

Efecto del tamaño de la ronda hidráulica sobre las comunidades de escarabajos coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) en la cuenca media y baja del río Cesar, Colombia.

Jorge Luís Rangel-Acosta^{1,2}, Neis José Martínez-Hernández^{2,3}, Bleydis Paola Gutierrez-Rapalino¹, Luís Carlos Gutierrez-Moreno², Rafael Antonio Borja-Acuña²

¹Maestría en Biología, Universidad del Atlántico. Semillero de Investigación en Insectos (NEOPTERA) del Caribe colombiano. Programa de Biología, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad del Atlántico. Ciudadela Universitaria, Km 7- Vía Puerto Colombia. Barranquilla, Colombia. E-mail: rangelacosta@gmail.com

²Grupo de Investigación Biodiversidad del Caribe colombiano. Programa de Biología, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad del Atlántico. Ciudadela Universitaria, Km 7- Vía Puerto Colombia. Barranquilla, Colombia.

³Doctorado en Ciencias-Biología. Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá.

Resumen

RANGEL-ACOSTA JL, MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ NJ, GUTIERREZ-RAPALINO BP, GUTIERREZ-MORENO LC, BORJA-ACUÑA RA. 2016. Efecto del tamaño de la ronda hidráulica sobre las comunidades de escarabajos coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) en la cuenca media y baja del río Cesar, Colombia. ENTOMOTROPICA 31(15): 109-130.

Se analizó el efecto del tamaño de la ronda hidráulica de los bosques riparios en la comunidad de escarabajos coprófagos en dos hábitats (Potrero y Bosque), en cinco estaciones en la cuenca del Río Cesar (Colombia). Por hábitat se marcaron ocho puntos distanciados 50 m, colocándose en cada punto una trampa de caída cebada con excremento humano. Se capturaron 5 072 individuos agrupados en 11 géneros y 20 especies, de las cuales, las más abundantes fueron *Pseudocanthon perplexus* y *Onthophagus marginicollis*. Los fragmentos de bosque fueron más diversos que los potreros, mientras que los fragmentos de bosque con mayor ronda hidráulica fueron más diversos que los pequeños; demostrándose la respuesta de los Scarabaeinae a la fragmentación de los bosques tropicales.

Palabras clave adicionales: Cuenca, *Onthophagus marginicollis*, *Pseudocanthon perplexus*.

Abstract

RANGEL-ACOSTA JL, MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ NJ, GUTIERREZ-RAPALINO BP, GUTIERREZ-MORENO LC, BORJA-ACUÑA RA. 2016. The effect of the riparian buffer zone size on the dung beetles communities (Scarabaeidae: Scarabaeinae) in the middle and lower basin of the Cesar river, Colombia. ENTOMOTROPICA 31(15): 109-130.

The effect of the riparian buffer zone size in the dung beetles community, in two habitats (pasture and forest) at five stations in the Cesar River basin was analyzed. Eight points spaced 50 m each other were marked per habitat, standing at each of them pitfall traps baited with human feces. 5 072 individuals, grouped in 11 genera and 20 species were captured, of which the most abundant were *Pseudocanthon perplexus* and *Onthophagus marginicollis*. Forest fragments were more diverse than pastures, while forest fragments with higher riparian buffer zone were more diverse than small, showing the Scarabaeinae response to the tropical forest fragmentation.

Additional key words: Basin, *Onthophagus marginicollis*, *Pseudocanthon perplexus*.

Introducción

El río Cesar es una de las cuencas más importante en el departamento del Cesar. Nace en la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM) a una altura aproximada de 1 800 m. Este río, desde su nacimiento hasta su desembocadura, atraviesa los departamentos de la Guajira y Cesar, para su posterior finalización en la Ciénaga de la Zapatosa (Corpoguajira y Fundación Pro-SNSM 2010). La cuenca tiene una extensión de 1 776 900 hectáreas, de las cuales el 65 % (1 154 985 ha) pertenecen al departamento del Cesar y un 35 % (621 915 ha) al departamento de la Guajira (Corpoguajira y Fundación Pro- SNSM 2010). De acuerdo con Angulo y Rengifo (2004), Rivera y Gómez (2010), Corpocesar y Uniatlántico (2011), esta importante cuenca presenta problemas de contaminación de sus aguas a causa de los vertimientos de aguas residuales provenientes de las lagunas de oxidación y de los asentamientos humanos cercanos al río. Adicional a lo anterior, también presenta deforestación de los bosques ribereños para el establecimiento de áreas de cultivos (arroz y palma de aceite) y para pastoreo de ganado (Corpocesar y Uniatlántico 2011). Estas actividades suman en conjunto más del 80 % de la pérdida de los bosques riparios que se encuentran a lo largo de la cuenca (Corpocesar y Uniatlántico 2011). Estos fragmentos de bosques riparios juegan un papel importante, ya que contribuyen en la conservación de varias especies de animales (vertebrados e invertebrados), por ser sitios de forraje para especies acuáticas y terrestres; así como, refugio y hábitat de varias especies acuáticas en estados juveniles y adultos, durante las épocas de inundaciones (Gray et al. 2014, Viegas et al. 2014). Por otro lado, estos bosques riparios protegen la riberas de los ríos de los procesos de erosión y reducen la fuerza de las corrientes en tiempos de inundación, así como la disminución de la cantidad de nutrientes y sedimentos que transporta el cuerpo de agua (Keller et al. 1993, Trimble y Mendel 1995, Owens et al. 1996).

A pesar de los beneficios que los bosques riparios ofrecen, son uno de los ecosistemas pocos estudiados, ya que solo se conocen alrededor de 15 trabajos en este tipo de ecosistema, los cuales en su mayoría han sido realizados en el Neotrópico y Australia (Viegas et al. 2014). Estos estudios solo utilizan como grupos focales a vertebrados como la aves, reptiles y anfibios, dejando de lado a otros grupos taxonómicos como los insectos; los cuales también podrían aportar información importante sobre la ecología y funcionamiento de este tipo de formaciones boscosas (Viegas et al. 2014).

Aunque los bosques riparios son protegidos por las leyes gubernamentales colombianas, las cuales señalan que para los ríos, quebradas y ciénagas del país, se debe establecer una ronda hidráulica (ancho del bosque ripario destinado para la conservación) de 30 m a cada margen del río o cuerpos de agua (Decreto 2811, Artículo 83 del Ministerio de Agricultura de Colombia 1974), es común encontrar tramos de ríos en los cuales esta legislación no se cumple, como es el caso de los ríos Magdalena, Cauca y Cesar, entre otros; donde se ha observado que el bosque ripario es prácticamente nulo (*Obs. Per*). Debido a esta problemática, recientemente se han publicado trabajos que indican que rondas hidráulicas iguales o inferiores a 30 m no es suficiente para la conservación y que bosques riparios con una ronda hidráulica superior a 100 m, conservan un mayor número de especies animales y vegetales que aquellas que presentan anchos menores o iguales a 30 m (Keller et al. 1993, Lee et al. 2004, Gray et al. 2014, Viegas et al. 2014).

Para determinar si el tamaño de la ronda hidráulica y el establecimiento de zonas de pastoreo de ganado, tienen algún efecto en la conservación de la diversidad biológica a lo largo de los bosques ribereños, se hace necesaria la utilización de un grupo indicador que aporte información ecológica de sus comunidades y de aquellas con las cuales tienen una estrecha

relación, como es el caso de los coleópteros coprófagos de la subfamilia Scarabaeinae. De acuerdo con Halffter y Favila (1993), Favila y Halffter (1997), Spector (2006), Nichols et al. (2007), Gardner et al. (2008), este grupo taxonómico es uno de los más utilizados para evaluar los efectos de las transformaciones de los hábitats sobre la biodiversidad. Su importancia como indicador radica en que presentan algunas ventajas como: 1) son de fácil captura y existe un protocolo de muestreo estandarizado y de bajo costo; 2) son taxonómicamente bien conocidos; 3) presentan una amplia distribución geográfica; 4) sus patrones de riqueza y endemismos reflejan los patrones generales de biodiversidad en los ecosistemas y 5) son sensibles a alteraciones de sus hábitats, reflejándose en cambios en su riqueza y abundancia.

Por otro lado, trabajos encaminados a determinar los efectos de la fragmentación y pérdida de hábitat, han demostrado la fragilidad de este grupo de insectos a las modificaciones de su entorno (Estrada et al. 1998, Barbero et al. 1999, Montes de Oca 2001, Estrada y Cotes-Estrada 2002, Andresen 2003, 2008; Arellano et al. 2004, Feer y Hingrat 2005, Scheffler 2005, Reyes et al. 2007, Nichols et al. 2007, Estrada 2008, Gardner et al. 2008); lo que se ve reflejado en cambios en la composición de especies, bajos valores de riqueza, abundancia y la dominancia de pocas especies. Además, los efectos ocasionados por el establecimiento de sistemas productivos (cultivos y potreros) favorece la llegada de especies introducidas, las cuales presentan mayor adaptación a las nuevas condiciones ambientales y la explotación de nuevos recursos en estos sistemas (Howden y Nealis 1975, Klein 1989, Montes de Oca 2001, Escobar 2004).

Teniendo en cuenta lo anterior, se plantearon tres hipótesis respecto a los bosques riparios en la cuenca del río Cesar: 1. Los bosques riparios con mayor ronda hidráulica presentan un mayor número de especies y diversidad de escarabajos

coprófagos que aquellos que presentan menor tamaño. 2. Los bosques riparios presentan un mayor número de especies y diversidad de escarabajos coprófagos que los potreros adyacentes. 3. La comunidad de escarabajos coprófagos de los bosques y potreros de la cuenca varían temporalmente, presentándose mayores valores de riqueza y abundancia durante la época de lluvias.

Materiales y Métodos

Área de Estudio

El presente trabajo fue realizado en la cuenca media y baja del río Cesar, departamento del Cesar, Colombia (Figura 1). Esta zona forma parte de la región biogeográfica del Cinturón Árido Pericaribeño, distrito Ariguaní-César, según la clasificación de Hernández (1992) y de acuerdo a la clasificación de zonas de vida, el área corresponde a bosques ribereños (Holdridge 1978). El tipo de suelo es arcilloso-arenoso (ArA) y presenta un relieve plano con pocas pendientes. De acuerdo con los registros históricos, los meses que presentan la mayor precipitación corresponden a agosto y septiembre, con promedios que van desde 100 mm/mes hasta 580 mm/mes. Enero, febrero y marzo corresponden a los de menor precipitación, con valores que oscilan entre 0 mm/mes y 30 mm/mes. De acuerdo a los registros obtenidos, la temperatura promedio es de 28 °C, con pocas variaciones a lo largo del año, mientras que la humedad relativa promedio es de 63 %, con variaciones a lo largo del año dependiendo de las épocas (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia, IDEAM).

Sitios de muestreo

A lo largo de la cuenca media y baja del río Cesar fueron seleccionados cinco estaciones de muestreos, de las cuales tres están ubicadas en la parte media (Guacochito= GC, Puente Salguero= PS y Las Pitillas= LP) y dos en la parte baja de la cuenca (Rabo Largo=RL y

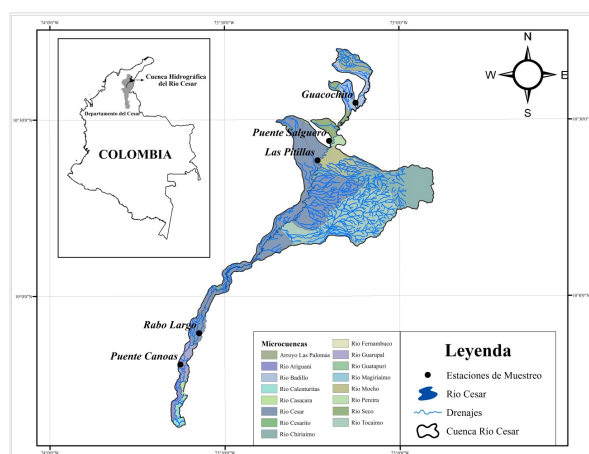


Figura 1. Localización de las estaciones de muestreo a lo largo de la cuenca media y baja del río Cesar, Colombia. (Mapa tomado de IGAC).

Puente Canoa=PC). En cada estación fueron seleccionados dos hábitats: Potrero (Pot) e interior de bosque (Bos). La distancia entre hábitats fue de 1,0 Km y la distancia entre estaciones osciló entre 6,0 Km y 71,0 Km (Figura 1). Cada uno de los bosques riparios presenta ronda hidráulica de tamaño diferente. En este caso, GC, PS y LP (ubicados en la parte media) presentan ronda hidráulica de 414 m, 150 m y 25 m, respectivamente, mientras que RL y PC (ubicados en la parte baja) presentan ronda hidráulica de 18 m y 25 m, respectivamente. La vegetación de estos bosques riparios está conformada principalmente por las familias Fabaceae, Malvaceae, Capparaceae, Polygonaceae, Salicaceae, Apocynaceae y Rubiaceae, de las cuales las tres primeras son las más abundantes. Por otro lado, las especies más representativas son *Senegalia riparia*, *Guazuma ulmifolia*, *Tabernaemontana amygdalifolia*, *Capparis baduica*, *Casearia corymbosa*, *Prosopis juliflora*, *Triplaris americana*, *Achatocarpus nigricans*, *Crateva tapia*, *Cassia grandis*, *Rauwolfia tetraphylla*, *Crescentia cujete* y *Psychotria carthagenensis*, siendo las dos primeras las más frecuentes.

Métodos de muestreo y técnicas de captura

Entre enero y septiembre de 2011, se realizaron cinco muestreos en cada hábitat (Pot y Bos), para un total de 10 faenas de campo en cada estación, con el fin de abarcar los meses de mayor y menor precipitación (época de lluvias y seca, respectivamente). En cada hábitat se realizó un transecto lineal de 455 m, donde se marcaron ocho puntos distanciados 65 m y en cada uno se instaló una trampa pitfall (trampa de caída) con algunas modificaciones descritas por Martínez et al. (2009). Las trampas fueron cebadas con 25 g de excremento humano envuelto en gasa y fueron enterradas hasta el borde del recipiente plástico a ras de suelo y se le adicionó un cuarto de su capacidad con solución detergente y alcohol al 70 %. Las trampas permanecieron en campo durante 24 horas. Por otro lado, en cada punto se midieron variables ambientales como humedad, temperatura ambiente y temperatura del suelo. También se tuvieron en cuenta los datos de precipitación, los cuales fueron suministrados por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM).

Las muestras recolectadas fueron lavadas, preservadas y rotuladas de acuerdo con las indicaciones de Villareal et al. (2006). Las determinaciones hasta nivel de género fueron realizadas con las claves taxonómicas propuesta por Medina y Lopera (2000), Vaz-de-Mello y Edmonds (2007), Vaz-de-Mello et al. (2011) y hasta nivel de especies con las claves propuestas por Kohlmann y Solís (1997, 2001), Vitólo (2000), Solís y Kohlmann (2002, 2004), Delgado y Kohlmann (2007), Génier (2009), González et al. (2009), Edmonds y Zidek (2010). La confirmación de las especies se realizó con la colección entomológica del Instituto de Investigaciones Alexander von Humboldt (IAvH). Los Ejemplares de cada especie reposan en la colección de referencia de la Universidad del Atlántico (UARC).

Análisis de los datos

La riqueza se determinó como el número de especies y la abundancia como el número de individuos recolectados por trampa, hábitats, muestreos y estación. Para estimar la representatividad de los muestreos en el área de estudio y establecer comparaciones a nivel de riqueza y la diversidad entre los hábitats, entre épocas y entre fragmentos de bosque con diferentes ronda hidráulica, se utilizó la metodología propuesta por Chao et al. (2014), la cual utiliza la serie de los números de Hill ($q=0$ riqueza de especies, $q=1$ especies comunes, $q=2$ especies muy abundantes) para realizar rarefacción y extrapolación de las muestras para hacer comparaciones a igual cobertura y completitud de estas. El análisis fue realizado con el script *iNEXT* (Interpolación y Extrapolación) para R Studios (Chao et al. 2014) y desarrollado con el programa R versión 3.1.1 (R Development Core Team 2014). Los coleópteros capturados fueron separados en tres grupos, según la relocalización del alimento, teniendo en cuenta lo propuesto por Halffter y Favila (1993), Favila y Halffter (1997): rodadores (**R**), cavadores (**C**) y residentes o endocopridos (**E**) y según el tamaño en pequeños (**P**) (menor a 10 mm) y grandes (**G**) (mayor a 10 mm) según lo descrito por Escobar (2004). Se realizó un análisis de escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) para la relación de similitud entre los bosques riparios con distinta ronda hidráulica, entre hábitats y entre las épocas de muestreo, con la ayuda del programa PRIMER 6.0. Previamente, los datos de abundancia fueron transformados a logaritmo $\ln(x+1)$ para contrarrestar el peso de las especies más dominantes, pero sin disminuir su importancia y posteriormente se ordenaron con base en el índice de similitud de Bray-Curtis con el programa PRIMER-6.0 (Clarke y Warwick 2001). Con el fin de corroborar lo mostrado en la rutina *iNEXT* y estimar si hay diferencias en los patrones observados en el nMDS, se realizó un ANOSIM (Análisis de similitud)

con diseño a una vía (Clarke y Warwick 2001). Por otro lado, considerando a las especies que aportaron más del 10 % de la abundancia total, se determinaron las especies que tipificaron o caracterizaron los hábitats y las épocas según su abundancia (rutina SIMPER-porcentajes de similitudes-PRIMER 6.0). Para determinar en qué medida las variables abióticas (humedad ambiental, temperatura ambiental y del suelo y precipitación) pueden estar explicando la variación de la composición y estructura de los escarabajos copronecrófagos a lo largo de la cuenca media y baja de río Cesar, se empleó un análisis de correspondencia canónica (ACC) con ayuda del programa R y los paquetes MASS (Venables y Ripley 2002) y VEGAN (Oksanen et al. 2009).

Resultados

Se capturaron 5 072 individuos agrupados en 11 géneros y 20 especies (Cuadro 1 y Cuadro 2). El género que presentó mayor riqueza fue *Canthon* Hoffmannsegg, (1817) con seis especies, lo que corresponde al 30 % de la riqueza capturada. Las especies más abundantes fueron *Pseudocanthon perplexus* (Le Conte, 1847) con 1 852 individuos y *Onthophagus marginicollis* (Harold, 1880) con 781 individuos. Estas especies en conjunto aportaron el 52 % de la abundancia total capturada para el área de estudio. La especie *P. perplexus* presentó su mayor pico de abundancia (717 individuos) en la estación LP en el interior del fragmento, mientras que *O. marginicollis* fue la más abundante (138 individuos) en el potrero de la misma estación. Ambos picos de abundancias de estas especies se presentaron durante la época de lluvias (Cuadro 2). Las especies menos abundantes fueron *Dichotomius* sp 03 H, *Canthon cyanellus* (Harold, 1863), *Deltachilum guildingii* (Westwood, 1835) y *Malagioniella astyanax* (Olivier, 1789), las cuales no superaron los diez individuos y solo aportaron 0,41 % de la abundancia total capturada para el área de estudio (Cuadro 1 y Cuadro 2).

Cuadro 1. Riqueza, abundancia, diversidad y gremio funcional por hábitat de los escarabajos coprófagos en la cuenca media y baja del río Cesar, Cesar-Colombia durante la época seca. Guacochito (GC), Puente Salguero (P.S), Las Pitillas (L.P), Rabo Largo (R.L), Puente Canoa (P.C), Interior de Bosque (Bos), Potrero (Pot), Cavador (C), Rodador (R), Endocoprido (E), Pequeño (P), Grande (G) y Gremios (Gre)

Especies/ Estaciones de muestreo	Época seca										Total	Gremios
	Guacochito		Puente Salguero		Las Pitillas		Rabo Largo		Puente Canoa			
	Bos	Pot	Bos	Pot	Bos	Pot	Bos	Pot	Bos	Pot		
<i>Canthidium</i> sp 01 H	25	4	26	1	4	0	1	0	3	0	64	P.C
<i>Canthon cyanellus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	P.R
<i>Canthon juvencus</i>	21	8	3	12	3	0	0	0	7	2	56	P.R
<i>Canthon lituratus</i>	2	0	0	45	0	2	2	0	0	0	51	P.R
<i>Canthon</i> aff. <i>morsei</i>	43	1	37	1	3	0	0	0	0	0	85	P.R
<i>Canthon mutabilis</i>	1	5	4	29	0	0	1	0	2	2	44	P.R
<i>Canthon septemmaculatus</i>	7	0	0	0	0	0	0	0	3	2	12	P.R
<i>Deltochilum guildingii</i>	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	4	G.R
<i>Digintonthophagus gazella</i>	0	2	1	10	28	32	0	31	0	0	104	G.C
<i>Eurysternus impresicollis</i>	11	0	5	0	0	0	0	0	0	0	16	P.Res
<i>Eurysternus mexicanus</i>	9	0	1	0	1	0	0	0	0	0	11	G.Res
<i>Malagoniella astyanax</i>	6	0	1	0	0	0	0	0	0	0	7	G.R
<i>Onthophagus lebasii</i>	8	0	1	0	1	0	0	0	0	0	10	P.C
<i>Onthophagus marginicollis</i>	27	1	21	13	123	67	1	50	34	32	369	P.C
<i>Pseudocanthon perplexus</i>	131	23	33	107	61	38	3	1	39	0	436	P.R
<i>Uroxys boneti</i>	78	0	4	0	4	0	24	0	5	0	115	P.C
<i>Uroxys deavilai</i>	54	0	4	0	4	0	0	0	0	0	62	P.C
Número de especies (q0)	15	7	14	8	10	4	6	3	8	4	17	
Número de individuos	424	44	144	218	232	139	32	82	95	38	1448	
Número de especies comunes (q1)	8,11	4,16	7,32	4,31	3,71	3,02	2,54	2,06	4,31	1,84		
Número de especies muy abundantes (q2)	5,96	3,02	5,65	3,22	2,73	2,77	1,73	1,94	3,25	1,39		

De acuerdo con el análisis de la cobertura del muestreo (*iNEXT*) para el área de estudio, se capturó un 100 % de las especies esperadas, tanto para potreros como interior del bosque. Este comportamiento fue similar para la época de lluvias y la época seca en ambos hábitats. Resultados similares fueron registrados con el estimador no paramétrico Chao 1, con el cual se estimó 20 especies de escarabajos coprófagos para la cuenca media y baja del río Cesar.

Con el análisis *iNEXT*, se determinó que la riqueza y diversidad de escarabajos coprófagos fue mayor en los fragmentos de bosque que en los

potreros independientemente de las épocas para cada uno de los números efectivos de especies ($q=0$, $q=1$ y $q=2$) (Figura 2A). En términos de riqueza ($q=0$), el mayor valor (16,74 especies efectivas) se observó para los bosques durante la época seca y el menor (9 especies efectivas) se presentó en el potrero durante la misma época. La diversidad en términos de $q=1$ y $q=2$, fue mayor en los bosques durante la época seca con 8,20 y 4,38 especies efectivas, respectivamente, mientras que el menor valor de especies efectivas para $q=1$ (4,99) y $q=2$ (4,19) se presentó durante la época de lluvias para los potreros

Cuadro 2. Riqueza, abundancia, diversidad y gremio funcional por hábitat de los escarabajos coprófagos en la cuenca media y baja del río Cesar, Cesar-Colombia durante la época de lluvias. Guacochito (GC), Puente Salguero (P.S), Las Pitillas (L.P), Rabo Largo (R.L), Puente Canoa (P.C), Interior de Bosque (Bos), Potrero (Pot), Cavador (C), Rodador (R), Endocoprido (E), Pequeño (P), Grande (G) y Gremios (Gre).

Especies/ Estaciones de muestreo	Época de lluvia										Total	Gremios
	Guacochito		Puente Salguero		Las Pitillas		Rabo Largo		Puente Canoa			
	Bos	Pot	Bos	Pot	Bos	Pot	Bos	Pot	Bos	Pot		
<i>Canthidium</i> sp 01 H	59	11	57	3	23	0	1	0	22	7	183	P.C
<i>Canthon cyanellus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	P.R
<i>Canthon juvencus</i>	3	0	4	1	18	1	0	1	214	0	242	P.R
<i>Canthon lituratus</i>	1	31	30	20	0	1	0	0	0	0	83	P.R
<i>Canthon</i> aff. <i>morsei</i>	49	0	62	0	0	0	1	0	86	0	198	P.R
<i>Canthon mutabilis</i>	1	41	1	263	4	15	0	13	9	14	361	P.R
<i>Canthon septemmaculatus</i>	1	31	1	0	0	0	0	0	42	100	175	P.R
<i>Coprophanaeus gamezi</i>	12	1	2	0	11	6	0	1	4	2	39	G.C
<i>Deltochilum guildingii</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	4	G.R
<i>Dichotomius</i> sp 03 H	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	G.C
<i>Dichotomius</i> aff. <i>agenor</i>	6	0	52	9	45	10	0	0	2	0	124	G.C
<i>Digintonthophagus gazella</i>	0	5	1	7	0	0	0	0	0	0	13	G.C
<i>Eurysternus impresicollis</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	P.Res
<i>Malagoniella astyanax</i>	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	G.R
<i>Onthophagus lebasii</i>	2	0	0	0	5	0	0	0	0	0	7	P.C
<i>Onthophagus marginicollis</i>	0	40	17	93	43	138	8	30	7	36	412	P.C
<i>Pseudocanthon perplexus</i>	28	39	15	69	717	344	19	29	147	9	1416	P.R
<i>Uroxys boneti</i>	14	0	0	0	0	0	18	1	18	0	51	P.C
<i>Uroxys deavilai</i>	288	0	15	0	1	0	6	0	0	0	310	P.C
Número de especies (q0)	16	8	12	8	11	7	6	6	11	7	19	
Número de individuos	469	199	257	465	869	515	53	75	552	170	3624	
Número de especies comunes (q1)	3,96	6,2	6,88	3,48	2,16	2,4	4,12	3,35	5,13	3,44		
Número de especies muy abundantes (q2)	2,44	5,76	5,76	2,60	1,45	1,92	3,56	2,94	3,93	2,48		

(Figura 2A). Al realizar las comparaciones de este análisis con los intervalos de confianza al 95 %, se determinó que para los diferentes valores de q (0, 1 y 2) entre bosques y potreros existen diferencias significativas, ya que los intervalos de confianza no se traslapan (Figura 2A). Sin embargo, las comparaciones entre los bosques durante ambas épocas no mostraron diferencias en la riqueza (q= 0); caso diferente sucedió para la diversidad (q= 1 y q= 2), donde se encontraron diferencias, siendo más alta la diversidad durante

la época seca. En cuanto a los potreros, no se encontraron diferencias entre los valores de q (0, 1 y 2) (Figura 2A).

Con respecto a los hábitats entre las estaciones de muestreo, los cálculos realizados demuestran que los fragmentos de bosque de la cuenca media con mayor ronda hidráulica presentaron mayor riqueza de especies efectivas (GC= 16,12 y PS= 14,81); mientras que los menores valores fueron observados para los bosques ubicados en la cuenca baja, los cuales tienen menor tamaño

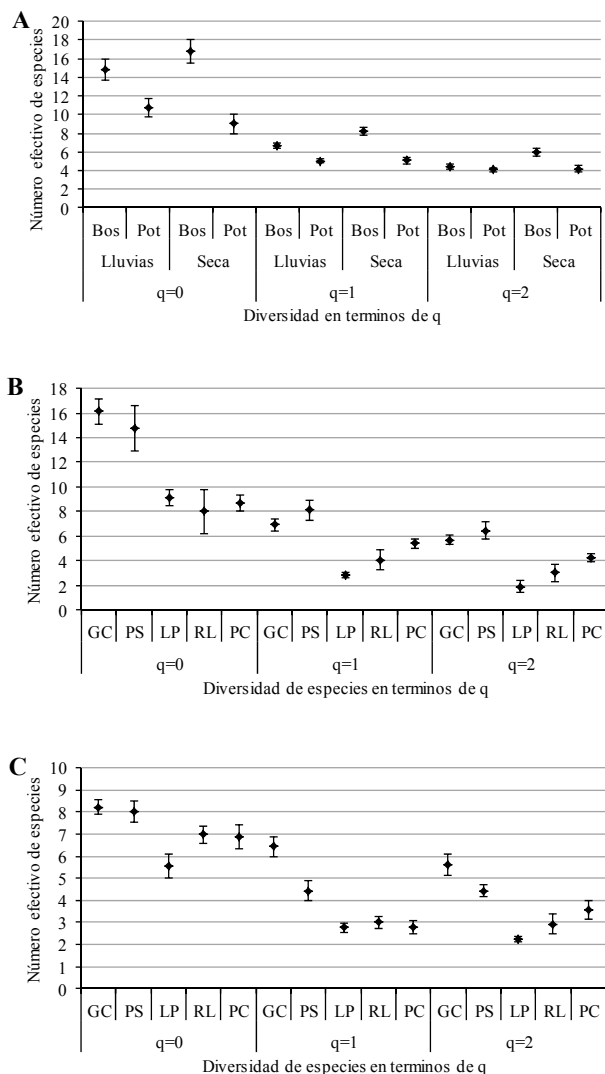


Figura 2. Análisis de la diversidad en términos de $q=0$, $q=1$ y $q=2$ (*iNEXT*) a lo largo de la cuenca media y baja del río Cesar, Colombia. A nivel de Épocas (A), Bosques (B) y Potreros (C). Abreviaturas: Guacochito (GC), Puente Salguero (PS), Las Pitillas (PL), Rabo Largo (RL), Puente Canoa (PC), Bosque (Bos) y Potrero (Pot).

de ronda hidráulica, siendo el fragmento RL el que presentó el valor más bajo (8 especies efectivas) (Figura 2B). Similar situación fue observada para la diversidad ($q=1$ y $q=2$), donde los mayores valores fueron observados para los fragmentos de bosque de GC y PS y los menores para aquellos con menor ronda hidráulica, siendo el fragmento LP el menos diverso en términos de $q=1$ y $q=2$ (Figura 2B).

Las comparaciones a través de los intervalos de confianza del 95 %, demostraron que la riqueza y la diversidad de especies no presentaron diferencias entre los bosques con igual tamaño de ronda hidráulica, pero sí entre aquellos que tienen diferente tamaño (Figura 2B).

Para el caso de los potreros, en términos de $q=0$, la estación GC y PS (cuenca media) fueron los que presentaron mayor número efectivo de especies con 8,22 y 8,04, respectivamente, y la menor para el potrero LP con 5,57 especies efectivas (Figura 2C). Hay que destacar que los potreros de GC y PS no presentaron diferencias en cuanto a la riqueza de especies, pero si presentaron diferencias con los potreros de las estaciones de la cuenca baja (RL y PC) y uno de la cuenca media (LP) (Figura 2C).

Con respecto a las especies comunes ($q=1$) y muy abundantes ($q=2$), los mayores valores fueron observados para el potrero de GC ($q=1=6,42$ y $q=2=5,60$ especies efectivas) y los menores para la estación de LP ($q=1=2,75$ y $q=2=2,22$). Al realizar las comparaciones, se registraron resultados similares a los observados para $q=0$, donde se demuestra que los potreros de las estaciones de la cuenca media presentan diferencias con los potreros de las estaciones de la cuenca baja. Estos datos también demuestran que los potreros de la cuenca baja no presentan diferencias entre ellos para $q=1$ y $q=2$ (Figura 2C).

Con el análisis de escalamiento multidimensional no métrico (nMDS), se demostró la formación de dos grupos: uno formado por potreros y otro formado por los fragmentos de bosque, con un *stress* de 0,16 (Figura 3). Los fragmentos de bosque presentaron mayor similitud entre ellos durante la época de lluvias, siendo más similares los bosques con mayor ronda hidráulica. Para el caso de los potreros, se observó que independientemente de la época, forman un grupo con mayor similitud entre ellos, con excepción del potrero en GC (Figura 3). También se observó una mayor similitud

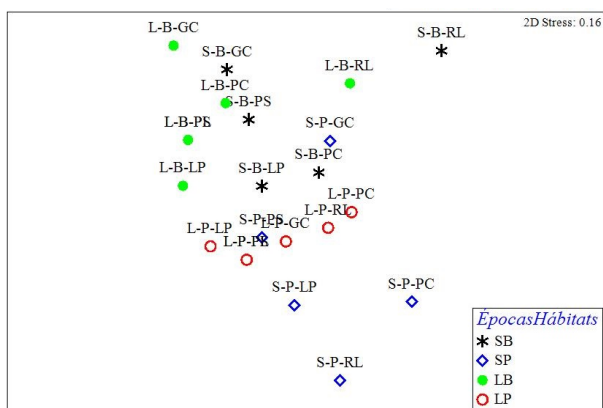


Figura 3. Análisis de escalamiento multidimensional (nMDS) realizado para las épocas de muestreos, estaciones y hábitats a lo largo de la cuenca media y baja del río Cesar, Colombia, con el índice de similitud de Bray-Curtis. Los datos de abundancia fueron transformados a Log (x+1). Abreviaturas: Bosque (B), Potrero (P), Lluvias (L), Seca (S), Guacochito (GC), Puente Salguero (PS), Las Pitillas (PL), Rabo Largo (RL) y Puente Canoa (PC).

entre los bosques con menor ronda hidráulica (RL, PC y LP) y los potreros (Figura 3).

Los resultados encontrados con *iNEXT*, son similares a los calculados con la prueba de similitud ANOSIM, donde se determinó que existen diferencias en la estructura de la comunidad de escarabajos coprófagos entre la parte media y baja de la cuenca del río Cesar ($R=0,073$; $p=0,006$), así como entre épocas de muestreos ($R=0,183$; $p=0,001$), entre estaciones ($R=0,152$; $p=0,001$) y entre potreros y bosques ($R=0,36$; $p=0,001$). Las comparaciones entre los bosques de las estaciones demuestran que los fragmentos de la cuenca media con mayor ronda hidráulica (GC y PS) presentan diferencias con los bosques de la cuenca baja, pero no presentan diferencias entre ellos ($R=0,14$; $p=0,135$). Por otro lado, se determinó que no hay diferencias entre los potreros, con excepción de las comparaciones entre los potreros de las estaciones de PS y PC ($R=0,369$; $p=0,024$) y LP y PC ($R=0,513$; $p=0,024$) (Cuadro 3).

Con la rutina de similitud (SIMPER), se demostró que de las 20 especies encontradas en

este estudio, 12 tipifican las estaciones y hábitats. Especies como *C. mutabilis* y *O. marginicollis*, independientemente de las épocas, caracterizan a los potreros (Cuadro 4 y 5), caso contrario sucede con *P. perplexus* y *D. gazella*, de las cuales, la primera solo aparece en la época de lluvias, caracterizando todas las estaciones y hábitats de la parte media y baja de la cuenca y la segunda solo aparece en la época seca en los potreros (Cuadro 4 y 5). Por otro lado, especies como *C. aff. morsei*, *U. deavilai*, *U. boneti*, y *C. gamezi* solo fueron observadas tipificando fragmentos. De estas especies, las tres primeras caracterizan ambas épocas y solo *C. gamezi* aparece durante la época de lluvias. Otras especies como *Canthidium* sp1 y *C. juvencus* tipifican los dos hábitats en ambas épocas de muestreo (Cuadro 4 y 5).

Con el Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) se determinó que las variables ambientales explican el 70,74 % de la variación de la comunidad de escarabajos coprófagos. Lo anterior se encuentra representado en tres ejes canónicos, de los cuales el primero explica un 38,47 %, el segundo un 27,8 % y el tercero un 18,9 %; determinándose con el análisis de varianza (ANOVA) realizado al ACC, que la variación observada en los dos primeros ejes es estadísticamente significativa ($F=1,551$; $p=0,025$). Al realizar este análisis a los ejes del ACC y a las variables utilizadas, se demostró que la variación explicada tanto en el eje 1 ($F=2,386$; $p=0,005$) como en el 2 ($F=1,724$; $p=0,030$) son estadísticamente significativas ($p<0,05$). Las variables que más aportan a la variación son humedad ambiente (0,462) y temperatura del suelo (-0,553) en el eje uno, mientras que en el dos es la precipitación (-0,894). Con el análisis de varianza (ANOVA) se determinó que las variables que pueden explicar un cambio significativo en la variación del ensamblaje de los escarabajos en la cuenca del río Cesar, son humedad del ambiente ($F=1,993$; $p=0,006$) y temperatura del suelo ($F=1,606$; $p=0,042$). Con

Cuadro 3. Resultados de la prueba de similitud (ANOSIM).

Comparaciones	Bosque		Potrero	
	Estadístico R	Nivel de significancia (p)	Estadístico R	Nivel de significancia (p)
Guacochito, Puente Salguero	0,14	0,135	-0,078	0,651
Guacochito, Las Pitillas	0,504	0,024	0,226	0,063
Guacochito, Rabo Largo	0,597	0,008	-0,038	0,563
Guacochito, Puente Canoa	0,475	0,024	0,269	0,071
Puente Salguero, Las Pitillas	0,1	0,198	0,072	0,263
Puente Salguero, Rabo Largo	0,484	0,008	0,031	0,373
Puente Salguero, Puente Canoa	0,325	0,048	0,369	0,024
Las Pitillas, Rabo Largo	0,322	0,048	0,066	0,286
Las Pitillas, Puente Canoa	0,069	0,325	0,513	0,024
Rabo Largo, Puente Canoa	0,333	0,029	0,214	0,114

este análisis también se observó que especies como *C. cyanellus*, *E. impresicollis*, *E. mexicanus*, *M. astyanax*, *O. lebasii*, *U. boneti*, se encuentran asociados a hábitats de bosques, donde la temperatura ambiental y la temperatura del suelo, son inferiores en comparación con las de los potreros. Sin embargo, especies como *C. lituratus* y *C. mutabilis* se ven poco afectados por estas variables, ya que están asociados a potreros en ambas épocas del estudio (Figura 4).

Por último, con respecto a los gremios tróficos, se encontró que no existen diferencias en la composición a lo largo de la cuenca (ANOSIM, $R=0,364$; $p=0,333$). Sin embargo, se observó, que independientemente de las épocas de muestreo, las estaciones y el hábitat, las especies pequeñas cavadoras y pequeñas rodadoras dominan sobre los demás gremios. Este comportamiento es observado tanto para la riqueza como para la abundancia (Figura 5A, 5B). Con este análisis también se registró que la presencia de las especies grandes cavadoras aparecen en bajo número de individuos durante la época seca, pero aumenta su riqueza y abundancia durante la época de lluvias (Figura 5A, 5B). El gremio de los grandes y pequeños residentes se observó restringido solamente a las estaciones GC y PS

en el hábitat de bosque, con mayores valores de riqueza y abundancia durante la época seca (Figura 5A, 5B).

Discusiones

El número de géneros y especies señaladas en este estudio, corresponde al 31,5 % y 7,1 % de los descritos por Medina et al. (2001) para Colombia. A escala regional, se capturó entre el 22 y 26,3 % de las especies señaladas por Noriega et al. (2013) y Barraza y Martínez (2012), respectivamente. A escala local, este estudio supera por dos especies al trabajo realizado por Pérez y Erazo (2008) y presenta una menos que el realizado por Delgado-Gómez et al. (2012), trabajos que fueron desarrollados en fragmentos de bosque seco tropical (BST) del departamento del Cesar. Estas 20 especies registradas, corresponden al 52 % de las 38 especies indicadas por Noriega et al. (2013) para este departamento, en la sinopsis de Scarabaeinae para el BST del Caribe colombiano. Por otra parte, si se compara este trabajo con otros realizados en otros ecosistemas como el bosque seco, el porcentaje de captura corresponde entre el 57 % y 100 % de la riqueza descrita para los departamentos del Magdalena, Atlántico y Sucre por Martínez et al. (2009,

Cuadro 4. Porcentajes de similaridad (SIMPER) de especies que caracterizan a la época seca, los hábitats y las estaciones en la cuenca media y baja del río Cesar, Cesar-Colombia.

Especies	Época seca										
	GC		PS		LP		RL		PC		
	Bos	Pot	Bos	Pot	Bos	Pot	Bos	Pot	Bos	Pot	
<i>Canthidium</i> sp 01 H					21,8						
<i>Canthon juvencus</i>			16,7		21,8				11,6	20	
<i>Canthon</i> aff. <i>morsei</i>	31,6		50,0								
<i>Canthon mutabilis</i>		37,9	16,7	27,9							
<i>Digintonthophagus gazella</i>		62,1		72,1		50,0					
<i>Onthophagus marginicollis</i>						50,0	100	100	40	80	
<i>Pseudocanthon perplexus</i>					21,8					30	
<i>Uroxys boneti</i>	28,9				34,6					18	
<i>Uroxys deavilai</i>	25,4		16,7								
Similaridad promedio (%)	40,1	21,8	28,7	21,8	27,1	48,4	15,8	15,8	56,8	74	

Cuadro 5. Porcentajes de similaridad (SIMPER) de especies que caracterizan a la época de lluvias, los hábitats y las estaciones en la cuenca media y baja del río Cesar, Cesar-Colombia.

Especies	Época de lluvias										
	GC		PS		LP		RL		PC		
	Bos	Pot	Bos	Pot	Bos	Pot	Bos	Pot	Bos	Pot	
<i>Canthidium</i> sp 01 H	16,6		20,6						10,8	23,2	
<i>Canthon juvencus</i>									18,6		
<i>Canthon</i> aff. <i>morsei</i>	15,4		20,7						23,1		
<i>Canthon mutabilis</i>		17,7		48,4				35,1			
<i>Canthon septemmaculatus</i>											32,6
<i>Coprophanaeus gamezi</i>	10,1										
<i>Dichotomius</i> aff. <i>agenor</i>			26,0		18,0	11,6					
<i>Onthophagus marginicollis</i>		26,4		19,6	17,8	33,6					44,2
<i>Pseudocanthon perplexus</i>	17,7	30,4	13,0	16,3	42,6	48,7	53,0	64,9	24,3		
<i>Uroxys boneti</i>	11,0						47,0				
<i>Uroxys deavilai</i>	24,4		13,0								
Similaridad promedio (%)	68,1	56,8	48,2	39	64,8	71,4	56,2	53,6	64,8	53,0	

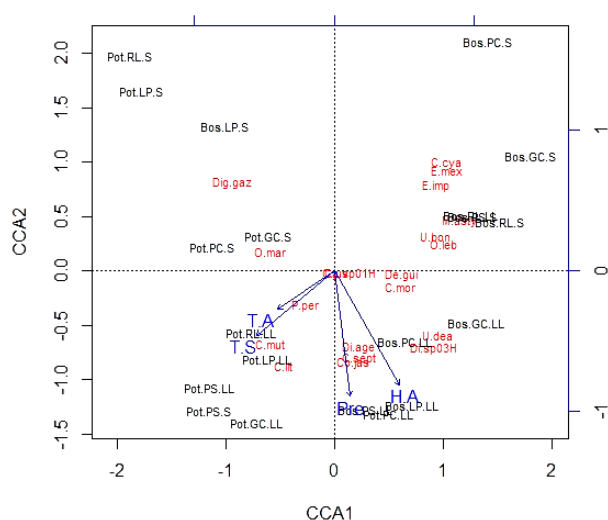


Figura 4. Análisis de correspondencia canónica (ACC) realizado entre las abundancias de especies de escarabajos coprófagos y las variables ambientales medidas en las estaciones y hábitats de la cuenca media y baja del río Cesar. Abreviaturas: Bosque (Bos), Potrero (Pot), Lluvias (L), Seca (S), Temperatura del suelo (T.S), Temperatura ambiente (T.A) Humedad ambiente (H.A), precipitación (Pre), *Pseudocanthon perplexus* (P. per), *Onthophagus marginicollis* (O. mar) *Canthon mutabilis* (C. mut), *Canthon juvenicus* (C. juv), *Canthon aff. morsei* (C. mor), *Canthon septemmaculatus* (C. sept), *Canthon lituratus* (C. lit), *Canthidium sp 01 H* (Ca. sp1), *Uroxys boneti* (U. bon), *Uroxys deavilai* (U. dea), *Dichotomius aff. agenor* (D. age) y *Digintonthophagus gazella* (Dig. gaz).

2010a, 2010b), Barraza et al. (2010), Navarro et al. (2011a, 2011b), Solís et al. (2011) y Rangel et al. (2012). Esta situación evidencia que, a pesar de lo fuerte que han sido los procesos de fragmentación y la reducción de las áreas boscosas para el establecimiento de zonas de cultivos y ganadería en la cuenca media y baja del río Cesar, hay parches de bosques como GC y PS que aún mantienen una parte de la fauna de escarabajos coprófagos de este departamento y de la región Caribe Colombiana.

La mayor riqueza del género *Canthon* se debe a que su centro de origen fue el norte y el sur de América, desde donde se expandieron y de ahí su afinidad con los bosques secos del norte de Suramérica (Halffter 1974, Rivera-Cervantes y Halffter 1999, Padilla-Gil y Halffter 2007). Lo

anterior coincide con lo indicado para las zonas bajas de la región Caribe por Jiménez et al. (2008), Martínez et al. (2009, 2010a), Navarro et al. (2011a, 2011b), Solís et al. (2011), Rangel et al. (2012) y Delgado-Gómez et al. (2012), quienes señalan que este género representa entre el 21 % y 42 % de la riqueza total capturada.

Los altos valores de *P. perplexus* y *O. marginicollis* se debe a que estas especies son comunes en los bosques secos, con mayor presencia hacia las áreas perturbadas cuando aparecen las lluvias (Delgado-Gómez et al. 2012). Es probable que la estacionalidad de *P. perplexus* y su afinidad a áreas perturbadas esté relacionada con su época de reproducción y con la consecución de recursos, ya que en ciertas zonas que han sido alteradas por la presencia humana, hay mayor disponibilidad de recursos provenientes de mamíferos introducidos y carroña. Esta situación es también señalada por Blume (1982), Yanes-Gómez y Morón (2010), Trevilla-Rebollar et al. (2010), Basto-Estrella et al. (2012); los cuales han encontrado a esta especie en áreas abiertas y bosques perturbados, haciendo uso de recursos como excremento de ganado vacuno, equino y porcino; así como su captura en necro-trampas y en cadáveres de vaca y otros roedores. Para el caso de *O. marginicollis*, Barraza et al. (2010), Blanco y Rangel (2010) y Navarro et al. (2011b), la registran con altos picos de abundancia para zonas abiertas como potreros, cultivos y bordes de bosque durante la época de lluvias; debido a que presenta una sincronización de su ciclo reproductivo con la precipitación y otros parámetros (humedad del suelo, humedad ambiental, temperatura de suelo, temperatura ambiente y cobertura vegetal), que están estrechamente relacionados con las lluvias (Blanco y Rangel 2010). Por otro lado, su presencia tanto en sitios abiertos como cerrados obedece a su capacidad generalista al momento de consumir diversos recursos (excremento de cerdo, vaca, mono aullador y humano) para nidificación o alimentación (Escobar 1997,

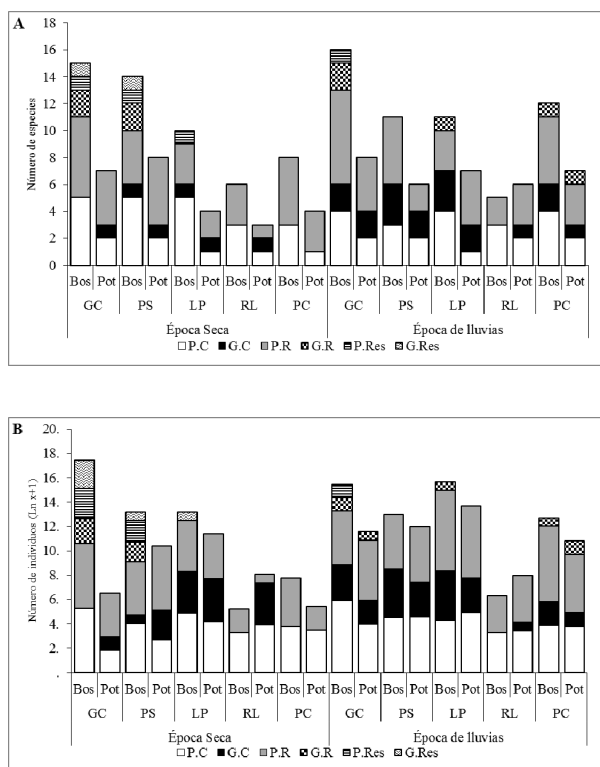


Figura 5. Variación espacio-temporal de la riqueza (A) y abundancia (B) de los gremios funcionales de Scarabaeinae, según los hábitos de relocalización del alimento a lo largo de la cuenca media y baja del río Cesar, Colombia. Los datos de abundancia fueron transformados a $(\ln x + 1)$. Abreviaturas: Pequeño Rodador (P. R), Gran Rodador (G. R), Pequeño Cavador (P. C), Gran Cavador (G. C), Pequeño Residente (P. Re), Gran Residente (G. Re), Bosque (Bos), Potrero (Pot), Lluvias (Ll), Seca (S), Guacochito (GC), Puente Salguero (PS), Las Pitillas (PL), Rabo Largo (RL) y Puente Canoa (PC).

Bustos-Gómez y Lopera 2003, Rangel et al. 2012).

La baja abundancia de especies como *Dichotomius* sp 03 H, *C. cyanellus*, *D. guildingii* y *M. astyanax*, puede estar asociada a la reducción en los tamaños de los parches de bosques, los cuales al ser pequeños, alojan bajas poblaciones de mamíferos nativos que aportan el recurso para estos escarabajos coprófagos (Corpocesar y Uniatlántico 2011). En particular, esta situación es más notable para estas especies de gran tamaño, debido a que requieren de una mayor cantidad de recursos y al no haber quién

se lo proporcione, sus abundancias comienzan a descender paulatinamente. Esta situación difiere a la encontrada en estudios realizados en el interior de parches de BST, de mayor tamaño, en la costa Caribe, donde se indican valores más altos en el número de individuos de estas especies que los encontrados en este estudio (Martínez et al. 2009, 2010a; Barraza et al. 2010, Blanco y Rangel 2010, Navarro et al. 2011a, 2011b; Delgado-Gómez et al. 2012, Rangel et al. 2012). Es posible que de seguir esta situación, algunas de estas especies puedan desaparecer de la cuenca de este río, ya que en algunas estaciones (RL y PC) estas especies no se encontraron.

Las diferencias en la riqueza y diversidad entre los hábitats de bosque y potrero, independientemente de las épocas de muestreo, se debe a la poca tolerancia que tienen varias especies de escarabajos coprófagos a colonizar hábitats abiertos, donde las condiciones ambientales son más cambiantes, por la falta de cobertura vegetal, así como la poca variedad de excrementos, lo cual afecta a aquellas especies que son especialistas para un tipo de recurso (Gill 1991, Hanski y Cambefort 1991, Dadda et al. 1998, Estrada et al. 1999, Estrada y Coates-Estrada 2002, Rangel et al. 2012). Estos resultados no difieren con los encontrados por Klein (1989), Escobar y Chacón de Ulloa (2000), Escobar (2000, 2004), Medina et al. (2002), Nichols et al. (2007, 2008), Arellano et al. (2008, 2013), Barraza et al. (2010), Barragán et al. (2014), Bicknell et al. (2014), Barnes et al. (2014) y Silva et al. (2014), donde las comunidades de escarabajos coprófagos de los interiores del bosque presentan diferencias con las zonas abiertas. Otra de las limitantes a la que se enfrentan los Scarabaeinae en hábitats como los potreros, es la fuerte compactación del suelo, producto del constante pastoreo del ganado (Barragán et al. 2014); por lo cual se ven imposibilitados para construir sus galerías, reduciendo así el número de especies que

se puedan encontrar en estos hábitats. Esta fragilidad de los escarabajos coprófagos, los ha convertido en uno de los grupos indicadores más utilizado para evaluar los efectos de la fragmentación sobre las comunidades bióticas y en estudios de impacto ambiental y planes de conservación, tal como lo sugieren Halffter y Favila (1993), Favila y Halffter (1997), Spector (2006), Scholtz et al. (2009) y Bicknell et al. (2014).

Los menores valores de riqueza y diversidad observados durante la época de lluvias se deben a las inundaciones que se presentan en los bosques ribereños durante este periodo, las cuales causan la muerte de las larvas y adultos de los escarabajos coprófagos y el posible desplazamiento de estos a otras zonas no inundadas. Por otro lado, durante las lluvias, la duración y disposición del recurso es más efímero, debido al arrastre o destrucción por las escorrentías, lo que impide que sea usado por los escarabajos, generando una disminución de las poblaciones de este grupo de insectos durante esta época. Caso contrario sucede en la época seca donde la ausencia de las inundaciones permite que se observe un aumento en la riqueza y diversidad de Scarabaeinae. Esto debido a que durante este periodo los bosques ribereños se convierte en áreas de refugio y alimentación para vertebrados, ya que durante esta época en estos ecosistemas se observa un aumento en la fructificación de las plantas, lo que incrementa la disponibilidad de recursos para los mamíferos y consecuentemente mayor cantidad de estiércol para los escarabajos (Viegas et al. 2014). Resultados similares fueron encontrados por Viegas et al. (2014), quienes describen mayores valores de riqueza y abundancia durante la época seca para la cuenca del río Sinos en Brasil. Este comportamiento difiere con lo señalado para los bosques secos de la región Caribe de Colombia, donde los mayores valores de riqueza, abundancia y diversidad, se presentan para la época de lluvias (Noriega et al. 2007, Martínez et al. 2009, 2010a, 2010b; Barraza et al. 2010,

Blanco y Rangel 2010, Navarro et al. 2011a, Delgado-Gómez et al. 2012). Por otra parte, la mayor abundancia durante la época de lluvias se debe al aporte de especies como *C. juvenicus*, *C. mutabilis*, *O. marginicollis*, *P. perplexus*, los cuales aumentaron su número de individuos con respecto a la época seca, observándose para *P. perplexus* un incremento del 324%. Trabajos con resultados iguales a estos, han sido divulgados por Uribe y Vallejo (2013) para la cuenca del río Manso en Colombia, donde se observó una relación positiva de la abundancia con el aumento de las lluvias, mientras que la riqueza permaneció estable.

Las diferencias entre los bosques de la parte media (GC y PS) y baja de la cuenca (PC y RL), se debe a que los primeros son los que presentan mayor ronda hidráulica. Varios trabajos realizados con escarabajos coprófagos, han evidenciado una relación positiva entre el tamaño del bosque y la riqueza, abundancia y diversidad de escarabajos, según lo propuesto por Klein (1989), Amat et al. (1997), Escobar (2004), Halffter et al. (2007), Andresen (2008), Arrellano et al. (2013) y Gollan et al. (2013). Además, la disminución de la diversidad de la comunidad de escarabajos coprófagos en bosques riparios pequeños concuerda con lo señalado por Amat et al. (1997), Larsen et al. (2008) y Delgado-Gómez et al. (2012), los cuales describen que los fragmentos de bosques tienden a perder número de especies conforme disminuye su tamaño; debido a cambios en la cobertura vegetal, la reducción de la diversidad del recurso alimenticio y los cambios en las variables microclimáticas (temperatura ambiente y del suelo, humedad del ambiente y del suelo), las cuales influyen en los cambios de la estructura de la comunidad de Scarabaeinae (Amat et al. 1997, Nichols et al. 2007, 2009; Gardner et al. 2008, Barraza et al. 2010). Resultados similares a los encontrados en este estudio han sido descritos por Gray et al. (2014) y Viegas et al. (2014) para ríos de Malasia y

Brasil, demostrándose que los bosque riparios con tamaños de ronda hidráulica superiores a 40 m mantienen un mayor número de especies de escarabajos coprófagos que aquellos con anchos de bosque inferiores a este. En Colombia (Departamento de Caldas), Arango y Montes (2009) observaron que el deterioro de la cuenca del río La Miel, ha contribuido a la reducción de la cantidad de escarabajos coprófagos (12 especies); mientras que en el río Manso, los bosque riparios se encuentran bien conservados, razón por la cual presenta una mayor riqueza (48 especies) de Scarabaeinae (Uribe y Vallejo 2013).

La mayor riqueza y diversidad de los potreros localizados en las estaciones de la cuenca media (GCyPS) se puede atribuir a que en estos lugares se ha implementados un manejo integrado que involucra el uso de sistemas silvopastoriles y cercas vivas con árboles que generan gran cobertura como *Samanea saman*, *Crateva tapia*, *Pseudobombax septenatum* y *Prosopis juliflora*. Es de resaltar que dentro de este manejo integrado, los propietarios de estas fincas protegen una franja de bosque de aproximadamente 15 m de ancho cerca del margen del río, con el fin de evitar la erosión de la orilla. Esta situación es favorable para los escarabajos coprófagos, ya que es posible que estén utilizando esta pequeña franja de bosques para refugiarse de las altas temperaturas del suelo y ambiental que impera en los potreros. Además, es probable que los Scarabaeinae utilicen las cercas vivas y las franjas de bosques para desplazarse a los potreros en busca de recursos suministrado por el ganado u otros animales domésticos como caballos (*Equus ferus caballus*), burros (*Equus asinus*) y perros (*Canis familiaris*), que eventualmente llegan a estos potreros. Resultados similares fueron observados por Amezcuita et al. (1999), Díaz et al. (2010), Delgado-Gómez et al. (2012); quienes determinaron que las cercas vivas y franjas pequeñas de bosques pueden ser usadas por las especies de escarabajos como corredores

para acceder a las áreas abiertas o hacia otros parches de bosques.

La tipificación (rutina SIMPER) de varios tipos de hábitats, independientemente de las épocas por *C. mutabilis* y *O. marginicollis* se debe a que son especies típicas de áreas abiertas (Barraza et al. 2010, Navarro et al. 2011a), donde han sido observadas alimentándose de varios tipos de recursos como fruta en descomposición, excremento de ganado vacuno, equino, porcino y carroña (Escobar 1997, Busto-Gómez y Lopera 2003, Rangel et al. 2012). Por otro lado, es probable que estas especies no sean afectadas por ninguna de las variables ambientales en la zona, de ahí que se puedan encontrar en bosques y potreros durante la época de lluvias y seca sin ningún problema. Caso diferente es observado para especies como *P. perplexus*, que tipifica los dos hábitats en todas las estaciones durante la época de lluvias. Esta especie se ve afectada de manera negativa por la temperatura del suelo, de ahí que solo esté presente durante la época de lluvias. Además, es una especie euritípica y común en los bosques secos y puede encontrarse en bosques con algún grado de perturbación (Delgado-Gómez et al. 2012). También es posible que su presencia en áreas abiertas como potreros, se deba a la alta capacidad eurífaga de la especie, lo que le permitiría aprovechar recursos alimenticios que se encuentren dentro como fuera de los bosques (Blume 1982, Yanes-Gómez y Morón 2010, Trevilla-Rebollar et al. 2010, Basto-Estrella et al. 2012).

Con el análisis de relocalización del recurso, se determinó que los pequeños cavadores y rodadores están presente durante todo el año con valores altos de abundancia. Este evento han sido reportados en el Caribe colombiano por Martínez et al. (2009, 2010a, 2010b), Barraza et al. (2010), Blanco y Rangel (2010), Navarro et al. (2011a, 2011b), Solís et al. (2011), Delgado-Gómez et al. (2012) y Rangel et al. (2012); lo que demuestra que los ensamblajes de escarabajos coprófagos para esta parte del

país están compuestos entre un 50 % y 76 % de especies de escarabajos pequeños, con aumento de las apariciones de especies grandes durante la época de lluvias. Aunque este trabajo se realizó a lo largo de la cuenca del río Cesar en diferentes estaciones, todas estas presentan una similitud en cuanto a topografía, vegetación y condiciones climáticas; lo que influye en que no se presenten cambios significativos en la composición de gremios funcionales a lo largo de la cuenca.

La baja riqueza y abundancia de las especies de escarabajos de tamaño grande durante la época seca, independientemente del tipo de hábitat, muy probablemente ocurre debido a las altas temperaturas ambientales que se presenta durante el día en este periodo. Estas pueden incrementar la temperatura corporal de los escarabajos de gran tamaño a niveles críticos, ocasionando la muerte de los individuos de estas especies, razón por la cual hacen presencia en los periodos de lluvias cuando los valores de temperatura ambiente son más favorables para estar presente en este ecosistema (Krell-Westerwalbesloh et al. 2004). Situación similar fue encontrada por Liberal et al. (2011) y Krell-Westerwalbesloh et al. (2004) para Brasil y África respectivamente, donde se observó un aumento significativo de las especies de estos gremios durante la temporada de lluvias.

Los bajos valores de riqueza y abundancia del gremio de los endocópidos en la cuenca del río Cesar, se puede atribuir a que los ensamblajes en esta parte del país están representados entre una y cinco especies de este grupo, las cuales presentan bajos valores de abundancia si se compara con otros gremios. Esto coincide con los resultados señalados para el bosque seco del Caribe colombiano por Barraza et al. (2010), Blanco y Rangel (2010), Delgado-Gómez et al. (2012), Pérez y Erazo (2008), Martínez et al. (2009, 2010a, 2010b), Navarro et al. (2011a, 2011b), Solís et al. (2011) y Rangel et al. (2012); quienes determinaron bajos valores de riqueza y abundancia de este gremio para esta zona

del país, en comparación con los rodadores y cavadores. Por otro lado, la restricción de este gremio a los bosques de las estaciones GC y PS, puede estar obedeciendo al estado de conservación que estos presentan, lo cual les permite ofrecer refugio y oferta de alimentos a varias especies de mamíferos (*Alouatta seniculus*, *Puma yagouaroundi*, *Conepatus semistriatus* y *Procyon cancrivorus*), los cuales depositan sus excrementos en estas zonas, favoreciendo a las comunidades de escarabajos, en especial a los gremios de los residentes. De acuerdo con el estudio realizado por Corpocesar y Uniatlántico (2011), los bosque de las estaciones GC y PS, fueron las que presentaron mayor riqueza y abundancia de mamíferos, destacando la presencia de primates como *Alouatta seniculus*, los cuales son los principales aportadores de recursos para los escarabajos coprófagos en los bosques tropicales (Estrada y Coates-Estrada 1991, Estrada et al. 1993, Castellanos et al. 1999, Estrada y Coates-Estrada 2002). Aunque para otras estaciones también se señala la presencia de varios mamíferos, incluyendo a *A. seniculus*, los excrementos se deshidratan y compactan rápidamente por estar más expuestos a la luz, altas temperaturas ambientales y del suelo, lo cual se puede atribuir a la poca cobertura vegetal del bosque y esto genera que las especies endocópidos no puedan acceder al interior del excremento y realizar sus galerías. Por último, la estacionalidad de este gremio en la zona obedece a que durante el aumento de las precipitaciones, los excrementos que se encuentran en los bosques de estas estaciones son lavadas por las fuertes lluvias, disminuyendo la colonización del recurso. Por otro lado, durante esta época se producen eventuales inundaciones de los suelos, por lo que es probable que la mayoría de los escarabajos como los endocópidos migren a otros lugares que no se inundan, como pastizales o vegetación arbustiva, localizada en pequeñas colinas adyacentes a los bosques riparios.

Conclusiones

En la cuenca media y baja del Río Cesar, la mayor diversidad de Scarabaeinae está alojada en los fragmentos de bosque. Esto se debe a la poca tolerancia que tienen varias especies de escarabajos coprófagos a colonizar hábitats abiertos como los potreros, donde las condiciones ambientales son más cambiantes por la falta de cobertura vegetal; así como, la poca variedad de recursos para alimentación y nidificación. La mayor riqueza de escarabajos coprófagos en la época seca obedece al aumento de la fructificación de las plantas; lo que aumenta la disponibilidad de recursos para los mamíferos y mayor cantidad de estiércol para los escarabajos. Adicional a lo anterior, la ausencia de los fenómenos de las inundaciones durante el periodo seco favorece un mayor establecimiento de la fauna de escarabajos coprófagos en estos bosques ribereños. Los fragmentos de bosque ripario con menor ronda hidráulica fueron menos diversos debido a la tendencia a perder número de especies conforme disminuye su tamaño; así como a presentar mayores cambios en la cobertura vegetal y en las variables microclimáticas, las cuales influyen en la estructura de la comunidad de Scarabaeinae. En la cuenca predominan los escarabajos cavadores y rodadores pequeños durante todo el año, demostrándose que los ensamblajes de escarabajos coprófagos para esta zona del país están compuestos por un 50 % a 76 % de especies de escarabajos pequeños, con aumento de las especies grandes durante la época de lluvias.

Agradecimientos

Los autores desean agradecer a la comunidad de las estaciones Guacochito, Puente Salguero, Las Pitillas, Rabo Largo y Puente Canoas por facilitar la estancia y permisos para la realización del trabajo de campo en esos lugares, así como por acogernos en sus hogares y colaborar con nuestra alimentación. A Corpocesar y La Universidad del Atlántico por la financiación

de este proyecto. A la Facultad de Ciencias Básicas de la Universidad del Atlántico por facilitar los permisos y las instalaciones del laboratorio de Zoología para el procesamiento e identificación de las muestras. Por último, y no menos importante, los autores agradecen de manera especial a Yeison Andrés Gutiérrez, por su colaboración en el diseño y elaboración del mapa del área de estudio.

Referencias

- AMAT-GARCÍA G, LOPERA-TORO A, AMÉZQUITA-MELO S. 1997. Patrones de distribución de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) en relicto del bosque altoandino, Cordillera oriental, Colombia. *Caldasia* 19(1-2): 191-204.
- AMÉZQUITA SJ, FORSYTH A, LOPERA A, CAMACHO A. 1999. Comparación de la composición y riqueza de especies de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) en remanentes de bosque de la Orinoquia Colombiana. *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie) 76: 113-126.
- ANDRESEN E. 2003. Effect of forest fragmentation on dung beetle communities and functional consequences for plant regeneration. *Ecography* 26: 87-97.
- ANDRESEN E. 2008. Dung beetle assemblages in primary forest and disturbed habitats in a tropical dry forest landscape in western Mexico. *Journal of Insect Conservation* 12: 639-650.
- ANGULO JN, RENGIFO JN. 2004. Macroinvertebrados acuáticos como sistema de evaluación de la eficiencia del sistema de lagunas de estabilización "El Tarrullal" municipio de Valledupar, departamento del Cesar, Colombia. Seminario internacional sobre métodos naturales para el tratamiento de aguas residuales. Cali-Colombia. pp.1-9.
- ARANGO L, MONTES-R JM. 2009. Caracterización entomológica parcial de la cuenca del río La Miel en el departamento de Caldas (Colombia). *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural* 13(2): 249-268.
- ARELLANO L, FAVILA M, HUERTA C. 2004. Diversity of dung and carrion beetles in a disturbed Mexican tropical montane cloud forest and on shade coffee plantations. *Biodiversity and Conservation* 00: 1-15.

- ARELLANO L, LEÓN-CORTES J, HALFFTER G. 2008. Response of dung beetle assemblages to landscape structure in remnant natural and modified habitats in southern Mexico. *Insect Conservation and Diversity* 1: 253–262.
- ARELLANO L, LEÓN-CORTES J, HALFFTER G, MOTERO J. 2013. Acacia woodlots, cattle and dung beetles (Coleoptera: Scarabaeinae) in a Mexican silvopastoral landscape. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 84: 650–660.
- BARBERO E, PALESTRINI C, ROLANDO A. 1999. Dung beetle conservation: effects of habitat and resource selection (Coleoptera: Scarabaeoidea). *Journal of Insect Conservation* 3: 75–84.
- BARNES AD, EMBERSON RM, CHAPMAN HM, KRELL TF, DIDHAM RK. 2014. Matrix habitat restoration alters dung beetle species responses across tropical forest edges. *Biological Conservation* 170: 28–37.
- BARRAGÁN F, MORENO CE, ESCOBAR F, BUENO-VILLEGAS J, HALFFTER G. 2014. The impact of grazing on dung beetle diversity depends on both biogeographical and ecological context. *Journal of Biogeography* 1–12.
- BARRAZA J, MONTES JM, MARTÍNEZ NJ, DELOYA C. 2010. Ensamblaje de escarabajos coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) del Bosque Tropical Seco, Bahía Concha, Santa Marta (Colombia). *Revista Colombiana de Entomología* 36(2): 285–291.
- BARRAZA J, MARTÍNEZ NJ. 2012. Escarabajos coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) de la región Caribe de Colombia. Informe final Programa Jóvenes Investigadores e Innovadores Virginia Gutiérrez de Pineda. Universidad del Atlántico. Barranquilla, Colombia. 15 p.
- BASTO-ESTRELLA G, RODRÍGUEZ-VIVAS R I, DELFÍN-GONZÁLEZ H, REYES-NOVELO E. 2012. Escarabajos estercoleros (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de ranchos ganaderos de Yucatán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 83(2): 380–386.
- BICKNELL A JE, PHELPS SP, DAVIES RG, MANN DJ, STRUEBIGA MJ, DAVIES A ZG. 2014. Dung beetles as indicators for rapid impact assessments: Evaluating best practice forestry in the neotropics. *Ecological Indicators* 43: 154–161.
- BLANCO O, RANGEL J. 2010. Ensamblaje de coleópteros copro-necrófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) en el agropaisaje de tierra arena, departamento del Atlántico, Colombia. Trabajo de grado. Barranquilla-Colombia. Universidad del Atlántico, Facultad de Ciencias Básicas. 72 p.
- BLUME R. 1982. Description of larva and notes on biology of *Pseudocanthon perplexus* (Le Conte) (Coleoptera: Scarabaeidae). *The Coleopterists Bulletin* 36(2): 250–254.
- BUSTOS-GOMEZ L, LOPERA A. 2003. Preferencia por Cebo de los Escarabajos Coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de un Remanente de Bosque Seco Tropical al Norte del Tolima (Colombia). En: Onore G, Reyes-Castillo P, Zunino M. (Eds.). Escarabajos de Latinoamérica: Estado del Conocimiento. M3m- Monografías Tercer Milenio, Vol. III. Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA), Zaragoza-España. pp. 59–65.
- CASTELLANOS MC, ESCOBAR F, STEVENSON PR. 1999. Dung Beetles (Scarabaeidae: Scarabaeinae) Attracted to Woolly Monkey (*Lagothrix lagothricha* Humboldt) Dung at Tinigua National Park, Colombia. *The Coleopterists Bulletin* 53: 155–159.
- CHAO C, GOTELLI NJ, HSIEH C, SANDER EL, MA KH, COLWELL RK, ELLISON AM. 2014. Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: a framework for sampling and estimation in species diversity studies. *Ecological Monographs* 84(1): 45–67.
- CLARKE KR, WARWICK RM. 2001. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation, 2nd ed. PRIMER-E, Plymouth, United Kingdom.
- CORPOCESAR Y UNIATLÁNTICO. 2011. Caracterización e impactos ambientales por vertimientos en tramos de la cuenca media y baja del río Cesar, Valledupar. Barranquilla, Colombia. 201p.
- CORPOGUAJIRA Y FUNDACIÓN PRO-SNSM. 2010. Generalidades de la cuenca del río Cesar. Santa Marta, Colombia. 57 p.
- DADDA AA, ESTRADA A, COATES-ESTRADA R. 1998. Monos aulladores (*Alouatta palliata*) escarabajos coprófagos y la fragmentación de las selvas en Los Tuxtlas, Veracruz, México. *Neotropical Primates* 6: 111–114.

- DELGADO L, KOHLMANN B. 2007. Revisión de las especies del género *Uroxys* Westwood de México y Guatemala (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Folia Entomológica Mexicana* 46(1): 1-35.
- DELGADO-GÓMEZ P, LOPERA A, RANGEL-CH JO. 2012. Variación espacial del ensamblaje de escarabajos coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) en remanentes de bosque secos en Chimichagua (Cesar, Colombia). En: Rangel-CH JO (Eds). Colombia diversidad biótica XIII la región Caribe de Colombia. Bogotá-Colombia. pp. 833-849.
- DÍAZ A, GALANTE EM, FAVILA ME. 2010. The effect of the landscape matrix on the distribution of dung and carrion beetles in a fragmented tropical rain forest. *Journal of Insect Science* 10: 81.
- EDMONDS WD, ZIDEK J. 2010. A taxonomic review of the neotropical genus *Coprophanaeus* Olsoufieff, 1924 (Coleoptera: Scarabaeidae, Scarabaeinae). *Insecta Mundi* 129: 1-111.
- ESCOBAR F. 1997. Estudio de la Comunidad de Coleópteros (Scarabaeidae) en un Remanente del Bosque Seco del Norte del Tolima, Colombia. *Caldasia* 19(3): 419-430.
- ESCOBAR R. 2000. Diversidad de coleópteros coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) en un mosaico de hábitats en la reserva natural Nukak, Guviare, Colombia. *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie) 79: 103-121.
- ESCOBAR F, CHACÓN DE ULLOA P. 2000. Distribución espacial y temporal en un gradiente de sucesión de fauna de coleópteros coprófagos (scarabaeinae, Aphodiinae) en un bosque tropical montano, Nariño-Colombia. *Revista de Biología Tropical* 48(4): 961-975.
- ESCOBAR F. 2004. Diversity and composition of dung beetle (Scarabaeinae) assemblages in a heterogeneous Andean landscape. *Tropical Zoology* 17: 123-136.
- ESTRADA A, COATES-ESTRADA R. 1991. Howler monkeys (*Alouatta palliata*), dung beetles (Scarabaeidae) and seed dispersal: ecological interactions in the tropical rain forest of Los Tuxtlas, Mexico. *Journal of Tropical Ecology* 7: 459-474.
- ESTRADA A, HALFFTER G, COATES-ESTRADA R, MERITT DA. 1993. Dung beetles attracted to mammalian herbivore (*Alouatta palliata*) and omnivore (*Nasua narica*) dung in the tropical rain forest of Los Tuxtlas, Mexico. *Journal of Tropical Ecology* 9: 45-54.
- ESTRADA A, COATES-ESTRADA R, ANZURES A, CAMMARANO P. 1998. Dung and carrion beetles in tropical rain forest fragments and agricultural habitats at Los Tuxtlas, Mexico. *Journal of Tropical Ecology* 14: 577-593.
- ESTRADA A, ANZURES AD, COATES-ESTRADA R. 1999. Tropical rain forest fragmentation, howler monkeys (*Alouatta palliata*), and dung beetles at Los Tuxtlas, Mexico. *American Journal of Primatology* 48: 253-262.
- ESTRADA A, COATES-ESTRADA R. 2002. Dung beetles in continuous forest, forest fragments and in an agricultural mosaic habitat islands at Los Tuxtlas, Mexico. *Biodiversity and Conservation* 11: 1903-1918.
- ESTRADA A. 2008. Fragmentación de las selvas y agroecosistemas como reservorios de conservación de la fauna silvestre en los Tuxtlas, México. En: Harvey CA, Sáenz JC (Eds). Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes de Mesoamérica. Costa Rica. pp. 327-348.
- FAVILA ME, HALFFTER G. 1997. The use of indicator groups for measuring biodiversity as related to community structure and function. *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie) 72: 1-25.
- FEER F, HINGRAT Y. 2005. Effects of forest fragmentation on a dung beetle community in French Guiana. *Conservation Biology* 19: 1103-1112.
- GARDNER T, HERNANDEZ M, BARLOW J, PERES C. 2008. Understanding the consequences of habitat change: the value of secondary and plantation forests for neotropical dung beetles. *Journal of applied ecology* 45: 883-893.
- GÉNIER F. 2009. Le genre *Eurysternus* Dalman, 1824 (Scarabaeidae: Scarabaeinae: Oniticellini) révision taxonomique et clés de détermination illustrées. Series Faunistica No 85. Pensoft ed. Sofia, Bulgaria. 430 p.
- GILL BD. 1991. Dung beetles in tropical American forests. In: Hanski I, Cambefort Y (Eds). Dung beetle ecology. Princeton University Press, New Jersey. U.S.A. pp. 210-229.
- GOLLAN JR, DE BRUYN LL, REID N, WILKIE L. 2013. Monitoring the ecosystem service provided by dung beetles offers benefits over commonly used biodiversity metrics and a traditional trapping method. *Journal for Nature Conservation* 21: 183-188.

- GONZÁLEZ F, MOLANO F, MEDINA C. 2009. Los subgéneros *Calhyboma*, *Hybomidium* y *Telhyboma* (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae: *Deltochilum*) en Colombia. *Revista Colombiana de Entomología* 35(2): 253-274.
- GRAY C, SLADE LEM, MANN DJ, LEWIS OT. 2014. Do riparian reserves support dung beetle biodiversity and ecosystem services in oil palm-dominated tropical landscapes?. *Ecology and Evolution* 4(7): 1049-1060.
- HALFFTER G. 1974. Eléments anciens de l'Entomofaune Néotropical: Ses implications biogéographiques. *Quaestiones Entomologicae* 10: 223-262.
- HALFFTER G, FAVILA ME. 1993. The Scarabaeinae (Insecta: Coleoptera) an animal group for analysing, inventorying and monitoring biodiversity in tropical rainforest and modified landscapes. *Biology International* 27: 15-21.
- HALFFTER G, PINEDA E, ARELLANO L, ESCOBAR F. 2007. Instability of Copronecrophagous Beetle Assemblages (Coleoptera: Scarabaeinae) in a Mountainous Tropical Landscape of Mexico. *Entomological Society of America* 36(6): 1938-1407.
- HANSKI I, CAMBEFORT Y. 1991. Dung beetle ecology. Princeton University Press, New Jersey. U.S.A. 481 p.
- HERNÁNDEZ J. 1992. Caracterización geográfica de Colombia. En: Halffter G (Eds). La Diversidad Biológica de Iberoamérica I. México. pp. 45-54.
- HOLDRIDGE L. 1978. Ecología basada en zonas de vida. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas San José, Costa Rica. 159 p.
- HOWDEN HF, NEALIS VG. 1975. Effects of clearing in a tropical rain forest on the composition of the coprophagous scarab beetle fauna (Coleoptera). *Biotropica* 7: 77-83.
- JIMÉNEZ L, MENDIETA W, GARCÍA H, AMAT G. 2008. Notas sobre los escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) en ambientes secos de la región de Santa Marta, Colombia. *Acta Biológica Colombiana* 13(2): 203-208.
- KLEIN BC. 1989. Effects of forest fragmentation on dung and carrion beetle communities in central Amazonia. *Ecology* 70: 1715-1725.
- KELLER C ME, ROBBINS CS, HATFIELD JS. 1993. Avian communities in riparian forests of different widths in Maryland and Delaware. *Wetlands* 13: 137-144.
- KOHLMANN B, SOLIS A. 1997. El género *Dichotomius* (Coleoptera: Scarabaeidae) en Costa Rica. *Giornale Italiano di Entomologia* 8: 348-382.
- KOHLMANN B, SOLIS A. 2001. El género *Onthophagus* (Coleoptera: Scarabaeidae) en Costa Rica. *Giornale Italiano di Entomologia* 9: 159-261.
- KRELL-WESTERWALBESLOH S, KRELL FT, LINSENMAIR E. 2004. Diel separation of Afrotropical dung beetle guilds-avoiding competition and neglecting resources (Coleoptera: Scarabaeoidea). *Journal of Natural History* 38: 2225-2249.
- LARSEN T, LOPERA HA, FORSYTH A. 2008. Understanding Trait-Dependent Community Disassembly: Dung Beetles, Density Functions, and Forest Fragmentation. *Conservation Biology* 22: 1288-1298.
- LEE P, SMYTH C, BOUTIN S. 2004. Quantitative review of riparian buffer width guidelines from Canada and the United States. *Journal of Environmental Management* 70: 165-180.
- LIBERAL CN, ISIDRO DE FARIAS AM, MEIADO MV, FILGUEIRAS BKC, IANNUZZI L. 2011. How habitat change and rainfall affect dung beetle diversity in Caatinga, a Brazilian semi-arid ecosystem. *Journal of Insect Science* 11: 114.
- MARTÍNEZ NJ, GARCÍA H, PULIDO LA, OSPINO DD, NARVÁEZ JC. 2009. Escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) de la vertiente noroccidental, Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Neotropical Entomology* 38(6): 708-715.
- MARTÍNEZ NJ, CAÑAS LM, RANGEL JL, BARRAZA J, MAARIT J, BLANCO OR. 2010a. Coleópteros coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) en un fragmento de bosque seco tropical en el departamento del Atlántico, Colombia. *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle* 11(1): 21-30.
- MARTÍNEZ NJ, CAÑAS LM, RANGEL JL, BLANCO O, MENDOZA J, COHEN S. 2010b. Coleópteros coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) en la Reserva Natural Las Delicias (RND), Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM), Colombia. *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural* 14 (2): 187-200.
- MEDINA C, LOPERA A. 2000. Clave ilustrada para la identificación de géneros de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) de Colombia. *Caldasia* 21(1): 70-94.
- MEDINA C, LOPERA A, VITOLO A, GILL B. 2001. Escarabajos Coprófagos (Coleóptero: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de Colombia. *Biota Colombiana* 2(2): 131-144.
- MEDINA CA, ESCOBAR F, KATTAN GH. 2002. Diversity and use of dung beetles in restored Andean landscape. *Biotropica* 34(1): 181-187.

- MONTES DE OCA E. 2001. Escarabajos coprófagos de un escenario ganadero típico de la región de los Tuxtlas, Veracruz, México: importancia del paisaje en la composición de un gremio funcional. *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie) 82: 111-132.
- NAVARRO L, ROMAN K, GÓMEZ H, PÉREZ A. 2011a. Variación estacional en escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de la Serranía de Coraza, Sucre (Colombia). *Revista Colombiana de ciencia Animal* 3(1): 102-110.
- NAVARRO L, ROMAN K, GÓMEZ H, PÉREZ A. 2011b. Listado de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de la Serranía de Coraza, Sucre (Colombia). *Revista Colombiana de ciencia Animal* 3(2): 262-268.
- NICHOLS E, GARDNER TA, PERES CA, SPECTOR S, THE SCARABAEINAE RESEARCH NETWORK. 2009. Co-declining mammals and dung beetles: an impending ecological cascade. *Oikos* 118: 481-487.
- NICHOLS E, LARSEN T, SPECTOR S, DAVIS AL, ESCOBAR F, FAVILA ME, VULINEC K, THE SCARABAEINAE RESEARCH NETWORK. 2007. Global dung beetle response to tropical forest modification and fragmentation: A quantitative literature review and meta-analysis. *Biological Conservation* 137: 1-19.
- NICHOLS E, SPECTOR S, LOUZADAB J, LARSEN T, AMEZQUITAD S, FAVILA MEY, THE SCARABAEINAE RESEARCH NETWORK. 2008. Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. *Biological Conservation* 141: 1461-1474.
- NORIEGA JA, SOLIS C, ESCOBAR F, REALPE E. 2007. Escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) de la provincia de la Sierra Nevada de Santa Marta. *Biota Colombiana* 8(1): 77-86.
- NORIEGA JA, GARCÍA H, MURILLO-RAMOS L, RENJIFO JM, OLARTE JE. 2013. Sinopsis de los escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) del Caribe Colombiano. *Caldasia* 35(2): 465-477.
- OKSANEN J, KINDT R, LEGENDRE P, O'HARA B, SIMPSON G L, SOLYMOS P, HENRY M, WAGNER HS, OKSANEN J. 2009. Vegan: Community Ecology Package. R Package Version 1. 15-2. [Internet]. October, 2014. Available at <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>.
- OWENS LB, EDWARDS WM, VAN KEUREN RW. 1996. Sediment losses from a pastured watershed before and after stream fencing. *Journal of Soil and Water Conservation* 51:90-94.
- PADILLA-GIL DN, HALFFTER G. 2007. Biogeography of the areas and *Canthonini* (Coleoptera: Scarabaeidae) of dry tropical forests in Mesoamerica and Colombia. *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie) 23(1): 73-108.
- PÉREZ G, ERAZO MC. 2008. Escarabajos y Cucarrones. En: Rodríguez J V, Rueda-Almonacid J V, Gutiérrez T D (Eds). Guía ilustrada de fauna del Santuario de Vida Silvestre Los Besotes, Valledupar, Cesar, Colombia. Bogotá-Colombia. pp. 117-118.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2014. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, ISBN 3-900051-07-0. [Internet]. October, 2014. Available at: <http://www.R-project.org>.
- RANGEL JL, BLANCO OB, GUTIÉRREZ BP, MARTÍNEZ NJ. 2012. Coleópteros coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) asociados a excrementos de mamíferos en la reserva natural Luriza (RNL), departamento del Atlántico, Colombia. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* (50): 409-419.
- REYES E, DELFÍN-GONZÁLEZ H, MORÓN MÁ. 2007. Copro-necrophagous beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) diversity in an agroecosystem in Yucatan, Mexico. *Revista de Biología Tropical* 55(1): 83-99.
- RIVERA-CERVANTES L, HALFFTER H. 1999. Monografía de las especies mexicanas de *Canthon* del subgénero *Glaphyrocanthon* (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie) 77: 23-150.
- RIVERA M, GÓMEZ L. 2010. Identificación de cianobacterias potencialmente productoras de cianotoxinas en la curva de salguero del río Cesar. *Revista Luna Azul* (31): 17-25.
- SCHEFFLER P. 2005. Dung beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) diversity and community structure across three disturbance regimes in Eastern Amazonia. *Journal of Tropical Ecology* 21: 9-19.
- SCHOLTZ CH, DAVIS A LV, KRYGER U. 2009. Effects of habitat destruction and fragmentation on dung beetles. In: Scholtz C H, Davis A L V, Kryger U. *Evolutionary biology and conservation of dung beetles*. Pensoft Publisher. Bulgaria. pp. 413-454.
- SILVA RJ, COLETTI F, COSTA DA, VAZ-DE-MELLO FZ. 2014. Rola-bostas (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de florestas e pastagens no sudoeste da Amazônia brasileira: Levantamento de espécies e guildas alimentares. *Acta Amazonica* 44(3): 345-352.

- SOLIS A, KOHLMANN B. 2002. El género *Canthon* (Coleoptera: Scarabaeidae) en Costa Rica. *Giornale Italiano di Entomologia* (10): 1-68.
- SOLIS A, KOHLMANN B. 2004. El género *Canthidium* (Coleoptera: Scarabaeidae) en Costa Rica. *Giornale Italiano di Entomologia* (11): 1-73.
- SOLIS C, NORIEGA NJ, HERRERA G. 2011. Escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) en tres bosques secos del departamento del Atlántico-Colombia. *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle* 12(1): 33-41.
- SPECTOR S. 2006. Scarabaeinae dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) an invertebrate focal taxon for biodiversity research and conservation. *The Coleopterist Bulletin, Monograph Number 5*: 71-83.
- TREVILLA-REBOLLAR A, DELOYA C, PADILLA-RAMÍREZ J. 2010. Coleópteros necrófilos (Scarabaeidae, Silphidae y Trogidae) de Malinalco, Estado de México, México. *Neotropical Entomology* 39(4): 386-495.
- TRIMBLE SW, MENDEL AC. 1995. The cow as a geomorphic agent: A critical review. *Geomorphology* 13: 233-253.
- URIBE M, VALLEJO LF. 2013. Diversidad de escarabajos Carabidae y Scarabaeidae de un bosque tropical en el Magdalena medio Colombiano. *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural* 17(2): 174-196.
- VAZ-DE-MELLO FZ, EDMONDS WD. 2007. Géneros y subgéneros de la subfamilia Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) de las Américas. Versión 2.0 Español. 30 p.
- VAZ DE MELLO F, EDMONDS W, OCAMPO F, SCHOOLMEESTERS P. 2011. A multilingual key to the genera and subgenera of the subfamily Scarabaeinae of the New World (Coleoptera: Scarabaeidae). *Zootaxa* 2854: 1-73.
- VENABLES WN, RIPLEY BD. 2002. Modern Applied Statistics with S (MASS). Fourth Edition. Springer, New York. 495 p.
- VIEGAS G, STENERT C, SCHULZ UH, MALTCHIK L. 2014. Dung beetle communities as biological indicators of riparian forest widths in southern Brazil. *Ecological Indicators* 36: 703-710.
- VILLAREAL H, ALVARES M, CORDOBA S, ESCOBAR F, FAGUA G, GAST F, MENDOZA H, OSPINA M, UMAÑA AM. 2006. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236 p.
- VITOLO A. 2000. Clave para la identificación de los géneros y especies phanaeinas (coleoptera: Scarabaeidae: Coprinae: Phaneini) de Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 24(93): 591-601.
- YANES-GÓMEZ G, MORÓN MA. 2010. Fauna de coleópteros Scarabaeoidea de Santo Domingo Huehuetlán, Puebla, México. Su potencial como indicadores ecológicos. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 26(1): 123-145.

Recibido: 27-01-2015
Aceptado: 29-10-2015