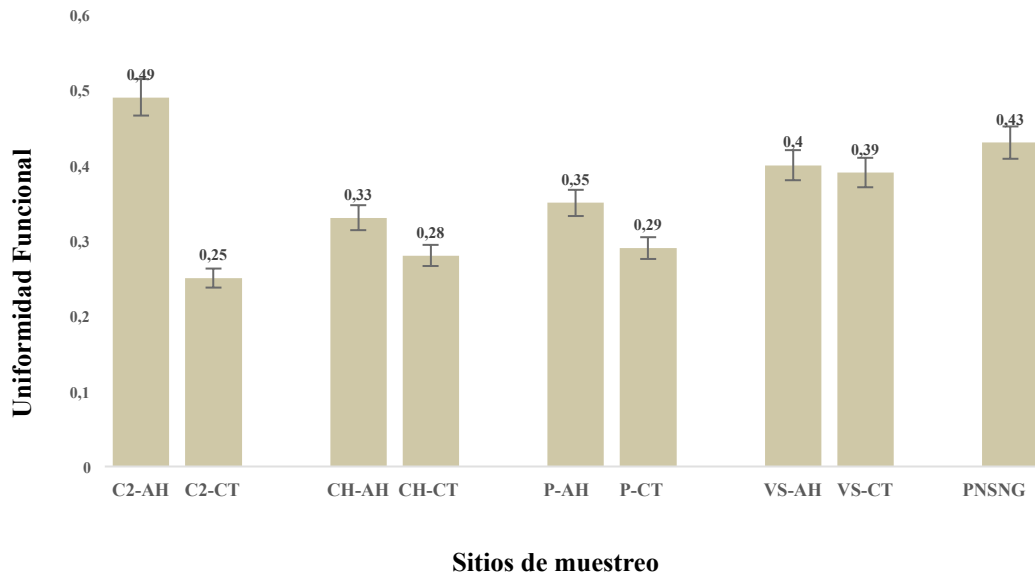


Figura 11: Variabilidad de la uniformidad funcional de acuerdo a la uniformidad de las comunidades de escarabajos estercoleros de la RBS. Leyenda como en figura 3.

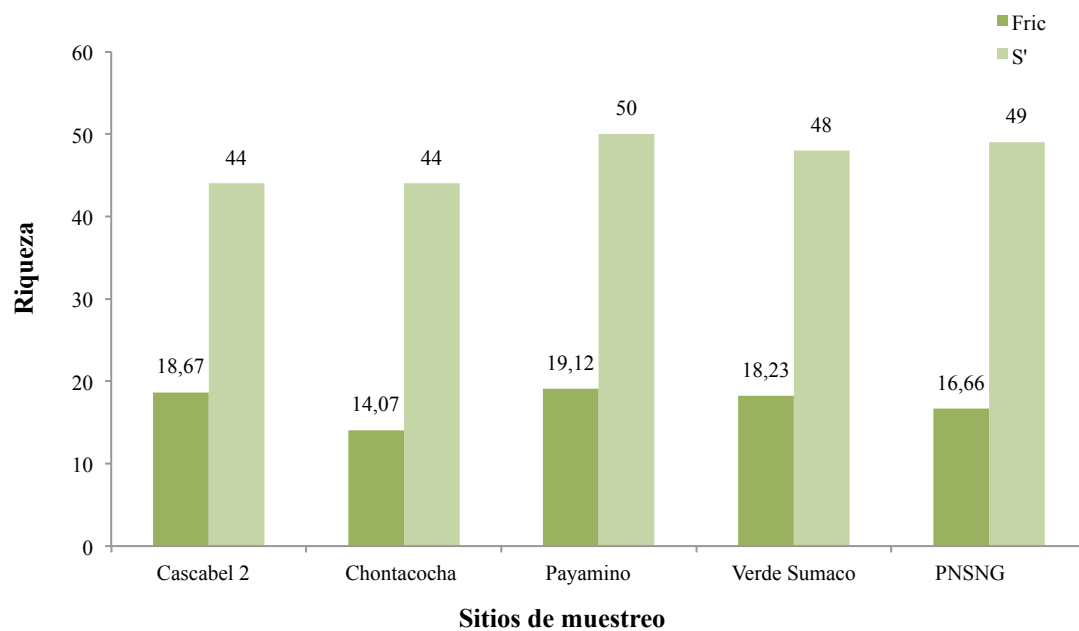


Figura 12: Análisis de tendencias entre el número de especies y riqueza funcional escarabajos estercoleros de la RBS.

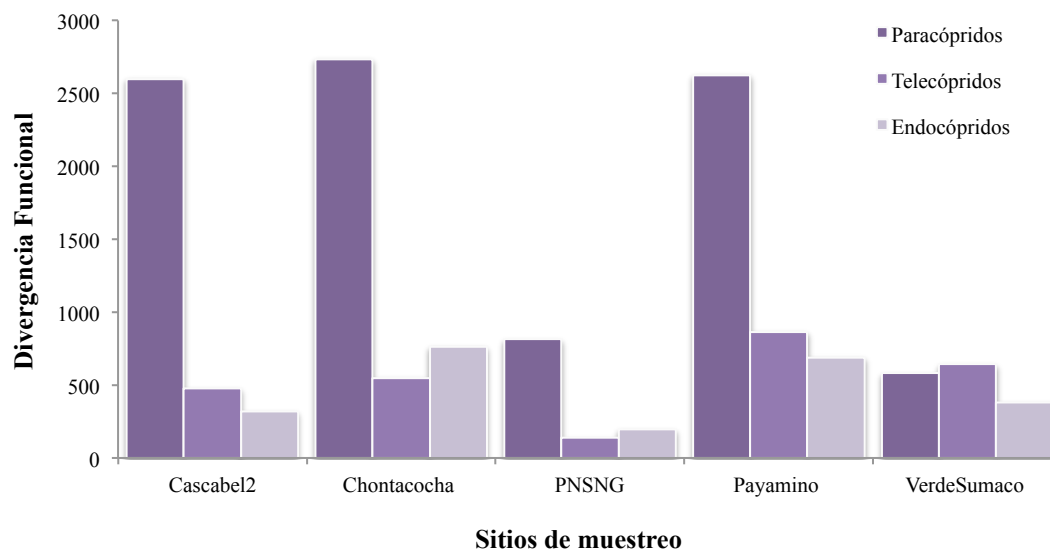


Figura 13: Representatividad de abundancia de acuerdo a las estrategias alimenticias y divergencia funcional.

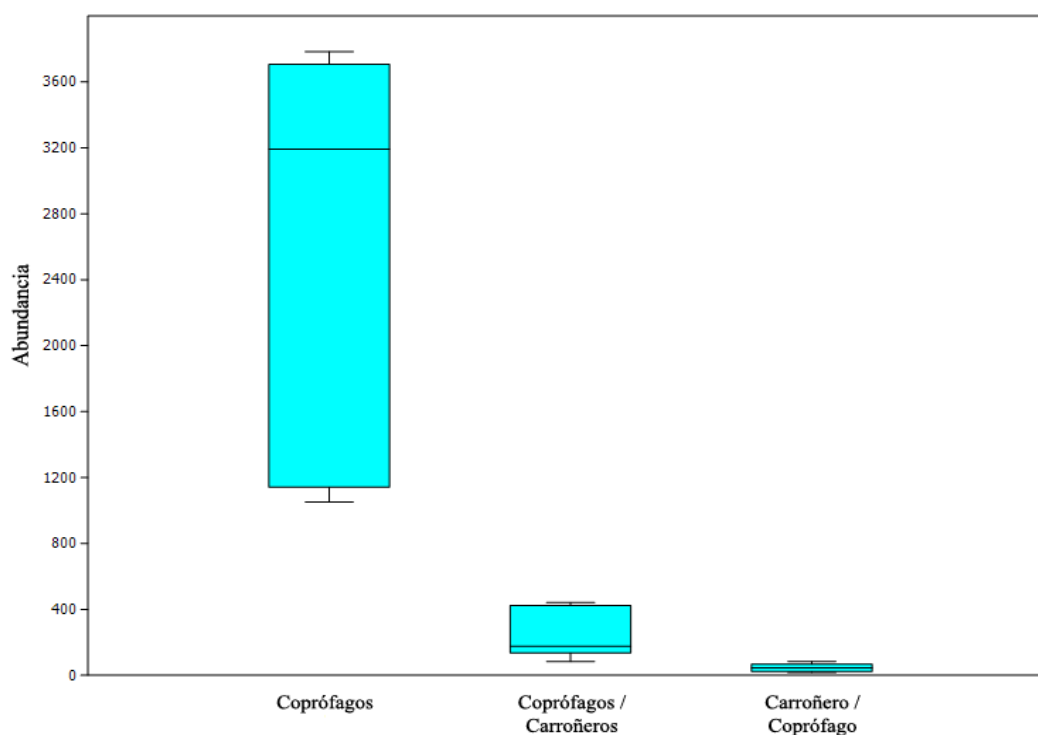


Figura 14: Rangos de variación de la abundancia de acuerdo a estrategias alimenticias.

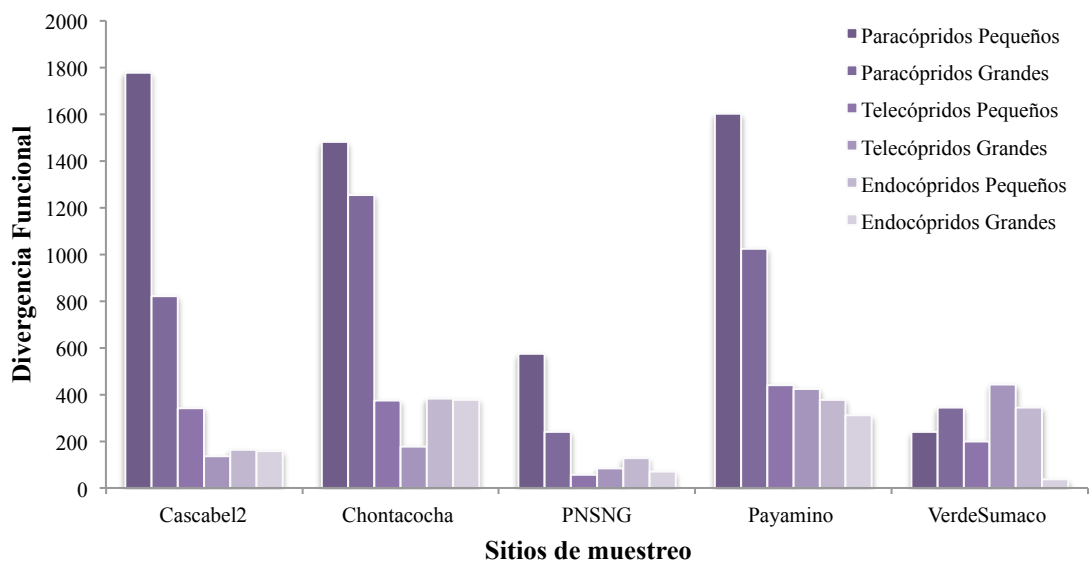


Figura 15: Estrategias alimenticias y sus tamaños de la comunidad de Escarabajos Estercoleros de la RBS basados en su divergencia funcional.

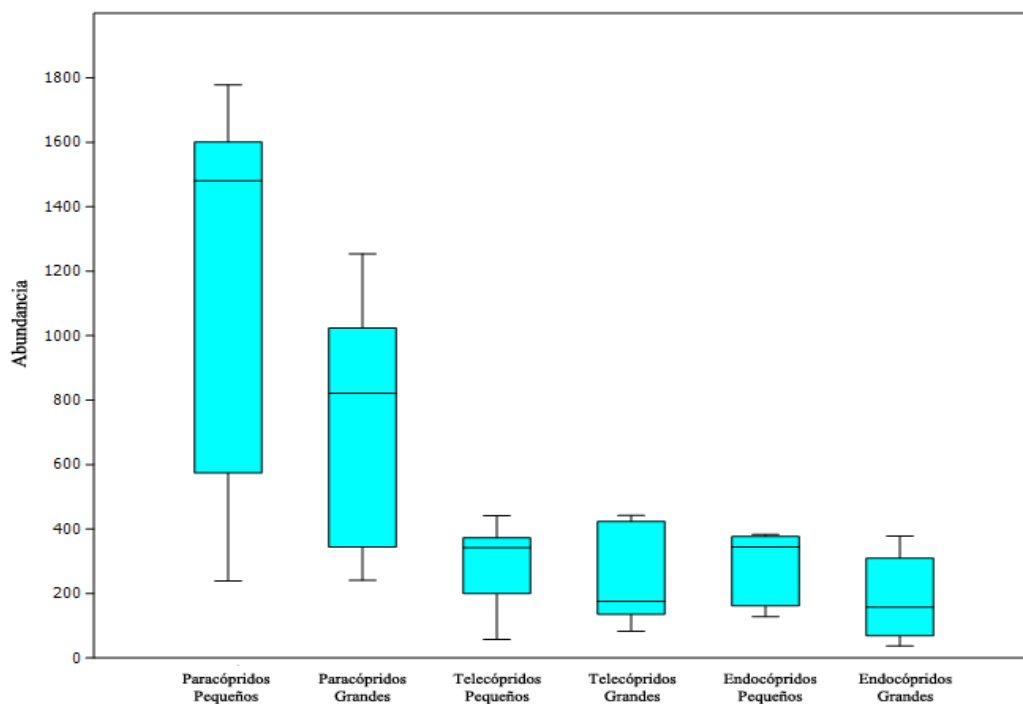


Figura 16: Rangos de variación de la abundancia de acuerdo a las estrategias alimenticias y el tamaño de los individuos.

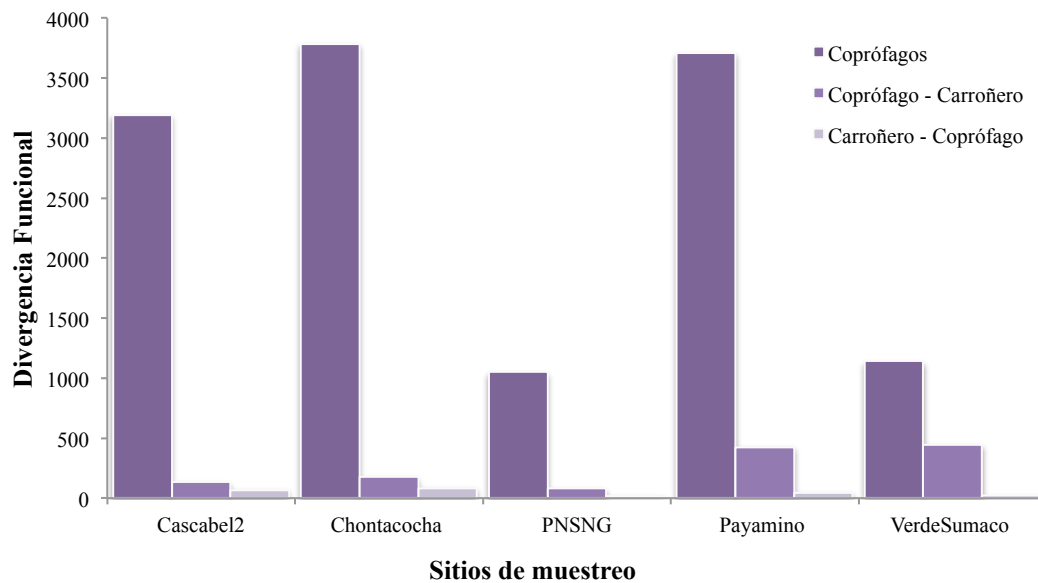


Figura 17: Dieta de la comunidad de escarabajos estercoleros de la RBS basados en su divergencia funcional.

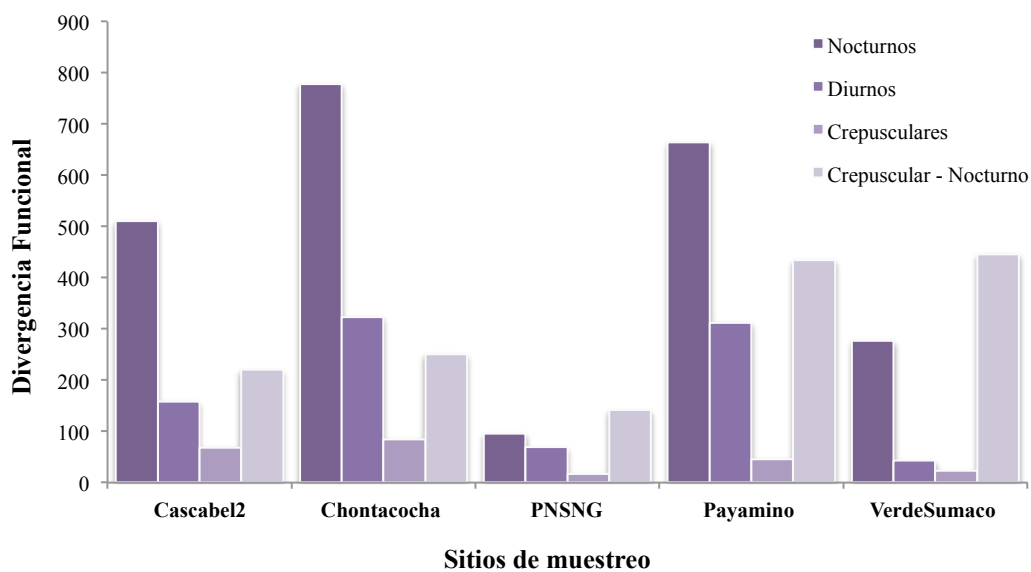


Figura 18: Hábitos de los escarabajos de toda la RBS basados en su divergencia funcional.

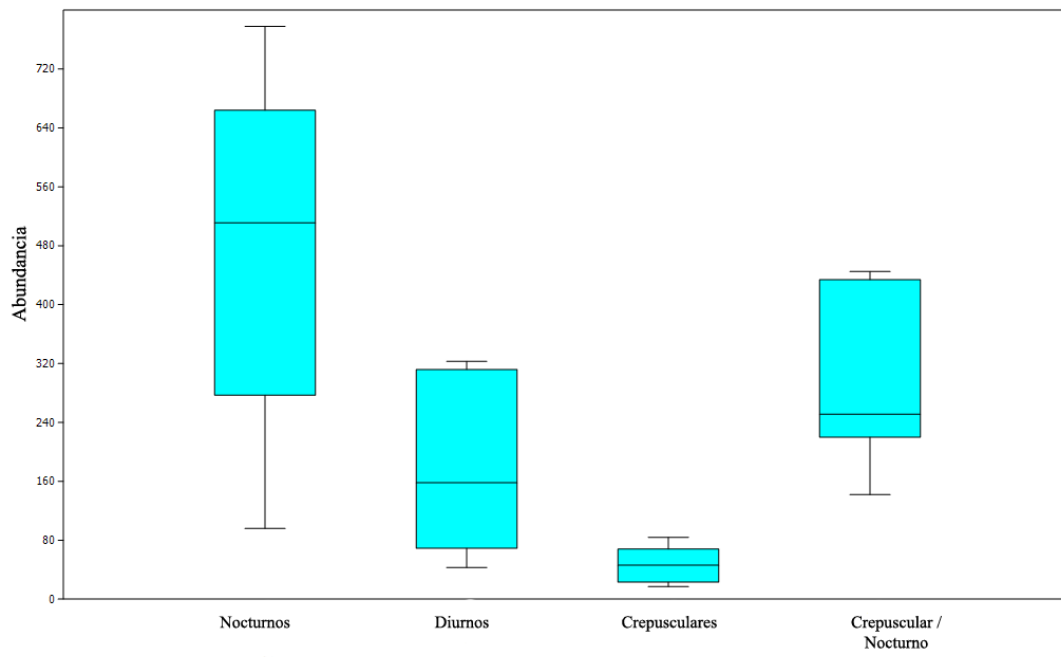


Figura 19: Rangos de variación de la abundancia de acuerdo a los hábitos de los escarabajos.

12. TABLAS

Tabla 1: Matriz de asignación de grupo funcional; Paracóprido= enterrador, Telecóprido= rodador, Endocóprido= morador.

Especies	Tribus	Estrategia de Reubicación	Preferencia Alimenticia	Actividad	Grupo Funcional
<i>Anomiopus sp1</i>	Dichotomini	Paracóprido pequeño	Coprófago	Diurno	PPaCD
<i>Ateuchus sp1</i>	Dichotomini	Paracóprido pequeño	Coprófago	Diurno	PPaCD
<i>Ateuchus sp2</i>	Dichotomini	Paracóprido pequeño	Coprófago	Diurno	PPaCD
<i>Canthidium aurifex</i>	Dichotomini	Paracóprido pequeño	Coprófago	Diurno	PPaCD
<i>Canthidium centrale</i>	Dichotomini	Paracóprido pequeño	Coprófago	Diurno	PPaCD
<i>Canthidium sp1</i>	Dichotomini	Paracóprido pequeño	Coprófago	Diurno	PPaCD
<i>Canthidium sp2</i>	Dichotomini	Paracóprido pequeño	Coprófago	Diurno	PPaCD
<i>Canthidium sp3</i>	Dichotomini	Paracóprido pequeño	Coprófago	Diurno	PPaCD
<i>Canthon angustatus</i>	Canthonini	Telecóprido pequeño	Coprófago	Diurno	PTeCD
<i>Canthon atheaus</i>	Canthonini	Telecóprido pequeño	Coprófago	Diurno	PTeCD
<i>Canthon luteicolis</i>	Canthonini	Telecóprido pequeño	Coprófago	Diurno	PTeCD
<i>Canthon sp1</i>	Canthonini	Telecóprido pequeño	Coprófago	Diurno	PTeCD
<i>Canthon sp2</i>	Canthonini	Telecóprido pequeño	Coprófago	Diurno	PTeCD
<i>Canthon sp3</i>	Canthonini	Telecóprido pequeño	Coprófago	Diurno	PTeCD
<i>Coprophanaeus sp2</i>	Phanaeini	Paracóprido grande	Necro/Coprófago	Crepuscular	GPaNCCr
<i>Coprophanaeus telamon</i>	Phanaeini	Paracóprido grande	Necro/Coprófago	Crepuscular	GPaNCCr
<i>Cryptoncanthon sp1</i>	Canthonini	Telecóprido pequeño	Coprófago	Crepuscular/Nocturno	PPaCCrNo
<i>Deltochilum amazonicum</i>	Canthonini	Telecóprido grande	Copro/Necrófago	Crepuscular/Nocturno	GteCNCrNo
<i>Deltochilum barbipes</i>	Canthonini	Telecóprido grande	Copro/Necrófago	Crepuscular/Nocturno	GteCNCrNo
<i>Deltochilum batesi</i>	Canthonini	Telecóprido grande	Copro/Necrófago	Crepuscular/Nocturno	GteCNCrNo
<i>Deltochilum carinatum</i>	Canthonini	Telecóprido grande	Copro/Necrófago	Crepuscular/Nocturno	GteCNCrNo
<i>Deltochilum parile</i>	Canthonini	Telecóprido grande	Copro/Necrófago	Crepuscular/Nocturno	GteCNCrNo
<i>Deltochilum sp1</i>	Canthonini	Telecóprido grande	Copro/Necrófago	Crepuscular/Nocturno	GteCNCrNo
<i>Deltochilum tessellatum</i>	Canthonini	Telecóprido grande	Copro/Necrófago	Crepuscular/Nocturno	GteCNCrNo
<i>Dichotomius batesi</i>	Dichotomini	Paracóprido grande	Coprófago	Nocturno	GPaCNo
<i>Dichotomius boreus</i>	Dichotomini	Paracóprido grande	Coprófago	Nocturno	GPaCNo
<i>Dichotomius compresicollis</i>	Dichotomini	Paracóprido grande	Coprófago	Nocturno	GPaCNo
<i>Dichotomius divergens</i>	Dichotomini	Paracóprido grande	Coprófago	Nocturno	GPaCNo
<i>Dichotomius mamillatus</i>	Dichotomini	Paracóprido grande	Coprófago	Nocturno	GPaCNo
<i>Dichotomius ohausi</i>	Dichotomini	Paracóprido grande	Coprófago	Nocturno	GPaCNo
<i>Dichotomius podalirius</i>	Dichotomini	Paracóprido grande	Coprófago	Nocturno	GPaCNo
<i>Dichotomius satanas</i>	Dichotomini	Paracóprido grande	Coprófago	Nocturno	GPaCNo
<i>Dichotomius sp1</i>	Dichotomini	Paracóprido grande	Coprófago	Nocturno	GPaCNo
<i>Dichotomius sp2</i>	Dichotomini	Paracóprido grande	Coprófago	Nocturno	GPaCNo

<i>Dichotomius sp3</i>	Dichotomini	Paracóprido grande	Coprófago	Nocturno	GPaCNo
<i>Dichotomius sp4</i>	Dichotomini	Paracóprido grande	Coprófago	Nocturno	GPaCNo
<i>Dichotomius sp5</i>	Dichotomini	Paracóprido grande	Coprófago	Nocturno	GPaCNo
<i>Dichotomius sp6</i>	Dichotomini	Paracóprido grande	Coprófago	Nocturno	GPaCNo
<i>Eurysternus caribaeus</i>	Eurysternini	Endocóprido grande	Coprófago	Diurno	GECD
<i>Eurysternus cayennensis</i>	Eurysternini	Endocóprido pequeño	Coprófago	Diurno	PECD
<i>Eurysternus aff. deplanatus</i>	Eurysternini	Endocóprido pequeño	Coprófago	Diurno	PECD
<i>Eurysternus foedus</i>	Eurysternini	Endocóprido grande	Coprófago	Diurno	GECD
<i>Eurysternus plebejus</i>	Eurysternini	Endocóprido pequeño	Coprófago	Diurno	PECD
<i>Eurysternus velutinus</i>	Eurysternini	Endocóprido pequeño	Coprófago	Diurno	PECD
<i>Onterhus aequatorius</i>	Dichotomini	Paracóprido grande	Coprófago	Crepuscular/Nocturno	GPaCCrNo
<i>Onterhus cf diabolicus</i>	Dichotomini	Paracóprido grande	Coprófago	Crepuscular/Nocturno	GPaCCrNo
<i>Onterhus aff. compressicornis</i>	Dichotomini	Paracóprido grande	Coprófago	Crepuscular/Nocturno	GPaCCrNo
<i>Onterhus diabolicus</i>	Dichotomini	Paracóprido grande	Coprófago	Crepuscular/Nocturno	GPaCCrNo
<i>Onterhus pilatus</i>	Dichotomini	Paracóprido grande	Coprófago	Crepuscular/Nocturno	GPaCCrNo
<i>Onterhus pubens</i>	Dichotomini	Paracóprido grande	Coprófago	Crepuscular/Nocturno	GPaCCrNo
<i>Onterhus sp1</i>	Dichotomini	Paracóprido grande	Coprófago	Crepuscular/Nocturno	GPaCCrNo
<i>Onterhus sp2</i>	Dichotomini	Paracóprido grande	Coprófago	Crepuscular/Nocturno	GPaCCrNo
<i>Onterhus trituberculatus</i>	Dichotomini	Paracóprido grande	Coprófago	Crepuscular/Nocturno	GPaCCrNo
<i>Onthophagus acuminatus</i>	Onthophagini	Paracóprido pequeño	Coprófago	Nocturno	PPaCNo
<i>Onthophagus gatus</i>	Onthophagini	Paracóprido pequeño	Coprófago	Nocturno	PPaCNo
<i>Onthophagus nyctopus</i>	Onthophagini	Paracóprido pequeño	Coprófago	Nocturno	PPaCNo
<i>Onthophagus sharpi</i>	Onthophagini	Paracóprido pequeño	Coprófago	Nocturno	PPaCNo
<i>Onthophagus sp</i>	Onthophagini	Paracóprido pequeño	Coprófago	Nocturno	PPaCNo
<i>Onthophagus sp1</i>	Onthophagini	Paracóprido pequeño	Coprófago	Nocturno	PPaCNo
<i>Onthophagus sp2</i>	Onthophagini	Paracóprido pequeño	Coprófago	Nocturno	PPaCNo
<i>Onthophagus sp3</i>	Onthophagini	Paracóprido pequeño	Coprófago	Nocturno	PPaCNo
<i>Onthophagus sp4</i>	Onthophagini	Paracóprido pequeño	Coprófago	Nocturno	PPaCNo
<i>Onthophagus sp5</i>	Onthophagini	Paracóprido pequeño	Coprófago	Nocturno	PPaCNo
<i>Onthophagus stochwelli</i>	Onthophagini	Paracóprido pequeño	Coprófago	Nocturno	PPaCNo
<i>Onthophagus xanthomerus</i>	Onthophagini	Paracóprido pequeño	Coprófago	Nocturno	PPaCNo
<i>Oxysternon conspicillatum</i>	Phanaeini	Paracóprido grande	Coprófago	Diurno	GPaCD
<i>Oxysternon silenus</i>	Phanaeini	Paracóprido grande	Coprófago	Diurno	GPaCD
<i>Phanaeus chalcomelas</i>	Phanaeini	Paracóprido grande	Coprófago	Diurno	GPaCD
<i>Phanaeus haroldi</i>	Phanaeini	Paracóprido grande	Coprófago	Diurno	GPaCD
<i>Pseudocanthon sp1</i>	Canthonini	Telecóprido pequeño	Coprófago	Nocturno	PPaCNo
<i>Scybalocanthon maculatus</i>	Canthonini	Telecóprido pequeño	Coprófago	Diurno	PTeCD

<i>Scybalocanthon trimaculatus</i>	Canthonini	Telecóprido pequeño	Coprófago	Diurno	PTeCD
<i>Scybalocanthon kaestneri</i>	Canthonini	Telecóprido pequeño	Coprófago	Diurno	PTeCD
<i>Sylvicanthon bridarolii</i>	Canthonini	Telecóprido pequeño	Coprófago	Crepuscular/Nocturno	PTeCCrNo
<i>Sylvicanthon candezei</i>	Canthonini	Telecóprido pequeño	Coprófago	Crepuscular/Nocturno	PTeCCrNo
<i>Sylvicanthon sp</i>	Canthonini	Telecóprido pequeño	Coprófago	Crepuscular/Nocturno	PTeCCrNo
<i>Sylvicanthon sp1</i>	Canthonini	Telecóprido pequeño	Coprófago	Crepuscular/Nocturno	PTeCCrNo
<i>Sylvicanthon sp2</i>	Canthonini	Telecóprido pequeño	Coprófago	Crepuscular/Nocturno	PTeCCrNo
<i>Sylvicanthon sp7</i>	Canthonini	Telecóprido pequeño	Coprófago	Crepuscular/Nocturno	PTeCCrNo
<i>Uroxys aff. micros</i>	Dichotomini	Paracóprido pequeño	Coprófago	Crepuscular/Nocturno	PPaCCrNo
<i>Uroxys macrocularis</i>	Dichotomini	Paracóprido pequeño	Coprófago	Crepuscular/Nocturno	PPaCCrNo
<i>Uroxys sp1</i>	Dichotomini	Paracóprido pequeño	Coprófago	Crepuscular/Nocturno	PPaCCrNo
<i>Uroxys sp2</i>	Dichotomini	Paracóprido pequeño	Coprófago	Crepuscular/Nocturno	PPaCCrNo
<i>Uroxys sp3</i>	Dichotomini	Paracóprido pequeño	Coprófago	Crepuscular/Nocturno	PPaCCrNo
<i>Uroxys sp4</i>	Dichotomini	Paracóprido pequeño	Coprófago	Crepuscular/Nocturno	PPaCCrNo

Tabla 2: Matriz de asignación de grupos funcionales para la Localidad de Payamino; G= Grande, P= Pequeño, E= Endocóprido, Te= Telecóprido, Pa= Paracóprido, C= Coprófago, N= Necrófago, CN= Copro/Necrófago, D= Diurno, No= Nocturno, Cr= Crepuscular, CrNo= Crepuscular Nocturno.

Payamino	G	P	E	Te	Pa	C	N	CN	D	No	Cr	CrNo
<i>Anomiopus sp1</i>		+			+	+			+			
<i>Canthidium aurifex</i>		+			+	+			+			
<i>Canthidium centrale</i>		+			+	+			+			
<i>Canthidium sp3</i>		+		+		+			+			
<i>Canthon angustatus</i>		+		+		+			+			
<i>Canthon luteicollis</i>		+		+		+			+			
<i>Canthon sp4</i>		+		+		+			+			
<i>Canthon sp5</i>		+		+		+			+			
<i>Coprophanaeus telamon</i>	+				+	+		+			+	
<i>Deltochilum amazonicum</i>	+			+				+				+
<i>Deltochilum batesi</i>	+			+				+				+
<i>Deltochilum carinatum</i>	+			+				+				+
<i>Deltochilum howdeni</i>	+			+				+				+
<i>Deltochilum sp7</i>	+			+				+				+
<i>Deltochilum tessellatum</i>	+			+				+				+
<i>Dichotomius batesi</i>	+				+	+				+		
<i>Dichotomius divergens</i>	+				+	+				+		
<i>Dichotomius mamillatus</i>	+				+	+				+		
<i>Dichotomius sp9</i>	+				+	+				+		
<i>Dichotomius sp1</i>	+				+	+				+		
<i>Dichotomius sp11</i>	+				+	+				+		

<i>Eurysternus caribaeus</i>	+		+			+			+				
<i>Eurysternus cayennensis</i>		+	+			+			+				
<i>Eurysternus deplanatus</i>		+	+			+			+				
<i>Eurysternus foedus</i>	+		+			+			+				
<i>Eurysternus plebejus</i>		+	+			+			+				
<i>Eurysternus velutinus</i>	+		+			+			+				
<i>Ontherus aequatorius</i>	+					+	+						+
<i>Ontherus diabolicus</i>	+					+	+						+
<i>Ontherus pilatus</i>	+					+	+						+
<i>Ontherus sp1</i>	+					+	+						+
<i>Onthophagus acuminatus</i>		+				+	+			+			
<i>Onthophagus nyctopus</i>		+				+	+			+			
<i>Onthophagus sharpi</i>		+				+	+			+			
<i>Onthophagus sp7</i>		+				+	+			+			
<i>Onthophagus sp9</i>		+				+	+			+			
<i>Onthophagus sp1</i>		+				+	+			+			
<i>Onthophagus sp11</i>		+				+	+			+			
<i>Oxysternon conspicillatum</i>	+					+	+			+			
<i>Oxysternon silenus</i>	+					+	+			+			
<i>Phanaeus chalcomelas</i>	+					+	+			+			
<i>Phanaeus haroldii</i>	+					+	+			+			
<i>Scybalocanthon trimaculatus</i>		+		+		+				+			
<i>Sylvicanthon sp3</i>		+		+		+							+
<i>Sylvicanthon sp4</i>		+		+		+							+
<i>Sylvicanthon sp6</i>		+		+		+							+
<i>Uroxys macrocularis</i>		+				+	+						+
<i>Uroxys sp3</i>		+				+	+						+
<i>Uroxys sp4</i>		+				+	+						+
<i>Uroxys sp5</i>		+				+	+						+
<i>Uroxys sp6</i>		+				+	+						+

Tabla 3: Matriz de asignación de grupos funcionales para la Localidad de Chontacocho. Leyenda como en tabla 2

Chontacocho	G	P	E	Te	Pa	C	CN	D	No	Cr
<i>Anomiopus sp1</i>		+			+	+		+		
<i>Canthidium aurifex</i>		+			+	+		+		
<i>Canthidium sp3</i>		+			+	+		+		
<i>Canthidium sp5</i>		+			+	+		+		
<i>Canthon angustatus</i>		+		+		+		+		
<i>Canthon luteicollis</i>		+		+		+		+		
<i>Canthon sp4</i>		+		+		+		+		
<i>Canthon sp5</i>		+		+		+		+		
<i>Canthon sp6</i>		+		+		+		+		
<i>Coprophanæus suredai</i>	+				+	+	+			+
<i>Coprophanæus telamon</i>	+				+	+	+			+
<i>Deltochilum amazonicum</i>	+			+			+			
<i>Deltochilum batesi</i>	+			+			+			
<i>Deltochilum carinatum</i>	+			+			+			
<i>Deltochilum howdeni</i>	+			+			+			

<i>Deltochilum sp7</i>	+			+			+				
<i>Dichotomius batesi</i>	+				+	+				+	
<i>Dichotomius mamillatus</i>	+				+	+				+	
<i>Dichotomius sp9</i>	+				+	+				+	
<i>Eurysternus caribaeus</i>	+		+			+			+		
<i>Eurysternus cayennensis</i>		+	+			+			+		
<i>Eurysternus deplanatus</i>		+	+			+			+		
<i>Eurysternus foedus</i>	+		+			+			+		
<i>Eurysternus velutinus</i>	+		+			+			+		
<i>Ontherus aequatorius</i>	+				+	+					
<i>Ontherus pilatus</i>	+				+	+					
<i>Ontherus sp1</i>	+				+	+					
<i>Ontherus sp2</i>	+				+	+					
<i>Onthophagus acuminatus</i>		+			+	+			+		
<i>Onthophagus nyctopus</i>		+			+	+			+		
<i>Onthophagus sharpi</i>		+			+	+			+		
<i>Onthophagus sp6</i>		+			+	+			+		
<i>Onthophagus sp7</i>		+			+	+			+		
<i>Onthophagus sp8</i>		+			+	+			+		
<i>Onthophagus sp9</i>		+			+	+			+		
<i>Onthophagus sp10</i>		+			+	+			+		
<i>Onthophagus sp11</i>		+			+	+			+		
<i>Oxysternon conspicillatum</i>	+				+	+			+		
<i>Oxysternon silenus</i>	+				+	+			+		
<i>Phanaeus chalcomelas</i>	+				+	+			+		
<i>Phanaeus haroldii</i>	+				+	+			+		
<i>Sylvicanthon sp4</i>		+		+		+					
<i>Uroxys sp3</i>		+			+	+					

Tabla 4: Matriz de asignación de grupos funcionales para la Localidad de Verde Sumaco. Leyenda como en tabla 2

Verde Sumaco	G	P	E	Te	Pa	C	CN	D	No	Cr	CrNo
<i>Ateuchus sp1</i>		+			+	+		+			
<i>Canthidium aurifex</i>		+			+	+		+			
<i>Canthidium centrale</i>		+			+	+		+			
<i>Canthidium sp4</i>		+		+		+		+			
<i>Canthon angustatus</i>		+		+		+		+			
<i>Canthon atheaus</i>		+		+		+		+			
<i>Canthon luteicollis</i>		+		+		+		+			
<i>Canthon sp6</i>		+		+		+		+			
<i>Coprophanaeus jasius</i>	+				+	+	+			+	
<i>Coprophanaeus telamon</i>	+				+	+	+			+	
<i>Cryptoncanthon napoensis</i>		+			+	+					+
<i>Deltochilum amazonicum</i>	+			+			+				
<i>Deltochilum barbipes</i>	+			+			+				
<i>Deltochilum carinatum</i>	+			+			+				
<i>Deltochilum howdeni</i>	+			+			+				
<i>Deltochilum tessellatum</i>	+			+			+				
<i>Dichotomius batesi</i>	+				+	+			+		

<i>Dichotomius boreus</i>	+				+	+			+			
<i>Dichotomius mamillatus</i>	+				+	+			+			
<i>Dichotomius marginallis</i>	+				+	+			+			
<i>Dichotomius ohausi</i>	+				+	+			+			
<i>Dichotomius podalirius</i>	+				+	+			+			
<i>Dichotomius sp12</i>	+				+	+			+			
<i>Dichotomius sp13</i>	+				+	+			+			
<i>Dichotomius sp14</i>	+				+	+			+			
<i>Eurysternus caribaeus</i>	+		+			+			+			
<i>Eurysternus cayennensis</i>		+	+			+			+			
<i>Eurysternus deplanatus</i>		+	+			+			+			
<i>Eurysternus foedus</i>	+		+			+			+			
<i>Eurysternus plebejus</i>		+	+			+			+			
<i>Eurysternus velutinus</i>	+		+			+			+			
<i>Ontherus aequatorius</i>	+				+	+						
<i>Onthophagus stochwellii</i>		+			+	+			+			
<i>Onthophagus acuminatus</i>		+			+	+			+			
<i>Onthophagus nyctopus</i>		+			+	+			+			
<i>Onthophagus gatus</i>		+			+	+			+			
<i>Onthophagus sp8</i>		+			+	+			+			
<i>Onthophagus sp9</i>		+			+	+			+			
<i>Oxysternon conspicillatum</i>	+				+	+			+			
<i>Oxysternon silenus</i>	+				+	+			+			
<i>Phanaeus chalcornelas</i>	+				+	+			+			
<i>Phanaeus haroldii</i>	+				+	+			+			
<i>Pseudocanthon sp1</i>		+			+	+			+			
<i>Sylvicanthon candezei</i>		+		+		+						
<i>Sylvicanthon sp4</i>		+		+		+						
<i>Sylvicanthon sp5</i>		+		+		+						
<i>Uroxys macroocularis</i>		+			+	+						
<i>Uroxys sp3</i>		+			+	+						

Tabla 5: Matriz de asignación de grupos funcionales para la Localidad de Cascabel 2. Leyenda como en tabla 2

Cascabel 2	G	P	E	Te	Pa	C	N	CN	D	No	Cr	CrNo
<i>Ateuchus sp1</i>		+			+	+			+			
<i>Canthidium aurifex</i>		+			+	+			+			
<i>Canthidium centrale</i>		+			+	+			+			
<i>Canthidium sp4</i>		+			+	+			+			
<i>Canthidium sp5</i>		+			+	+			+			
<i>Canthon angustatus</i>		+		+		+			+			
<i>Canthon atheaus</i>		+		+		+			+			
<i>Canthon luteicollis</i>		+		+		+			+			
<i>Coprophanaeus jasius</i>	+				+	+		+			+	
<i>Coprophanaeus telamon</i>	+				+	+		+			+	
<i>Deltochilum amazonicum</i>	+			+				+				+
<i>Deltochilum barbipes</i>	+			+				+				+
<i>Deltochilum carinatum</i>	+			+				+				+
<i>Deltochilum howdeni</i>	+			+				+				+
<i>Dichotomius boreus</i>	+				+	+				+		

Dichotomius batesi	+				+	+					+		
Dichotomius divergens	+				+	+					+		
Dichotomius mamillatus	+				+	+					+		
Dichotomius compresicollis	+				+	+					+		
Dichotomius ohausi	+				+	+					+		
Dichotomius podalirius	+				+	+					+		
Dichotomius sp11	+				+	+					+		
Dichotomius sp12	+				+	+					+		
Eurysternus caribaeus	+		+			+					+		
Eurysternus cayennensis		+	+			+					+		
Eurysternus deplanatus		+	+			+					+		
Eurysternus foedus	+		+			+					+		
Eurysternus plebejus		+	+			+					+		
Eurysternus velutinus	+		+			+					+		
Ontherus compressicornis	+				+	+							+
Ontherus pubens	+				+	+							+
Ontherus trituberculatus	+				+	+							+
Onthophagus xanthomerus		+			+	+					+		
Onthophagus nyctopus		+			+	+					+		
Onthophagus sp9		+			+	+					+		
Oxysternon conspicillatum	+				+	+					+		
Oxysternon silenus	+				+	+					+		
Phanaeus chalcomelas	+				+	+					+		
Phanaeus haroldii	+				+	+					+		
Scybalocanthon maculatus		+		+		+					+		
Scybalocanthon kaestneri													
Sylvicanthon bridarolii		+		+		+							+
Sylvicanthon sp5		+		+		+							+
Uroxys aff. micros		+			+	+							+

Tabla 6: Índice de diversidad Shannon – Wiener calculado en mediante el logaritmo base 2; Shannon Exponencial representando las especies efectivas para el área y el porcentaje de diversidad basado en este análisis para cada zona de muestreo.

ÍNDICE	Payamino	Chontacocha	Verde Sumaco	Cascabel 2	PNSNG
Shannon H' Log Base 2,	3,768	3,786	3,796	3,482	3,247
Shannon Exponencial,	43,3	44,1	44,5	32,5	25,7
Porcentaje de diversidad	23%	23%	23%	17%	14%

Tabla 7: Grupos funcionales de la RBS, determinados por las características de tamaño, estrategia alimenticia, dieta y hábito de los escarabajos estercófilos.

Especies	Grupo	Detalle
1. <i>Anomiopus</i> spp, <i>Ateuchus</i> spp. y <i>Canthidium</i> spp.	PPaCD	Pequeñas, Paracópidas, Coprófagas y Diurnas
2. <i>Canthon</i> spp	PTeCD	Pequeñas, Telecópidas, Coprófagas y Diurnas
3. <i>Coprophanaeus</i> spp	GPaNCCr	Grandes, Paracópidas, Necro/Coprófagas y Crepusculares
4. <i>Deltochilum</i> spp.	GTeCNCrNo	Grandes, Telecópidas, Copro/Necrófagas y Crepusculares/Nocturnas
5. <i>Dichotomius</i> spp.	GPaCNo	Grandes, Paracópidas, Coprófagas y Nocturnas
6. <i>Eurysternus velutinus</i> , <i>E. foedus</i> , <i>E. caribaeus</i> .	GECD	Grandes, Endocópidas, Coprófagas y Diurnas
7. <i>Eurysternus cayennensis</i> , <i>E. plebejus</i> , <i>E. deplanatus</i>	PECD	Pequeñas, Endocópidas, Coprófagas y Diurnas
8. <i>Ontherus</i> spp.	GPaCCrNo	Grandes, Paracópidas, Coprófagas, Crepusculares/Nocturnos
9. <i>Onthophagus</i> spp.	PPaCNo	Pequeños, Paracópidas, Coprófagas y Nocturnos
10. <i>Oxysternon</i> spp.	GPaCD	Paracópidas, Coprófagas y Diurnas
11. <i>Sylvicanthon</i> spp.	PTeCCrNo	Pequeños, Telecópidas, Coprófagas, Crepusculares/Nocturnos

12. <i>Uroxys</i> spp.	PPaCCrNo	Pequeños, Paracópridos, Coprófagos y Crepusculares/Nocturnos
------------------------	----------	---

Tabla 8: Escarabajos estercoleros encontrados en los sitios de muestreo ubicados en los bosques piemontanos de la RBS.

	Payamino	Chontacocha	Verde Sumaco	Cascabel 2	PNSNG
<i>Amartinezus velutinus</i>	0	0	22	109	43
<i>Anomiopus sp1</i>	8	6	0	0	0
<i>Ateuchus sp1</i>	0	0	5	3	7
<i>Canthidium aurifex</i>	33	139	16	33	18
<i>Canthidium centrale</i>	6	0	3	22	3
<i>Canthidium sp3</i>	99	5	0	0	0
<i>Canthidium sp4</i>	0	2	10	10	
<i>Canthidium sp5</i>	0	1	0	11	4
<i>Canthon angustatus</i>	31	39	2	19	0
<i>Canthon aberrans</i>	0	0	2	4	0
<i>Canthon luteicollis</i>	200	260	127	183	48
<i>Canthon sp4</i>	19	31	0	0	0
<i>Canthon sp5</i>	3	5	0	0	0
<i>Canthon sp6</i>	0	35	1	0	0
<i>Coprophanaeus callegari</i>	0	0	2	1	0
<i>Coprophanaeus suderai</i>	0	1	0	0	0
<i>Coprophanaeus telamon</i>	46	83	23	68	17
<i>Cryptoncanthon campbellorum</i>	0	0	2	0	0
<i>Deltochilum amazonicum</i>	122	27	41	34	23
<i>Deltochilum barbipes</i>	0	0	10	15	4
<i>Deltochilum batesi</i>	2	3	0	0	0
<i>Deltochilum carinatum</i>	16	4	6	1	3
<i>Deltochilum howdeni</i>	274	131	385	86	53
<i>Deltochilum aff. howdeni</i>	7	11	0	0	0
<i>Deltochilum tessellatum</i>	3	0	0	0	0
<i>Dichotomius batesi</i>	180	466	28	140	4
<i>Dichotomius boreus</i>	0	0	6	10	0
<i>Dichotomius compresicollis</i>	0	0	0	2	0
<i>Dichotomius divergens</i>	0	0	0	81	14
<i>Dichotomius mamillatus</i>	473	299	134	146	56
<i>Dichotomius marginalis</i>	0	0	1	0	0
<i>Dichotomius ohausi</i>	0	0	49	87	4
<i>Dichotomius podalirius</i>	0	0	52	38	18
<i>Dichotomius aff. satanas</i>	2	0	0	0	0
<i>Dichotomius sp10</i>	4	13	0	0	0

<i>Dichotomius sp11</i>	1	0	0	0	0
<i>Dichotomius sp12</i>	4	0	0	2	0
<i>Dichotomius sp13</i>	0	0	4	5	0
<i>Dichotomius sp14</i>	0	0	3	0	0
<i>Dichotomius sp15</i>	0	0	1	0	0
<i>Eurysternus caribaeus</i>	282	267	11	155	69
<i>Eurysternus cayennensis</i>	238	327	321	132	96
<i>Eurysternus deplanatus</i>	5	4	3	0	0
<i>Eurysternus foedus</i>	28	111	26	3	0
<i>Eurysternus plebejus</i>	1	0	12	29	32
<i>Eurysternus velutinus</i>	133	52	8	1	0
<i>Ontherus aequatorius</i>	2	38	0	0	0
<i>Ontherus compressicornis</i>	0	0	0	5	34
<i>Ontherus diabolicus</i>	1	0	0	0	10
<i>Ontherus pilatus</i>	1	2	0	0	0
<i>Ontherus pubens</i>	0	0	0	63	6
<i>Ontherus sp7</i>	6	33	1	0	0
<i>Ontherus sp8</i>	0	2	0	0	0
<i>Ontherus trituberculatus</i>	0	0	0	16	9
<i>Onthophagus acuminatus</i>	83	21	4	0	0
<i>Onthophagus gatus</i>	0	0	4	0	0
<i>Onthophagus nyctopus</i>	1327	1160	178	1605	542
<i>Onthophagus sharpi</i>	1	2	0	0	0
<i>Onthophagus sp6</i>	0	1	0	0	0
<i>Onthophagus sp7</i>	2	1	0	0	0
<i>Onthophagus sp8</i>	0	3	8	0	0
<i>Onthophagus sp9</i>	1	4	2	88	0
<i>Onthophagus sp10</i>	7	107	0	0	0
<i>Onthophagus sp11</i>	3	1	0	0	0
<i>Onthophagus stochwelli</i>	0	0	1	0	0
<i>Onthophagus xanthomerus</i>	0	0	0	3	0
<i>Oxysternon conspicillatum</i>	120	15	15	32	8
<i>Oxysternon silenus</i>	118	162	12	51	3
<i>Phanaeus chalcomelas</i>	49	109	10	51	58
<i>Phanaeus haroldii</i>	17	31	6	24	0
<i>Pseudocanthon sp1</i>	0	0	3	0	0
<i>Scybalocanthon maculatus</i>	0	0	0	55	3
<i>Scybalocanthon trimaculatus</i>	5	0	0	0	1
<i>Scybalocanthon kastneri</i>	0	0	0	3	0
<i>Sylvicanthon bridarolii</i>	0	0	0	77	1
<i>Sylvicanthon candezei</i>	0	0	15	0	4
<i>Sylvicanthon sp3</i>	48	0	0	0	0
<i>Sylvicanthon sp4</i>	128	3	41	0	0
<i>Sylvicanthon sp5</i>	0	0	7	1	0
<i>Sylvicanthon sp6</i>	7	0	0	0	0
<i>Uroxys micros</i>	0	0	0	3	0
<i>Uroxys macrocularis</i>	1	0	3	0	0
<i>Uroxys sp3</i>	22	27	5	0	0

<i>Uroxys sp4</i>	6	0	0	0	0
<i>Uroxys sp5</i>	2	0	0	0	0
TOTAL n'	4177	4044	1631	3507	1195
TOTAL S'	50	44	48	44	49

13. ANEXOS



Anexo 1: Trampa de caída (coprotrampa pitfall), con cebo suspendido



Anexo 2: Ejemplo de disposición de transectos.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR**DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN**

Yo, Edgar Santiago Villamarín Cortez, C.I.: 1707330237, autor del trabajo de graduación intitulado: “Efectos de los asentamientos humanos en la diversidad funcional de escarabajos estercoleros (Scarabaeidae: Scarabaeinae) de la Reserva de Biósfera Sumaco”, previa a la obtención del grado académico de MAGISTER EN BIOLOGÍA DE LA CONSERVACIÓN, en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales:

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar al SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública, respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a difundir a través del sitio web de la Biblioteca de la PUCE el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de la Universidad.

Quito, 18 de diciembre de 2014

Lcdo. Santiago Villamarín-Cortez

C.I.: 1707330237