

Diversidad de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) en tres zonas urbanizadas del Caribe colombiano

Diversity of dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) in three urban areas from Colombian Caribbean

Carlos Sermeño-Correa¹

<https://orcid.org/0000-0001-6513-3822>
sermenoca@gmail.com

Alejandro Lopera-Toro²

<https://orcid.org/0000-0001-5097-1655>
alejandrolopera@gmail.com

Oscar Moreno-Mancilla³

<https://orcid.org/0000-0001-9636-9109>
felipemancilla@gmail.com

Julián Candamil-Baños⁴

<https://orcid.org/0000-0001-7884-376X>
juliancandamil92@gmail.com

Lorena Ramírez-Restrepo⁵

<https://orcid.org/0000-0001-5252-1498>
lorena.ramirez.restrepo@gmail.com

Carlos Taboada-Verona*^{6,7}

<https://orcid.org/0000-0002-0341-4845>
carlostaboadaverona@gmail.com

*Corresponding author

1 Investigaciones Biomédicas, Universidad de Sucre, Sincelejo, Colombia.

2 Fundación Ecotrópico Colombia, Bogotá, DC, Colombia.

3 Grupo de Investigación en Sistemática Biológica sisbio, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, Boyacá, Colombia.

4 Universidad de Sucre, Sincelejo, Colombia.

5 Grupo Conservación de Ecosistemas. Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente -DAG-MA, Alcaldía de Santiago de Cali. Avenida 5AN #20-08, Cali, Valle del Cauca, Colombia.

6 Grupo Evolución y Sistemática Tropical, Universidad de Sucre, Sincelejo, Colombia.

7 MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental, Bogotá, Colombia.

Citación

Sermeño-Correa C, Lopera-Toro A, Moreno-Mancilla O, Candamil-Baños J, Ramírez-Restrepo L, Taboada-Verona C. 2022. Diversidad de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) en tres zonas urbanizadas del Caribe colombiano. *Revista peruana de biología* 29(1): e20887 001- 010 (Marzo 2022). doi: <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v29i1.20887>

Presentado: 25/07/2021

Aceptado: 28/01/2022

Publicado online: 15/03/2022

Editor: Diana Silva

Resumen

En el presente trabajo se estudia la diversidad de escarabajos coprófagos en tres zonas urbanizadas del departamento de Sucre, Colombia, cada una con características ecológicas distintas. Los individuos fueron capturados con trampas de caída cebadas. Se analizaron el esfuerzo de muestreo, las curvas de rango-abundancia y los índices de diversidad alfa y beta. Se capturaron 710 individuos, agrupados en nueve géneros y 13 especies. El análisis de completitud arrojó valores por encima del 97%. El ensamble más diverso en cualquiera de los tres órdenes de "q" se encontró en la zona que alberga edificaciones, jardines y un parche de bosque de vegetación secundaria, seguido por una zona de pastizales, con pocas edificaciones; el ensamble de menor diversidad correspondió a la zona rodeada de edificaciones y con escasa cobertura vegetal. El índice de Sorensen-Dice arrojó una similitud total entre las tres zonas del 38%. Las curvas de rango-abundancia mostraron mayor equidad de especies en la zona más diversa. Los resultados indicaron que la composición del ensamble de escarabajos depende de las condiciones ambientales y el grado de urbanización. Así mismo, se evidenció que algunas especies pueden tener alta adaptabilidad y que algunas de ellas corren el riesgo potencial de presentar eventos de extinción local.

Abstract

In this paper, diversity and composition of dung beetles assemblage was study in three urbanized areas with different ecological characteristics from Sucre department, Colombia. Individuals were captured with baited pitfall traps. Sampling effort, range-abundance curves, alpha and beta diversity indices were estimated and compared among the sites. Seven hundred ten individuals grouped into nine genera and 13 species were recorded. The completeness analysis yielded values above 97%. The most diverse assemblage in any of the three orders of "q" was found in the site with a mixture of buildings, gardens, and a patch of secondary vegetation forest, followed by the site with few facilities and open green spaces, and the least diverse site corresponded to the area surrounded by buildings with little vegetation cover. Sorensen-Dice index similarity among the three sites was 38%. The range-abundance curves showed higher species equitability in the most diverse site. The results show that the beetle assemblage composition depends on environmental conditions and the degree of urbanization. It was also evident that some species have high adaptability to urban spaces and others are potentially at risk of local extinction events.

Palabras claves:

Bosque seco tropical; ecología urbana; hábitat urbano; perturbación antrópica, *Canthon mutabilis*.

Key words:

Tropical dry forest; urban ecology; urban habitat; anthropogenic disturbance; *Canthon mutabilis*.

Journal home page: <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/rpb/index>

© Los autores. Este artículo es publicado por la Revista Peruana de Biología de la Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional. (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>) que permite Compartir (copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato), Adaptar (remezclar, transformar y construir a partir del material) para cualquier propósito, incluso comercialmente.

Introducción

La urbanización es un proceso de transformación que conduce a la modificación, fragmentación, y destrucción de hábitats naturales (McKinney 2006). Este proceso es una de las principales causas de pérdida de la diversidad biológica, siendo motor de extinciones locales y desplazamiento de especies nativas (Knop 2016). Sin embargo, algunos hábitats urbanos como los parques ecológicos, lotes baldíos o senderos ofrecen condiciones favorables para la permanencia y conservación de especies, especialmente las eurotípicas, debido en gran parte a la disponibilidad de áreas verdes (remanentes de vegetación nativa) (Beninde et al. 2015, Delgado et al. 2017). Estos pequeños remanentes de vegetación son recursos valiosos al funcionar como peldaños (stepping stones) (Lynch 2019) e incluso como corredores biológicos, cuando las condiciones de conectividad ecológica son adecuadas (Fuentes-Medina & Camero-Rubio 2009). Por esto las zonas verdes urbanas, dependiendo de sus características, logran albergar diversas especies de flora, fauna y fungi (MacGregor-Fors et al. 2016).

Diferentes grupos taxonómicos se han escogido como modelos ecológicos para estudiar la diversidad en las zonas urbanas, entre los que encontramos aves, anfibios e insectos (Hamer & McDonnell 2008, McKinney 2008, Ortega-Álvarez & MacGregor-Fors 2011). En este contexto, los escarabajos coprófagos se han seleccionado como un buen modelo ecológico para evaluar el impacto de la urbanización sobre la biodiversidad, debido a su papel funcional dentro de los ecosistemas (Andresen 2001, Nichols et al. 2008, Arriaga et al. 2012). Las especies de la subfamilia Scarabaeinae (Scarabaeidae), reconocidos como verdaderos coprófagos, actúan como descomponedores de la materia orgánica y reincorporadores de nutrientes al suelo, así mismo, contribuyen a la aireación, favorecen la penetración del agua, y a la diseminación de semillas (Nichols et al. 2008) e inclusive, bajo ciertas condiciones, ayudan a mitigar el efecto de los gases invernadero producidos por la ganadería (Fowler et al. 2020). Adicionalmente, reúnen características de grupos indicadores como su sensibilidad a los cambios en el medio ambiente, fácil recolecta a través de métodos estandarizados, taxonomía relativamente estable y distribución e historia natural conocidas (Halffter & Favila 1993).

De igual manera, los escarabajos coprófagos han sido utilizados como bioindicadores para evaluar la perturbación antrópica, debido a su sensibilidad a los cambios producidos por la intervención humana, tales como la fragmentación y reducción de las áreas boscosas (Tonelli et al. 2018). Estudios realizados en regiones de Colombia demostraron que las perturbaciones humanas afectan de manera negativa la diversidad, estructura y funcionamiento del ensamble de escarabajos coprófagos, así como a la tasa de remoción que ellos realizan (Noriega et al. 2020, Noriega et al. 2021a), reduciendo los servicios ecosistémicos proporcionados por este grupo (Stokstad 2004). Con respecto a estu-

dios sobre escarabajos coprófagos en zonas urbanas, se han reportado investigaciones a nivel mundial (Ramírez-Restrepo & Halffter 2016, Correa et al. 2021, Shizukuda & Saito 2021), algunos de ellos publicados para el Caribe colombiano (Jiménez-Ferbans et al. 2008, Noriega et al. 2016, Taboada-Verona et al. 2019), en el que se demuestra la importancia de las zonas verdes como refugio y hábitat de escarabajos coprófagos en áreas urbanizadas.

Dada la destrucción de los bosques por los cambios en los usos del suelo con fines agrícolas y ganaderos, y por el proceso de urbanización, los hábitats aptos para los escarabajos coprófagos se han reducido de manera acelerada. Los pocos estudios que evalúan el impacto de zonas urbanas sobre estos insectos reflejan la necesidad de realizar más investigaciones para entender la importancia ambiental, la prestación de servicios ecosistémicos y su contribución al mantenimiento del ensamble de especies de escarabajos coprófagos, todo en aras de desarrollar estrategias que aporten a la subsistencia de la biodiversidad en zonas urbanas y periurbanas. Por lo anterior, se planteó como objetivo estimar la diversidad de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) en tres zonas urbanizadas del departamento de Sucre, Caribe colombiano.

Materiales y métodos

Área de estudio. - Los municipios de Sincelejo y Sampués se ubican en el departamento de Sucre, al noreste de Colombia (Fig. 1). Estos municipios se encuentran a una altitud media de 213 m y 160 m respectivamente, con una temperatura anual aproximada de 27 °C, una humedad relativa del 60% (Aguilera-Díaz 2005) y según la clasificación de Holdridge (1987) corresponden a la zona de vida de Bosque seco Tropical (BsT). Para el estudio se seleccionaron tres sitios, correspondientes a los tres campus de la Universidad de Sucre: campus Puerta Roja (CPR), campus Ciencias de la Salud (CCS) y campus Ciencias Agropecuarias (CCA), cada uno con características ecológicas distintas (Fig. 1). La sede CPR (09°18'23.61" N - 75°23'42.58" W) se localiza en la zona urbana de Sincelejo, con una superficie de 23 ha que alberga edificaciones, jardines y un parche de bosque de vegetación secundaria (11 ha) con un dosel que puede variar entre los 6 - 15 m, con dos estratos bien definidos; las especies más representativas pertenecen a las familias Araceae, Bignoniaceae, Fabaceae, Malvaceae y Moraceae. La sede CCS (09°18'15.3" N - 75°24'02.2" W) se encuentra ubicada en la parte céntrica de Sincelejo, rodeada de edificaciones; tiene una superficie total de 1 ha, con escasas zonas verdes y poca cobertura vegetal. La sede CCA (09°12'44.56" N - 75°24'08.14" W) con una superficie de 12 ha, está ubicada en la zona periurbana de Sampués y se caracteriza por ser un área abierta con pocas edificaciones, donde la mayor parte del suelo (80%) corresponde a pastizales, destinados al uso agrícola y ganadero.



Figura 1. Área de estudio. (A) Localización de las zonas de estudio, (B) campus Puerta Roja (CPR), (C) campus Ciencias de la Salud (CCS) y (D) campus Ciencias Agropecuarias (CCA) de la Universidad de Sucre, Colombia.

Muestreo de escarabajos. - Las colectas se realizaron en abril y mayo de 2017, llevando a cabo dos muestreos mensuales por sitio con diferente tipo de cebo. Para la captura se utilizó la metodología propuesta por Escobar (1997) y Escobar y Chacón de Ulloa (2000) con algunas modificaciones. En cada campus se trazaron transectos lineales y se instalaron trampas pitfall separadas cada 100 m entre sí, acorde a la extensión de cada campus (seis trampas pitfall en CPR, cuatro trampas en CCS y cuatro trampas en CCA). En total se instalaron 28 trampas cebadas con pescado en descomposición y 28 con excremento humano. Las trampas consistieron en recipientes plásticos de 400 mL enterrados a ras de suelo, con 100 mL de solución conservante (alcohol al 70%); en la parte superior del vaso se ubicó un alambre de aluminio en forma de letra "L" invertida que suspendía 20 g de cebo envuelto en gasa. Las trampas permanecieron activas durante 48 horas en campo, fueron revisadas solo una vez y no se cambió o renovó el cebo. Los especímenes recolectados se envasaron y rotularon de acuerdo con el sitio de muestreo, tipo de cebo y fecha, y se trasladaron al Laboratorio de Conservación de la Universidad de Sucre para su respectiva identificación taxonómica. A nivel de género, se utilizaron las claves propuestas por Medina y Lopera (2000) y Smith y Skelley (2007), y a nivel de especie, las claves de Kohlmann y Solís (2001), Solís y Kohlmann (2002, 2004), Camero-Rubio (2010), Edmonds y Zidek (2010), Sarmiento-Garcés y Amat-García (2014). Los ejemplares obtenidos se depositaron en el Museo Zoológico de la Universidad de Sucre, Sincelejo, Sucre, Colombia (MZUSU).

Análisis de datos. La representatividad del muestreo fue evaluada mediante el estimador de cobertura propuesto por Chao y Jost (2012). Para el cálculo de la diversidad alfa, se generaron perfiles de diversidad a través de los números efectivos de especies propuestos por Jost (2006), donde el orden cero ($q = 0$) corresponde a la riqueza y es independiente de la abundancia relativa, el orden uno ($q = 1$) en el que se estima la diversidad teniendo en cuenta todas las especies y su abundancia en el ensamble, y el orden dos ($q = 2$) donde la estimación de la diversidad está influenciada por las especies dominantes o comunes.

Para conocer la distribución en términos de abundancia en los tres sitios de estudio, se utilizó el modelo de dominancia/diversidad utilizando el Log_{10} (Whittaker 1965). La diversidad beta se calculó con el índice de Sorensen-Dice (Baselga 2010). Dado que la diversidad beta se explica mediante dos procesos diferentes y opuestos como lo son el anidamiento (βNES) y el recambio (βSIM). Todos los análisis se calcularon en el entorno de programación R v.4.0.4. (R Core Team 2021), la interfaz RStudio v 1.4.1103, utilizando los paquetes *betapart* (Baselga & Orme 2012) e *iNEXT* (Chao et al. 2014).

Resultados

Se recolectaron 710 individuos, que correspondieron a 432 en el CPR, 140 en el CCA y 138 en el CCS; distribuidos en ocho tribus, nueve géneros y 13 especies. Los géneros más representativos fueron *Canthon* Hoff-

mannsegg, 1817 con tres especies (n= 436; 61.41%), seguido de *Onthophagus* Latreille, 1802 (n=124; 17.46%) y *Eurysternus* Dalman, 1824 (n=16; 2.25%) con dos especies cada uno. Especies como *Canthidium* aff. *aurifex* Bates, 1887, *Dichotomius agenor* (Harold, 1869), *Coprophanaeus gamezi* Arnaud, 2002, y *Eurysternus impressicollis* Castelnau, 1840, se consideraron especies raras con tan solo el 1.7% de la abundancia total (Tabla 1).

La representatividad del muestreo fue alta (mayor de 97%), con valores del estimador de cobertura (EC) que oscilaron entre 0.97 y 1, indicando una probabilidad menor a 0.03 de encontrar una especie no colectada en los sitios de estudio si se realizan más muestreos o captura de individuos (EC_{CPR}: 1; EC_{CCS}: 0.97 y EC_{CCA}: 1) (Figs. 2 y 3, Tabla 1).

El ensamble más diverso en cualquiera de los tres órdenes de "q" se encontró en CPR, seguido por CCA, y el ensamble menos diverso se encontró en CCS. La pendiente de los perfiles indica que el ensamble encontrado en CCA presenta menos equidad en términos de abundancia de individuos que los encontrados en CPR y CCS (Fig. 4).

La especie *Canthon mutabilis* Lucas, 1857 dominó la abundancia en los campus CCS y CCA, mientras que en el campus CPR se observó mayor equidad entre las especies más abundantes, con mayor presencia de *Canthon juvenecus* Harold, 1868, *Pseudocanthon perplexus* (Le Conte, 1847), *Canthon cyanellus* Harold, 1863, y *Onthophagus marginicollis* Harold, 1880 (Fig. 5).

El índice de similitud de Sorensen arrojó una similitud total entre los tres campus del 38%, de la cual un 27% es explicado por el recambio entre especies del ensamble y un 10% se explica por fenómenos de anidamiento de diversidad (B_{sr}=0.38; B_{sim}= 0.27; B_{nes}=0.1). De igual manera, se observó que CPR comparado con CCS y CCA compartieron un valor del 63%, mientras que estos dos últimos compartieron un 75% (Fig. 6).

Discusión

El aislamiento y la reducción de las coberturas naturales alteran los ensamblajes de especies de escarabajos coprófagos, reduciendo la posibilidad de supervivencia de las especies menos tolerantes a dichos cambios (Figueiras et al. 2011). El crecimiento de las ciudades y la falta de planeación para generar espacios verdes efectivos, conducen a escenarios extremos donde las especies de escarabajos se enfrentan a una combinación de factores negativos, a los que solo unas pocas especies pueden sobrevivir, llevando a una marcada disminución de la riqueza y abundancia (Salomão et al. 2019). Los resultados obtenidos en este estudio reflejan lo que otros trabajos sobre biodiversidad urbana han encontrado, la extensión de las áreas verdes y la ubicación/aislamiento de estas llevan a una disminución de la diversidad. El campus CCS fue el sitio de muestreo más central en la ciudad y con menor extensión de áreas verdes, el cual registró tres especies efectivas menos y el 9% de la abundancia con respecto al CPR. Korasaki et al. (2013) encontraron resultados similares, donde el área verde más aislada presentó una menor riqueza biológica, pero en este caso

Tabla 1. Listado de especies y estructura y composición (números de Hill) del ensamble de escarabajos coprófagos en los campus de la Universidad de Sucre, Colombia. GF: gremio funcional; P: paracóprido; T: telecóprido; E: endocóprido. CPR: campus Puerta Roja; CCS: campus Ciencias de la Salud; CCA: campus Ciencias Agropecuarias; AA: abundancia absoluta; AR: abundancia relativa; EC: estimador de cobertura.

Subfamilia	Tribu	Especies	GF	Localidades				
				CPR	CCS	CCA	AA	AR (%)
Scarabaeinae	Ateuchini	<i>Uroxys</i> sp.	P	8	0	0	8	1.13
	Coprini	<i>Canthidium</i> aff. <i>aurifex</i> Bates, 1887	P	0	0	2	2	0.28
		<i>Dichotomius agenor</i> (Harold, 1869)	P	0	0	1	1	0.14
	Deltachilini	<i>Pseudocanthon perplexus</i> (Le Conte, 1847)	T	95	0	0	95	13.38
		<i>Canthon cyanellus</i> Harold, 1863	T	92	2	20	114	16.06
		<i>Canthon juvenecus</i> Harold, 1868	T	116	32	2	150	21.13
		<i>Canthon mutabilis</i> Lucas, 1857	T	26	77	69	172	24.22
		<i>Eurysternus impressicollis</i> Castelnau, 1840	E	3	0	0	3	0.42
	Eurysternini	<i>Eurysternus mexicanus</i> Harold, 1869	E	11	2	0	13	1.83
		<i>Onthophagus marginicollis</i> Harold, 1880	P	71	6	36	113	15.91
	Onthophagini	<i>Onthophagus bidentatus</i> Drapiez, 1819	P	0	3	8	11	1.55
		<i>Coprophanaeus gamezi</i> Arnaud, 2002	P	5	0	1	6	0.85
	Aphodiinae	Eupariini	<i>Ataenius</i> sp.	E	5	16	1	22
Abundancia total				432	138	140	710	100
Estructura y composición								
EC				1	0.97	1	-	-
q = 0				10	7	9	-	-
q = 1				5.9	3.5	3.9	-	-
q = 2				5	2.6	3	-	-

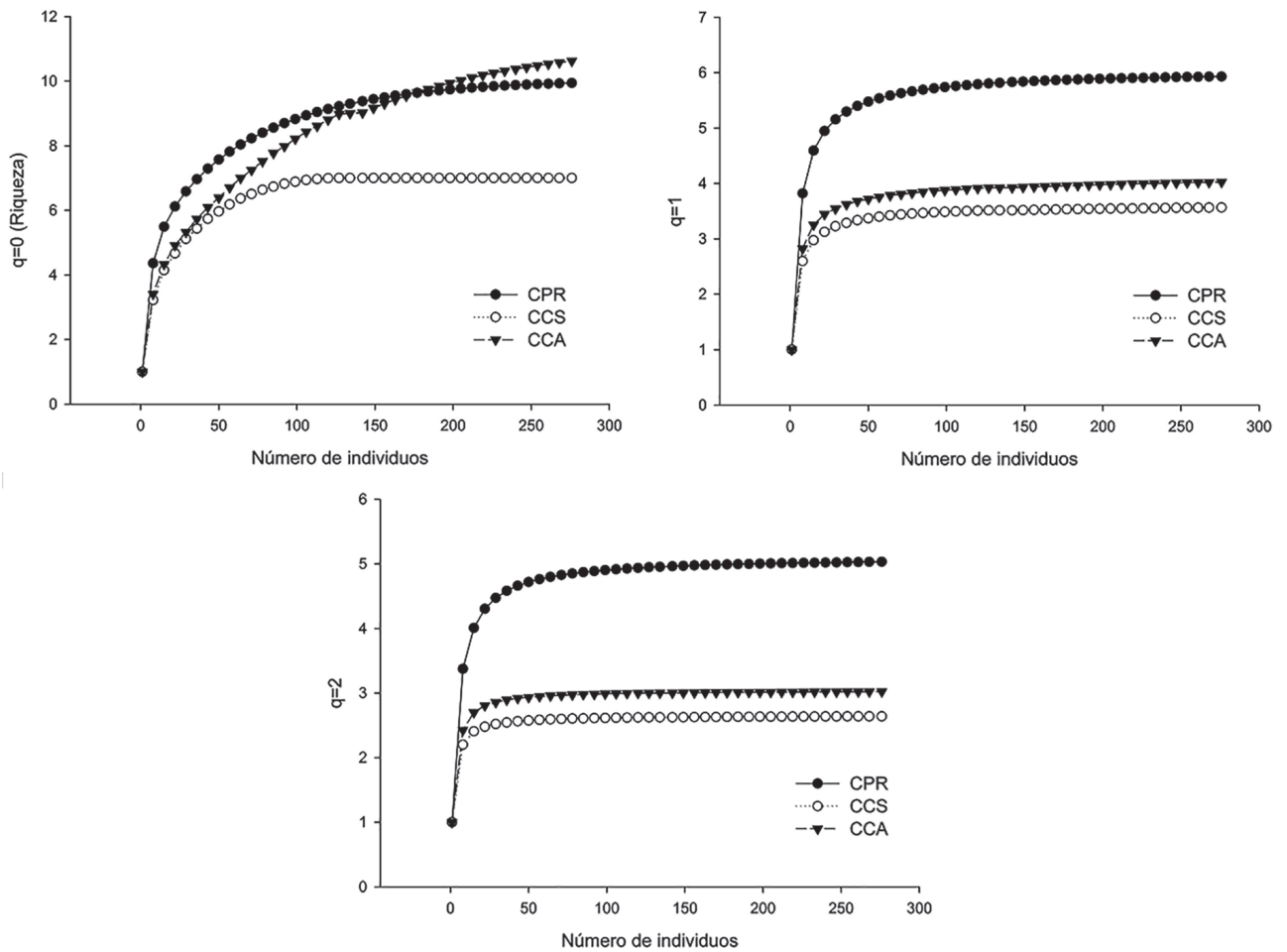


Figura 2. Curvas de rarefacción y extrapolación basadas en el número total de individuos para los diferentes órdenes de diversidad “q” en los campus de la Universidad de Sucre, Colombia. CPR: campus Puerta Roja, CCS: campus Ciencias de la Salud, CCA: campus Ciencias Agropecuarias.

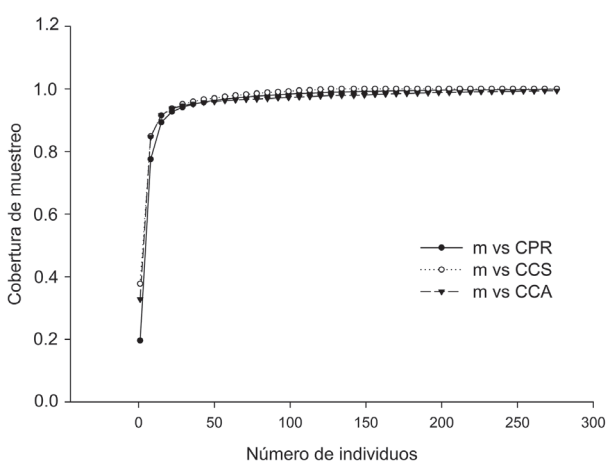


Figura 3. Curva de rarefacción y extrapolación basada en el número de individuos para la cobertura de muestreo en los campus de la Universidad de Sucre, Colombia. CPR: campus Puerta Roja, CCS: campus Ciencias de la Salud, CCA: campus Ciencias Agropecuarias.

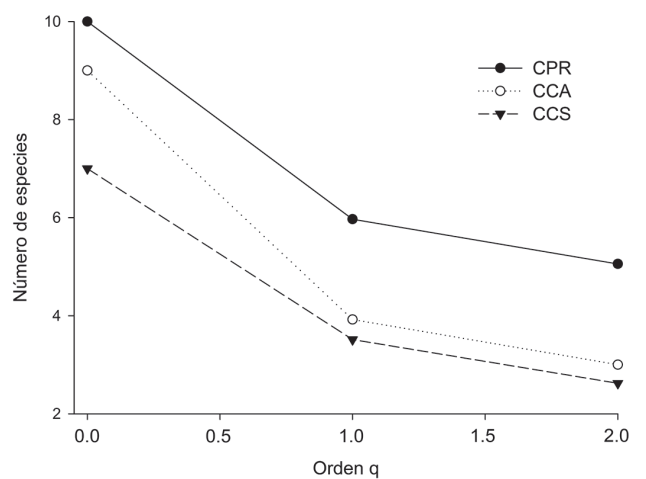


Figura 4. Perfil de diversidad para el ensamble de escarabajos coprófagos en los campus de la Universidad de Sucre, Colombia. CPR: campus Puerta Roja; CCS: campus Ciencias de la Salud; CCA: campus Ciencias Agropecuarias.

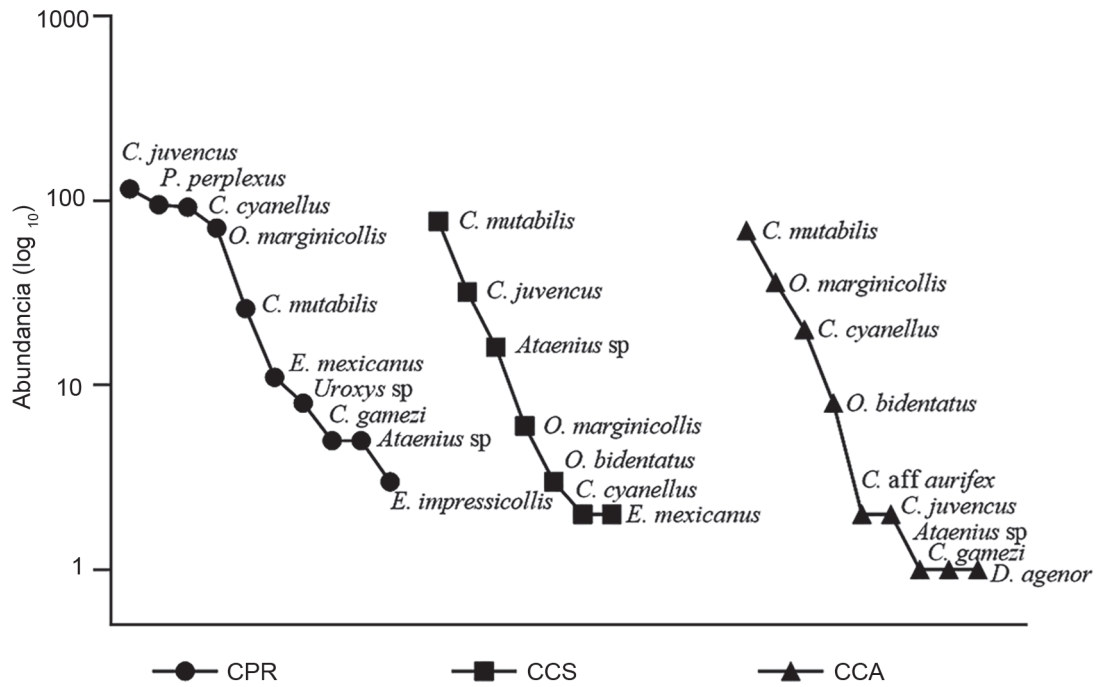


Figura 5. Gráfico rango-abundancia del ensamble de escarabajos coprófagos en los campus de la Universidad de Sucre, Colombia. CPR: campus Puerta Roja; CCS: campus Ciencias de la Salud y CCA: campus Ciencias Agropecuarias.

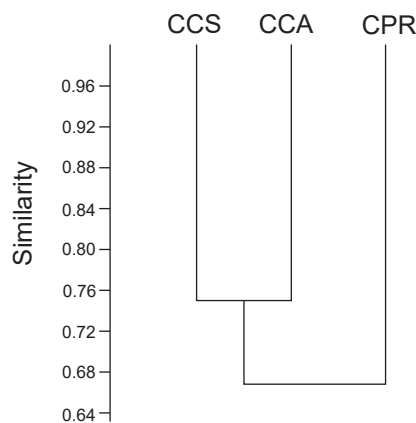


Figura 6. Dendrograma de similitud (índice de Sorensen) de los campus de la Universidad de Sucre, Colombia. CPR: campus Puerta Roja; CCS: campus Ciencias de la Salud; CCA: campus Ciencias Agropecuarias.

todas son especies comunes en áreas altamente perturbadas (Barraza et al. 2010).

La composición de las especies de escarabajos en los sitios de muestreo es un reflejo de la capacidad de cada una de ellas para sobrevivir a las condiciones en las que se encuentran, comportándose como especies altamente tolerantes. La distribución de la abundancia de los escarabajos puede representar un reajuste de la dominancia de las especies como respuesta a la disponibilidad de recursos, a las condiciones ambientales (Amell-Caez et al. 2019) o a la presencia o ausencia de otras especies con las que deben competir. Las especies *C. cyanellus*, *C.*

juvenicus y *C. mutabilis* se encontraron en los tres sitios de muestreo con altos valores de abundancia, esto demuestra su tolerancia a distintos grados de intervención humana en el hábitat; además, se evidenció su hábito copro-necrófago y su eficiencia en la explotación de los recursos alimenticios, pues estas especies fueron atraídas por los dos tipos de cebo utilizados. Algunos estudios consideran a las especies de *Canthon* como típicas del bosque seco, su dominancia se atribuye a sus hábitos generalistas y a que son moradores de bosques en diferentes estados de conservación (Navarro et al. 2011, Noriega et al. 2013).

La especie *O. marginicollis* se encontró en las tres áreas de estudio, con mayor abundancia en CPR; de acuerdo con lo registrado por Barraza et al. (2010) y Navarro et al. (2011) esta especie se ha capturado en lugares abiertos, específicamente en zonas de uso ganadero, incluso en un mayor número que en áreas de BsT. La presencia de *O. marginicollis* en todos los puntos muestreados también se debe a su hábito generalista, con una amplia preferencia por excrementos de cerdo, vaca, mono aullador y humano (Escobar 1997, Rangel et al. 2012). El comportamiento generalista les concede a estas especies de escarabajos la ventaja de poder establecerse en diferentes lugares, ambientes perturbados, bordes de fragmentos y pastizales (Hanski & Cambefort 1991).

Los lugares con alta intervención humana y poca cobertura vegetal estuvieron representados en su mayoría por especies de tamaño pequeño, con capacidad de sobrevivir con escasos recursos, mientras que la presencia de taxones como *P. perplexus* y *Uroxys* sp., aunque tam-

bién son de tamaño pequeño, solo se encontraron en el sitio de muestreo CPR (Tabla 1), lugar con mayor cobertura vegetal y con presencia de escarabajos de gran tamaño y con alta capacidad de vuelo como *C. gamezi*, los cuales requieren de ambientes amplios que les aporten la cantidad suficiente de recursos alimenticios (Gámez & Acconcia 2009).

En dos de los sitios de muestreo, CPR y CCA se evidenció la presencia de heces de *Bos taurus* Linnaeus 1758 (vaca), *Iguana iguana* Linnaeus 1758 (iguana) y *Canis lupus familiaris* Linnaeus 1758 (perro), mientras que en CCS solo de *C. lupus familiaris*. El uso de excretas de perros por escarabajos coprófagos ha sido documentado por Cave (2005) y Carpaneto et al. (2005), así como el uso del excremento de vaca (Tovar et al. 2016); lo anterior indica que estas heces pueden ser usadas como una fuente potencial de alimento para los escarabajos en las zonas urbanizadas.

La mayor abundancia de telecópridos encontrada en las tres zonas urbanizadas estudiadas es un resultado diferente a lo reportado en estudios realizados en bosques secos de Colombia (Martínez et al. 2010, Delgado et al. 2012, Martínez et al. 2012, González-Alvarado et al. 2015, Rangel-Acosta y Martínez 2017). El cambio en la estrategia dominante de relocalización indica una modificación profunda en la organización de las especies y por lo tanto en la funcionalidad ecológica que estas cumplen (Sarmiento-Garcés & Hernández 2021). En general todas las especies de bosques secos tienen cierta capacidad de tolerar los disturbios antrópicos debido, al menos en parte, a que el efecto de dichos disturbios sobre la temperatura es semejante a las condiciones del bosque seco durante el largo verano (Pizano & García 2014). Esta es una razón por la que la composición de especies presentes en estos bosques es similar entre áreas con diferente grado de disturbio (Rangel-Acosta & Martínez 2017), y se tienden a mantener las proporciones entre el número de especies de cada uno de los hábitos de relocalización. En el caso del presente estudio, en el que los telecópridos son dominantes, es difícil aceptar la existencia de un gremio trófico tradicional donde mayormente son las especies paracópridas las que dominan el ensamble (Moreno et al. 2007), y se necesita más información para establecer si las especies encontradas son especies visitantes o residentes, al menos en la zona con menos vegetación y mayor grado de disturbio. Adicionalmente, las especies detectadas son todas de pequeño tamaño (menos de 2 cm) a excepción de *C. gamezi* y *D. agenor* y que solo se registraron en las dos zonas con mayor cantidad de remanentes de vegetación nativa. Una ventaja de las especies de tamaño pequeño es que son más eficientes al utilizar pocas cantidades de recurso (Howden et al. 1991, Andresen 2001).

El gremio funcional cavador (paracópridos) presentó la mayor riqueza de especies, lo que también se ha encontrado en otros estudios del neotrópico (Martello et al. 2016, Amell-Caez et al. 2019, Noriega et al. 2021b), sin embargo, al igual que los residentes (endocópridos) presentaron menor abundancia. La desventaja que pre-

senta estos grupos es que en las zonas urbanas los recursos pueden ser limitados y la posibilidad de anidar y establecerse son pocas (Hanski & Cambefort 1991), por tal razón se cree que hubo poca abundancia de estos gremios, lo que puede influir a nivel ecológico en las zonas verdes, pues las especies con hábitos cavadores tienden a remover mayor cantidad de excremento y de suelo.

La sumatoria de factores negativos que se presentan en las ciudades, como la reducción, aislamiento y baja conectividad de las zonas verdes, la polución, el ruido y la luz artificial (Lovett et al. 2009, Fattorini 2011, Proppe et al. 2013) ha llevado a la reducción de la abundancia y a la pérdida sistemática de especies que habitan en ellas, las cuales muestran valores atípicos comparados con áreas mejor conservadas. En nuestro estudio, la composición del ensamble de escarabajos en cada uno de los sitios de muestreo fue dependiente de las condiciones ambientales generales y el grado de perturbación antrópica, los cuales influyen en la disponibilidad de recursos. Este estudio permite evidenciar las especies que pueden ser susceptibles a extinciones locales y aquellas que son altamente tolerantes. Se demuestra que las áreas verdes, así como los parches de vegetación en las ciudades albergan una gran diversidad de especies, como los escarabajos coprófagos, sin embargo, estos se encuentran en constante amenaza, por lo que es fundamental identificar estas áreas funcionales para así entender la ecología de las especies dentro de las ciudades, y promover su preservación y la planificación territorial que garantice su conservación.

Literatura citada

- Aguilera-Díaz M. 2005. La economía del departamento de Sucre: ganadería y sector público. Colombia: Editorial Banco de la República. <https://doi.org/10.32468/dtseru.63>
- Amell-Caez Y, Decastro-Arrazola I, García H, Monroy-G J, Noriega, J. 2019. Spatial diversity of dung beetle assemblages (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) in five ecoregions from Sucre, Colombian Caribbean coast. *Revista Colombiana de Entomología* 45(2): e7963. <https://doi.org/10.25100/socolen.v45i2.7963>
- Andresen E. 2001. Effects of dung presence, dung amount and secondary dispersal by dung beetles on the fate of *Micropholis guyanensis* (Sapotaceae) seeds in Central Amazonia. *Journal of Tropical Ecology* 17(1): 61-78. <https://doi.org/10.1017/S0266467401001043>
- Arriaga A, Halffter G, Moreno C. 2012. Biogeographical affinities and species richness of copronecrophagous beetles (Scarabaeoidea) in the southeastern Mexican High Plateau. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 83: 519-529. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2012.2.933>
- Barraza J, Montes J, Martínez N, 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.
- Baselga A. 2010. Partitioning the turnover and nestedness components of beta diversity. *Global Ecology and Biogeography* 19(1): 134-143. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2009.00490.x>

- Baselga A, Orme C. 2012. betapart: an R package for the study of beta diversity. *Methods in Ecology and Evolution* 3(5): 808-812. <https://doi.org/10.1111/j.2041-210X.2012.00224.x>
- Beninde J, Veith M, Hochkirch A. 2015. Biodiversity in cities needs space: a meta-analysis of factors determining intra-urban biodiversity variation. *Ecology Letters* 18: 581-592. <https://doi.org/10.1111/ele.12427>
- Camero-Rubio E. 2010. Los escarabajos del género *Eurysternus* Dalman, 1824 (Coleoptera: Scarabaeidae) de Colombia. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* 46: 147-179.
- Carpaneto GM, Mazziotta A, Piattella E. 2005. Changes in food resources and conservation of scarab beetles: from sheep to dog dung in a green urban area of Rome (Coleoptera, Scarabaeoidea). *Biological Conservation* 123: 547-556. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2004.12.007>
- Cave R. 2005. Scientific note: observations of urban dung beetles utilizing dog feces (Coleoptera: Scarabaeidae). *The Coleopterists Bulletin* 59(3): 400-401. <https://doi.org/10.1649/748.1>
- Chao A, Jost L. 2012. Coverage-based rarefaction and extrapolation: standardizing samples by completeness rather than size. *Ecology* 93(12): 2533-2547. <https://doi.org/10.1890/11-1952.1>
- Chao A, Gotelli NJ, Hsieh TC, 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. <https://doi.org/10.1890/13-0133.1>
- Correa CM, Ferreira KR, Puker A, Audino LD, Korasaki V. 2021. Greenspace sites conserve taxonomic and functional diversity of dung beetles in an urbanized landscape in the Brazilian Cerrado. *Urban Ecosyst* 24: 1023-1034. <https://doi.org/10.1007/s11252-021-01093-8>
- Delgado-Gómez P, Lopera A, Rangel-Ch JO. 2012. Variación espacial del ensamblaje de escarabajos coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) en remanentes de bosque seco en Chimichagua (Cesar, Colombia). En: Rangel-Ch JO, (Ed.). *Colombia Diversidad Biótica XII: La región Caribe de Colombia*. Bogotá: Instituto de Ciencias Naturales. p. 833-849.
- Delgado Y, Burkman C, Eldredge T, Gardiner M. 2017. Patch and landscape-scale variables influence the taxonomic and functional composition of beetles in urban greenspaces. *Ecosphere* 8(11): e02007.10.1002/ecs2.2007. <https://doi.org/10.1002/ecs2.2007>
- Edmonds WD, Zidek J. 2010. A taxonomic review of the neotropical genus *Coprophanæus* Olsoufieff, 1924 (Coleoptera: Scarabaeidae, Scarabaeinae). *Insecta Mundi* 129: 1-111.
- Escobar F. 1997. Estudios de la comunidad de coleópteros coprófagos (Scarabaeidae) en un remanente de bosque seco al norte del Tolima, Colombia. *Caldasia* 19(3): 419-430.
- Escobar F, Chacón De Ulloa P. 2000. Distribución espacial y temporal en un gradiente de sucesión de la fauna de coleópteros coprófagos (Scarabaeinae, Aphodiinae) en un bosque tropical montano, Nariño-Colombia. *Revista de Biología Tropical* 48(4): 961-975.
- Fattorini S. 2011. Insect extinction by urbanization: a long term study in Rome. *Biological Conservation* 144: 370-375. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2010.09.014>
- Filgueiras BK, Iannuzzi L, Leal IR. 2011. Habitat fragmentation alters the structure of dung beetle communities in the Atlantic Forest. *Biological Conservation* 144(1): 362-369. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.09.013>
- Fowler F, Denning S, Hu S, Watson W. 2020. Carbon Neutral: The failure of dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) to affect dung-generated greenhouse gases in the pasture. *Environmental Entomology* 49(5): 1105-1116. <https://doi.org/10.1093/ee/nvaa094>
- Fuentes-Medina P, Camero-Rubio E. 2009. Estudio de la fauna de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) en un Bosque Húmedo Tropical de Colombia. *Entomotrópica* 21(3): 133-143.
- Gámez J, Acconcia R. 2009. Informaciones ecológicas sobre *Coprophanæus* (*Coprophanæus*) *gamezi* Arnaud (Coleoptera: Scarabaeidae: Phanaeini) en un sistema agropastoril en la depresión de Maracaibo, Estado de Zulia, Venezuela. *Acta Zoológica Mexicana* 25(2): 387-396. <https://doi.org/10.21829/azm.2009.252645>
- González-Alvarado A, Medina CA. 2015. Listado de especies de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de bosque seco de Colombia. *Biota Colombiana* 16(1): 36-44.
- Halfpeter G, Favila M. 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.
- Hamer A, McDonnell M. 2008. Amphibian ecology and conservation in the urbanising world: A review. *Biological Conservation* 141(10): 2432-2449. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.07.020>
- Hanski I, Cambefort Y. 1991. *Dung beetle ecology*. USA: Princeton University Press. <https://doi.org/10.1515/9781400862092>
- Holdridge LR. 1987. *Ecología basada en zonas de vida*. San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 216 pp.
- Howden HF, Howden AT, Storey RI. 1991. Nocturnal perching of Scarabaeine dung beetles (Coleoptera, Scarabaeidae) in an Australian tropical rain forest. *Biotropica* 23(1): 51-57. <https://doi.org/10.2307/2388687>
- Jiménez-Ferbans 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.
- Jost L. 2006. Entropy and Diversity. *Okios* 113(2): 363 - 375. <https://doi.org/10.1111/j.2006.0030-1299.14714.x>
- Knop E. 2016. Biotic homogenization of three insect groups due to urbanization. *Global Change Biology* 22: 228-236. <https://doi.org/10.1111/gcb.13091>
- Kohlmann B, Solís A. 2001. El género *Onthophagus* (Coleoptera: Scarabaeidae). *Giornale Italiano di Entomologia* 9: 159-261.
- Korasaki V, Lopes J, Gardner G, Louzada J. 2013. Using dung beetles to evaluate the effects of urbanization on Atlantic Forest biodiversity. *Insect Science* 20: 393-406. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7917.2012.01509.x>
- Lovett GM, Tear TH, Evers DC, Findlay SE, Cosby BJ, Dunscomb JK, Driscoll CT, Weathers KC. 2009. Effects of air pollution on ecosystems and biological diversity in the eastern United States. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1162: 99-135. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1749-6632.2009.04153.x>

- Lynch AJ. 2019. Creating Effective Urban Greenways and Stepping-stones: Four Critical Gaps in Habitat Connectivity Planning Research. *Journal of Planning Literature* 34(2): 131–155. <https://doi.org/10.1177/0885412218798334>
- MacGregor-Fors I, Avendaño-Reyes S, Bandala VM, et al. 2015. Multi-taxonomic diversity patterns in a neotropical green city: a rapid biological assessment. *Urban Ecosystems* 18(2): 633–647. <https://doi.org/10.1007/s11252-014-0410-z>
- Martello F, Andriolli F, de Souza TB, Dodonov P, Ribeiro M. 2016. Edge and land use effects on dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) in Brazilian cerrado vegetation. *J Insect Conserv* 20: 957–970. <https://doi.org/10.1007/s10841-016-9928-0>
- Martínez NJ, Cañas LM, Rangel JL, Barraza J, Montes J, Blanco OR. 2010. 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, Muñoz GS, Quintero KS, Méndez JB. 2012. Escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) asociados a excrementos de mamíferos en un fragmento de bosque seco tropical en el Departamento del Atlántico, Colombia. *Ecología austral* 22(3): 203–210. <https://doi.org/10.25260/EA.12.22.3.0.1227>
- McKinney ML. 2006. Urbanization as a major cause of biotic homogenization. *Biological Conservation* 127(3): 247–260. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.09.005>
- McKinney ML. 2008. Effects of urbanization on species richness: a review of plants and animals. *Urban Ecosyst* 11(2): 161–176. <https://doi.org/10.1007/s11252-007-0045-4>
- Medina CA, Lopera A. 2000. Clave ilustrada para la identificación de géneros de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) de Colombia. *Caldasia* 22(2): 299–315.
- Moreno C, Verdú J, Arita H. 2007. Elementos ecológicos e históricos como determinantes de la diversidad de especies en comunidades. *Monografías Tercer Milenio Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA)* 7: 179–191.
- Navarro L, Roman K, Gómez H, Pérez A. 2011. Variación estacional en escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de la serranía de Coraza, Sucre (Colombia). *Revista Colombiana de Ciencia Animal* 3(1): 102–110. <https://doi.org/10.24188/recia.v3.n1.2011.330>
- Nichols E, Spector S, Louzada J, Larsen T, Amezquita S, Favila M. 2008. Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. *Biological Conservation* 141(6): 1461–1474. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.04.011>
- Noriega JA, Barranco W, Hernández J, Hernández E, Castillo S, Monroy D, García H. 2016. Estructura estacional del ensamblaje de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) en una parcela permanente de bosque seco tropical. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 40(154): 75–83. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.255>
- Noriega JA, Zapata-Prisco C, García H, Hernández E, Hernández J, Martínez R, Santos-Santos J, Pablo-Cea J, Calatayud J. 2020. Does ecotourism impact biodiversity? An assessment using dung beetles (Coleoptera: Scarabaeinae) as bioindicators in a tropical dry forest natural park. *Ecological Indicators* 117: 106580. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106580>
- Noriega JA, March-Salas M, Castillo S, García-Q H, Hortal J, Santos AM. 2021a. Human perturbations reduce dung beetle diversity and dung removal ecosystem function. *Biotropica* 53(3): 753–766. <https://doi.org/10.1111/btp.12953>
- Noriega JA, Santos AM, Calatayud J, Chozas S, Hortal J. 2021b. Short-and long-term temporal changes in the assemblage structure of Amazonian dung beetles. *Oecologia* 195(3): 719–736. <https://doi.org/10.1007/s00442-020-04831-5>
- Noriega J, Solís C, García H, Murillo-Ramos L, Renjifo J, Olarte J. 2013. Sinopsis de los escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) del Caribe colombiano. *Caldasia* 35(2): 465–477.
- Ortega-Álvarez R, MacGregor-Fors I. 2011. Dusting-off the file: A review of knowledge on urban ornithology in Latin America. *Landscape Urban Plan* 101(1): 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.12.020>
- Pizano C, García H, editores. 2014. El bosque seco tropical en Colombia. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH).
- Proppe DS, Sturdy CB, St Clair CC. 2013. Anthropogenic noise decreases urban songbird diversity and may contribute to homogenization. *Global change biology* 19: 1075–1084. <http://dx.doi.org/10.1111/gcb.12098>
- Ramírez-Restrepo L, Halffter G. 2016. Copro-necrophagous beetles (Coleoptera: Scarabaeinae) in urban areas: A global review. *Urban ecosystems* 19(3): 1179–1195. <https://doi.org/10.1007/s11252-016-0536-2>
- Rangel JL, Blanco OR, Gutierrez BP, Martínez NJ. 2012. Coleópteros coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) asociados a excrementos de mamíferos de la Reserva Natural Luriza (RNL), Departamento del Atlántico, Colombia. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* 50: 409–419.
- Rangel-Acosta JL, Martínez-Hernández NJ. 2017. Comparación de los ensamblajes de escarabajos copronecrófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) entre fragmentos de bosque seco tropical y la matriz adyacente en el departamento del Atlántico-Colombia. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 88(2): 389–401. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.03.012>
- R Core Team. 2021. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>
- Salomão RP, Alvarado F, Baena-Díaz F, et al. 2019. Urbanization effects on dung beetle assemblages in a tropical city. *Ecological Indicators* 103: 665–675. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.04.045>
- Sarmiento-Garcés R, Amat-García G. 2014. Escarabajos del género *Dichotomius* Hope 1838 (Scarabaeidae: Scarabaeinae) en Colombia. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional. 132 pp.
- Sarmiento-Garcés R, Hernández M. 2021. A decrease in taxonomic and functional diversity of dung beetles impacts the ecosystem function of manure removal in altered subtropical habitats. *Plos One* 16(1): e0244783. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0244783>
- Shizukuda K, Saito MU. 2021. Effects of human-dominated landscape on the community structure of silphid and dung beetles collected by carrion pitfall traps. *Entomological Science* 24(2): 157–168. <https://doi.org/10.1111/ens.12466>

- Smith A, Skelley P. 2007. A review of the Aphodiinae (Coleoptera: Scarabaeidae) of southern South America. *Zootaxa* 1458: 1-80. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.1458.1.1>
- Solís A, Kohlmann B. 2002. El género *Canthon* (Coleoptera: Scarabaeidae) en Costa Rica. *Giornale Italiano di Entomologia* 10(50): 1-68.
- Solís A, Kohlmann B. 2004. El género *Canthidium* (Coleoptera: Scarabaeidae) en Costa Rica. *Giornale Italiano di Entomologia* 11(52): 1-73.
- Stokstad E. 2004. Loss of dung beetles puts ecosystems in deep doo-doo. *Science* 305: 1230. <https://doi.org/10.1126/science.305.5688.1230a>
- Taboada-Verona C, Sermeño-Correa C, Sierra-Serrano O, Noriega JA. 2019. Checklist of the superfamily Scarabaeoidea (Insecta, Coleoptera) in an urban area of the Caribbean Colombia. *Check List* 15: 579-594. <https://doi.org/10.15560/15.4.579>
- Tonelli M, Verdú JR, Zunino M. 2018. Effects of the progressive abandonment of grazing on dung beetle biodiversity: body size matters. *Biodiversity and Conservation* 27: 189-204. <https://doi.org/10.1007/s10531-017-1428-3>
- Tovar HL, Noriega J, Caraballo P. 2016. Efecto de la ivermectina sobre la estructura del ensamble de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Aphodiinae-Scarabaeinae) en las sabanas colombianas de la región Caribe. *Actualidades Biológicas* 38: 157-166. <https://doi.org/10.17533/udea.acbi.v38n105a03>
- Whittaker RH. 1965. Dominance and diversity in land plant communities: numerical relations of species express the importance of competition in community function and evolution. *Science* 147: 250-260. <https://doi.org/10.1126/science.147.3655.250>

Agradecimientos / Acknowledgments:

A Claudia Medina Uribe por la corroboración de las especies.

Conflicto de intereses / Competing interests:

Los autores no incurrir en conflictos de intereses.

Rol de los autores / Authors Roles:

CSC: Conceptualización, Metodología, Validación, Redacción-revisión-edición. ALT: Redacción-revisión-edición. OMM: Análisis formal. JC: Metodología, Investigación, Curación de datos, Escritura- Preparación del borrador original. LRR: Redacción-revisión-edición. CTV: Análisis formal, Redacción-revisión-edición.

Fuentes de financiamiento / Funding:

Esta investigación no recibió ninguna financiación por parte de ninguna agencia, sector comercial o con fines de lucro.

Aspectos éticos / legales; Ethics / legals:

Los autores declaran que no violaron ni omitieron normas éticas o legales en esta investigación.