

Artículo original

Escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) en bosques sobre arena blanca de la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana, en la Amazonía peruana

[Dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) in white sand forest of the Allpahuayo Mishana National Reserve, in the Peruvian Amazon]

Christian Ampudia Gatty¹, Rita Vanesa Estrella Grández^{1*}, Pedro Eleodoro Pérez Peña²

1. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP). Facultad de Ciencias Biológicas. Ciudad Universitaria Zungarococha, San Juan Bautista, Maynas, Loreto, Perú. Correos electrónicos: cagatty@hotmail.com (C. Ampudia), vanystar19@hotmail.com (R. V. Estrella *Autor para correspondencia).
2. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). Dirección de Investigación en Diversidad Biológica Terrestre Amazónica (DBIO). Avenida Abelardo Quiñones km 2,5, San Juan Bautista, Loreto. Correo electrónico: pperez@iiap.gob.pe (P. E. Pérez-Peña).

Resumen

El estudio se realizó desde octubre de 2010 hasta abril de 2011 en el bosque sobre arena blanca, localmente conocido como varillal, en los siguientes tipos: alto húmedo (VAH), alto seco (VAS), bajo húmedo (VBH) y bajo seco (VBS) al interior de la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana, cerca del km 24,6 y 28,0 de la carretera Iquitos – Nauta, Loreto, Perú. El objetivo fue conocer la riqueza, abundancia, dominancia, diversidad y similitud de la comunidad de escarabajos coprófagos (Scarabaeinae) en los diferentes tipos de varillales utilizando trampas de caídas cebadas con heces humanas. Se colectaron 6 241 individuos pertenecientes a 16 géneros y 42 especies. La riqueza y medida de entropía o diversidad fueron mayores en VAH y VAS, pero mayor dominancia hubo en VBS y VBH. Las especies y abundancias entre los varillales altos y bajos fueron diferentes, así como entre los varillales bajos. Las especies *Canthidium* aff. *cupreum*, *Ateuchus* sp., *Dichotomius lucasi* y *Onthophagus haematopus* prefieren a los varillales alto seco y húmedo mientras que *Scybalocanthos* sp. prefiere a los varillales bajos. Los escarabajos coprófagos deben de ser utilizados como indicadores de cambios en la estructura de la vegetación.

Palabras clave: Abundancia, Insectos, Reserva Nacional, Riqueza, Trampas de caída.

Abstract

The study was conducted from October 2010 to April 2011 on the white sand forest, locally known as "varillal", in the following forest types: high humid (VAH), high dry (VAS), low humid (VBH) and low dry (VBS) at the Allpahuayo Mishana National Reserve, Iquitos-Nauta road (km 24,6 and 28), Loreto, Peru. The objective was to know the richness, abundance, dominance, diversity and similarity of the dung beetles (Scarabaeinae) community in different varillal types using fall traps baited with human feces. We collected 6 241 individuals belonging to 16 genera and 42 species. The richness and entropy or diversity were higher in VAH and VAS, but the dominance was higher in VBS and VBH. The species composition and the species abundances between the high and low varillal were different, as well as between the low varillal. *Canthidium* aff. *cupreum*, *Ateuchus* sp., *Dichotomius lucasi* and *Onthophagus haematopus* have preference for high dry and humid varillal, while *Scybalocanthos* sp. has preference for low varillal. Dung beetles should be used as indicators of changes on the vegetation structure.

Keywords: Abundance, Insects, Pit fall traps, Richness.

INTRODUCCIÓN

Los coleópteros coprófagos de la familia Scarabaeidae al remover cantidades de masas fecales sirven como transportadores de semillas, y agentes de control biológico de nemátodos gastrointestinales y de larvas de algunos dípteros que cumplen su ciclo de vida en los excrementos. Los cambios en las poblaciones de mamíferos, aves y reptiles por la alteración del hábitat, pueden afectar la riqueza local de escarabajos coprófagos, ya que este grupo de insectos están ligados al excremento que proveen los vertebrados mencionados (Escobar, 1994; Medina y Kattan, 1996; y Medina *et al.*, 2002). Además, tienen gran importancia en el proceso de reciclaje de nutrientes en un ecosistema, los cuales pueden verse afectados por alteraciones medioambientales (Cambefort, 1991). En las regiones neotropicales es el principal reciclador del excremento de mamíferos omnívoros y herbívoros (Howden y Young, 1981; Gill, 1991), siendo éste el principal recurso donde los adultos realizan la ovoposición (Halffter y Edmonds, 1982; Cambefort y Hanski, 1991). Cualquier alteración ambiental que afecte la comunidad local de estos coleópteros también afectará de manera directa o indirecta los procesos en la cadena alimenticia, la descomposición del detritus y el flujo de nutrientes (Larsen y Forsyth, 2005).

Los escarabajos coprófagos de la subfamilia Scarabaeinae son utilizados como herramienta y grupo focal en caracterizaciones biológicas, evaluaciones ecológicas rápidas y monitoreo de la biodiversidad, este grupo ha despertado interés entre entomólogos, además se ha convertido en herramienta para los cursos que implementan variados ejercicios sobre metodologías de muestreo, estimativos de diversidad, base de datos que facilitan el análisis e interpretación de la información sobre biodiversidad (Halffter y Favila, 1993; Favila y Halffter, 1997; Villarreal *et al.*, 2004).

Actualmente se conocen aproximadamente 6 000 especies y 200 géneros de escarabajos coprófagos (Scarabaeinae) en el mundo. Gran parte de esta fauna se encuentra distribuida en

la zona tropical con cerca de 1 300 especies y alrededor de 70 géneros (Halffter, 1991). En el Neotrópico se han registrado 1 230 especies de Scarabaeinae (Hamel *et al.*, 2006). En el Perú se han registrados aproximadamente 200 especies de Scarabaeinae (Larsen *et al.*, 2006), pero el conocimiento de los escarabajos coprófagos aún es incipiente (Figueroa *et al.*, 2014), por lo cual es necesario el desarrollo de investigaciones de este grupo de insectos.

La Reserva Nacional Allpahuayo Mishana se caracteriza por presentar bosques sobre arena blanca conocidos localmente como varillales. Estos bosques constituyen hábitats muy frágiles y únicos que tienen especies endémicas y especializada (Álvarez, 2006). Los bosques de arena, blanca de acuerdo a su composición, estructura y humedad del suelo, fueron clasificados en cinco tipos: bajo húmedo, bajo seco, alto húmedo, alto seco y chamizal (García *et al.* 2003)

Con la finalidad de contribuir al conocimiento de coleópteros en la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar la diversidad de escarabajos coprófagos en cuatro tipos de varillales: alto seco, bajo seco, alto húmedo y bajo húmedo, de la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana en Loreto, Perú.

MATERIALES Y MÉTODO

Área de estudio

El presente estudio se realizó en cuatro tipos de bosques de arena blanca, conocidos localmente como varillales. Siguiendo la nomenclatura de García *et al.* (2003) se estudiaron el varillal alto seco, varillal bajo seco, varillal alto húmedo y varillal bajo húmedo; ubicados en la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana cerca del km 24,6 (E 676673, S 9563346, UTM 18) y km 28,0 (E 674663, S 9559874, UTM 18) de la carretera Iquitos – Nauta y a 145 msnm y 151 msnm respectivamente. Al suroeste de la zona de estudio se ubica la ciudad de Iquitos, el río Nanay hacia el noroeste y la carretera Iquitos - Nauta hacia el sur. El área se ubica en el distrito San Juan

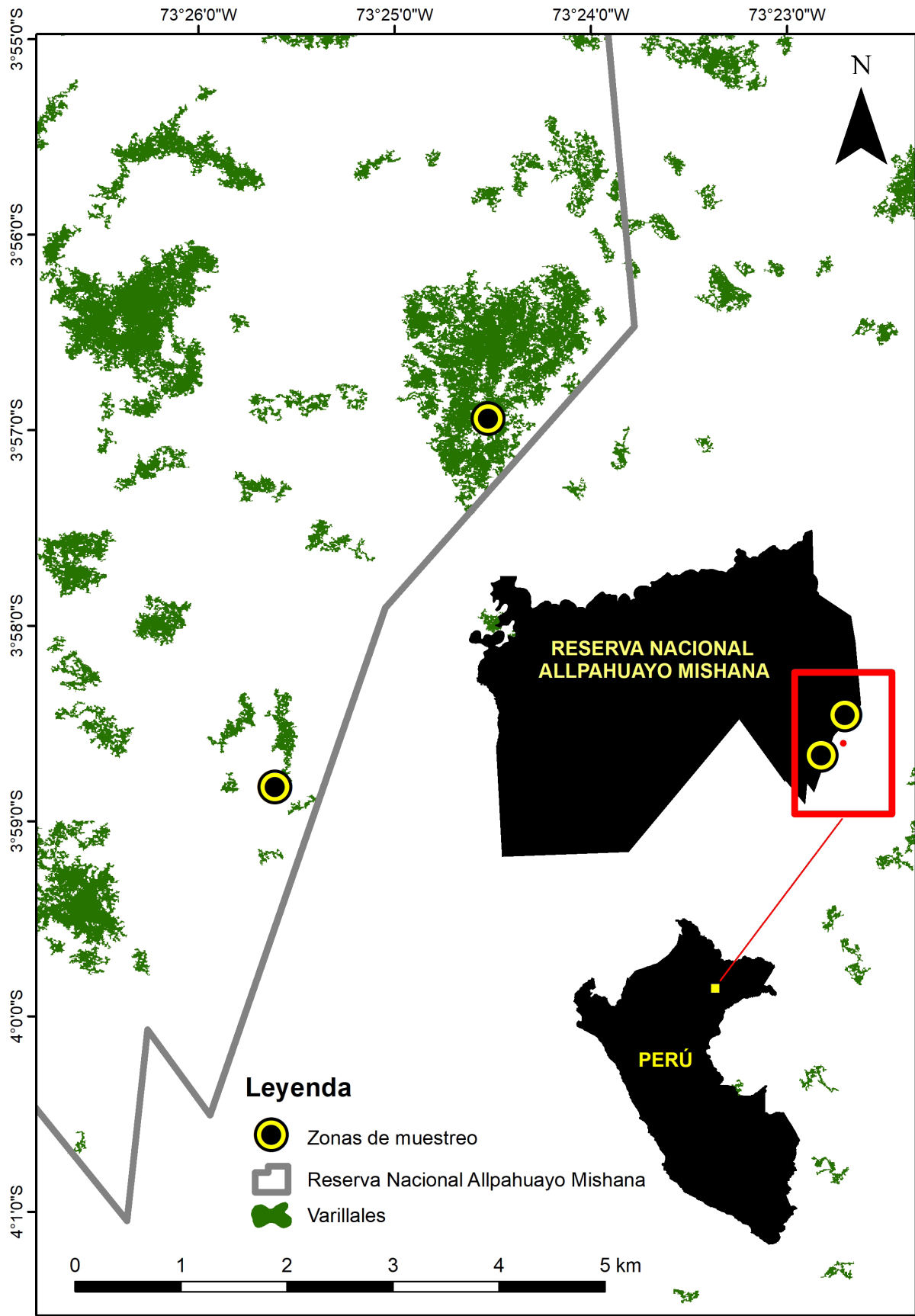


Figura 1. Mapa de localización del área de estudio en la Reserva Nacional Allpahuayo – Mishana, San Juan Bautista, Loreto, Perú.

Bautista, provincia Maynas, departamento Loreto (Figura 1). En cada lugar de muestreo, las trampas fueron distribuidas en tres transectos lineales; cinco trampas de caídas por transecto; un total de quince trampas por bosque evaluado y la distancia entre transectos y trampas fue de 50 m. El estudio se realizó de octubre 2010 a abril 2011 y se hizo un muestreo por mes durante cuatro meses; cada muestreo tuvo una duración de 48 horas. Es decir, en cada bosque se tuvo 2 880 horas/trampa y en total, el estudio tuvo un esfuerzo de 11 520 horas/trampa.

Captura de los especímenes de escarabajos coprófagos

Se emplearon 60 trampas de caída modificada (Newton y Peck, 1975), las cuales fueron envases de plástico de 15 cm de alto y 9 cm de diámetro, alambre galvanizado N° 12 y envases de tecnopor (poliestireno expandido) de 2 onzas de capacidad para el cebo utilizado (heces humanas). Las trampas se colocaron en hoyos de 15 cm de profundidad y dejando la parte superior al nivel del suelo. El alambre galvanizado fue doblado a en un tercio de su longitud y se enterró en forma de L invertida junto a la trampa. Los envases que contenían el cebo fueron atravesados por el tercio del alambre galvanizado por la parte superior. Cada trampa contenía agua con detergente para evitar que escapen y al mismo tiempo tener una mejor conservación de los escarabajos capturados hasta el día de colecta.

Colecta de escarabajos coprófagos

Las colectas se realizaron 48 horas después de colocadas las trampas, se utilizaron envases de plástico de boca ancha con capacidad de 4 onzas, etiquetados con: código del bosque, fecha de colecta, número de muestreo y transecto. La conservación de las muestras se realizó en pequeños envases de vidrio con tapas herméticas con alcohol al 96 %.

Determinación de especímenes

Se realizó en el laboratorio de Fauna del Departamento Académico de Ecología y Fauna de la Facultad de Ciencias Biológicas (FCB) de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP). La determinación de los especí-

menes colectados fue a nivel de morfoespecie y género, y en el Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM) fueron donde se identificaron hasta el nivel de especie. Se utilizaron estereoscopios y claves de identificación de: Edmonds (1994), Vitolo (2000), Medina y Lopera (2000), Edmonds (2000), Edmonds y Zidek (2004), láminas de Larsen y Génier (2008a), Larsen y Génier (2008b), Génier (2009) y Edmonds y Zidek (2010). Además, se contaron con las colecciones entomológicas del Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos y también realizamos la consulta a la página web Scarabaeinae Dung Beetles: <http://scarabaeinae.myspecies.info/> Las muestras determinadas fueron medidas con un vernier y fotografiadas. Finalmente, los especímenes determinados fueron montados y depositados en el Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Estimación de la riqueza, abundancia, diversidad y dominancia

La riqueza observada se determinó contando el número de especies y morfoespecies de acuerdo al tipo de varillal. La riqueza esperada fue estimada mediante el estimador no paramétrico de Chao 1. La abundancia fue sinónimo del número de individuos colectados. La diversidad o medida de entropía fue estimada mediante el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'). Así mismo, la información se complementó mediante el índice de dominancia, una medida fuertemente influenciada por la importancia de las especies más abundantes.

Estos análisis fueron analizados mediante el software estadístico PAST 3.17 (Hammer *et al.* 2001).

Comparación de la riqueza, abundancia e índices de diversidad de escarabajos coprófagos

La identificación de las variables más importantes entre riqueza (observada y esperada), abundancia, diversidad y dominancia de escarabajos coprófagos de los diferentes tipos de varillal fue realizada mediante el Análisis de Componentes Principales con matriz de covarianza

y correlación. La comparación de la abundancia de especies entre varillales fue realizada con el ANOSIM, la cual utiliza el índice de Bray Curtis y probó la hipótesis nula que no hay diferencia entre los tipos de varillales.

RESULTADOS

Riqueza, abundancia, dominancia y diversidad

Se colectaron 6241 individuos de 16 géneros y 42 especies (ver Anexo). Los géneros que fueron más colectados fueron: *Dichotomius* (1639), *Eurysternus* (1112), *Scybalocanthon* (915), *Canthon* (600), *Canthidium* (582) y *Uroxys* (439); representando el 84,73 % del total. Las especies más colectadas fueron: *Ateuchus* sp., *Canthidium* aff. *cumpreum*, *Canthon aequinotialis*, *Canthonella* sp., *Dichotomius lucasi*, *Eurysternus caribaeus*, *Eurysternus cayennensis*, *Eurysternus hypocrita*, *Onthophagus haematopus*, *Scybalocanthon* sp., *Uroxys* sp. 2 y *Uroxys* sp 3, representando el 88,24 % del total.

Los análisis en cada unidad de muestreo revelaron que el varillal alto húmedo, con una mediana de 29 especies, fue el que tuvo mayor número de registros mientras que el varillal bajo seco solamente tuvo 22 especies. Los demás varillales, alto seco y bajo húmedo, tuvieron una mediana de 26 especies. El análisis de riqueza esperada indicó también que el varillal alto húmedo tiene mayor cantidad de especies mientras que los demás varillales variaron entre 28 y 29 especies. Ambos análisis, sugieren que el varillal alto húmedo tiene mayor número de especies.

El varillal alto húmedo, con 521 individuos, tuvo el mayor número, seguido de los varillales alto seco con 478 individuos, bajo húmedo con 329 y por último el bajo seco con 216 individuos. La dominancia de especies fue mayor en los varillales bajo húmedo y alto seco, seguido del alto húmedo y bajo seco. Los valores de diversidad fueron inversos a la dominancia, donde mayores valores fueron obtenidos en los varillales bajo seco y alto húmedo mientras que la diver-

sidad más baja fueron en los varillales alto seco y bajo húmedo (Tabla 1).

En el varillal alto seco hay dominancia de *Dichotomius lucasi* con 181 individuos y en el varillal bajo húmedo esta *Scybalocanthon* sp. con 175 individuos. Estas son las especies más abundantes de los varillales con mayor índice de dominancia. El varillal alto húmedo tiene a *Dichotomius lucasi* con 140 individuos y el varillal bajo seco a *Scybalocanthon* sp. con 53 individuos (Figura 2).

Similitud

La abundancia de las especies de escarabajos coprófagos pueden diferenciar los tipos de varillales al 51,66 % en el eje I y al 13,01 % en el eje II (Figura 3). Es así que *Canthidium* aff. *cumpreum*, *Ateuchus* sp., *Dichotomius lucasi* y *Onthophagus haematopus* son las especies que ayudan a diferenciar a los varillales alto seco y húmedo; estas especies prefieren estar en los varillales de dosel elevado. En tanto que, *Scybalocanthon* sp. prefiere estar en los varillales bajos húmedo y seco, aquellos de dosel bajo.

Las especies y abundancia de escarabajos coprófagos se diferencian entre los varillales altos y bajos (ANOSIM=0,92; P=0,001); así también entre los varillales bajos seco y húmedo (ANOSIM=0,54; P=0,01), pero entre los varillales altos (húmedo y seco) no hay diferencia (ANOSIM=0,06; P=0,24). Es decir, los escarabajos coprófagos son similares en varillales de dosel elevado, pero difieren entre varillales de dosel bajo.

Los parámetros de diversidad se pueden diferenciar al 46,29 % en el eje del componente I, en donde la riqueza observada y esperada, y la diversidad fueron mayores en los varillales altos, pero se tuvo mayor dominancia en los varillales bajos. En el componente II se puede diferenciar al 37,97 % y se nota que el número de individuos es mayor en los varillales altos y menor en los varillales bajos (Figura 4).

La riqueza observada y esperada, abundancia, dominancia y diversidad fueron diferentes en-

Tabla 1. Índices de Simpson y Shannon para los cuatro subtipos de bosques de varillal evaluados en la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana.

Índice	Varillal alto húmedo	Varillal alto seco	Varillal bajo húmedo	Varillal bajo seco
Riqueza observada	29 (29-33)	26 (21-27)	26 (24-27)	22 (19-23)
Riqueza esperada	33 (31-37)	28 (23-31)	28 (27-28)	29 (21-44)
Abundancia	521 (332-573)	478 (360-581)	329 (253-508)	216 (155-392)
Dominancia	0,17 (0,11-0,30)	0,24 (0,12-0,61)	0,26 (0,17-0,39)	0,14 (0,11-0,18)
Índice de diversidad	2,34 (1,99-2,55)	2,15 (1,09-2,56)	2,07 (1,86-2,42)	2,36 (2,17-2,48)

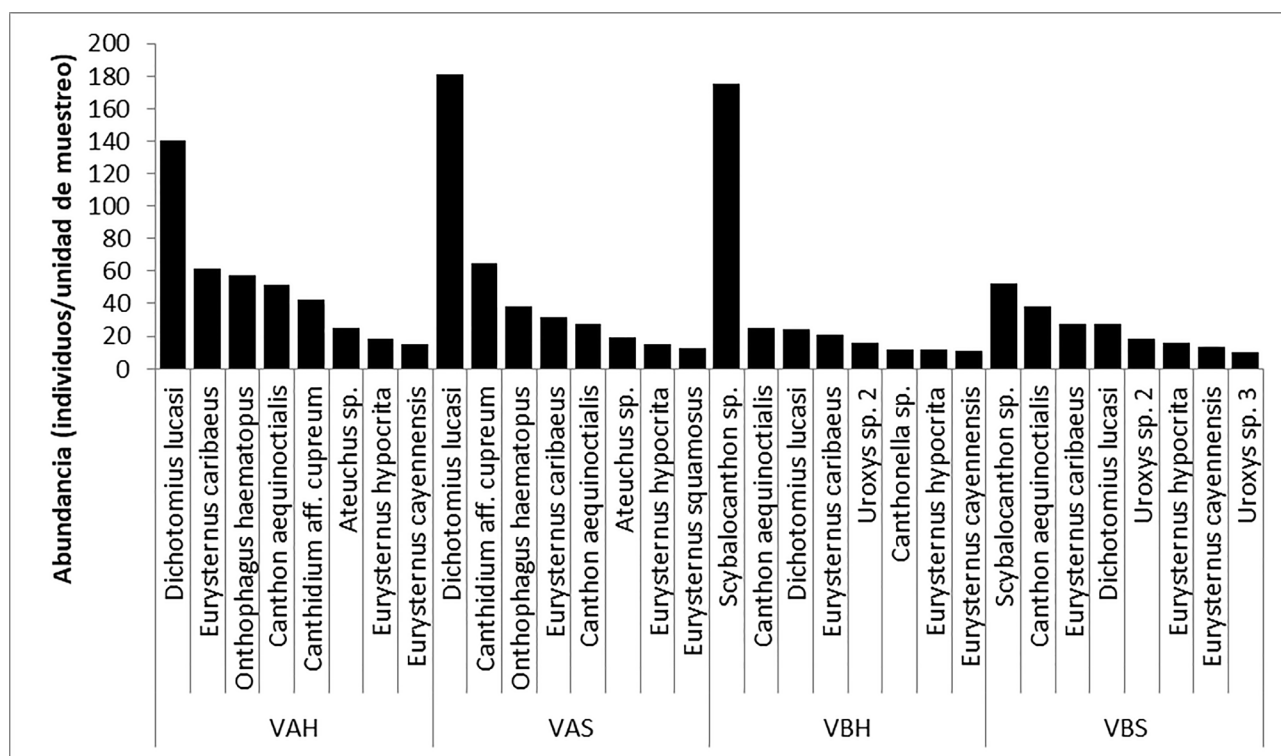


Figura 2. Especies más dominantes de escarabajos coprófagos en los cuatro varillales.

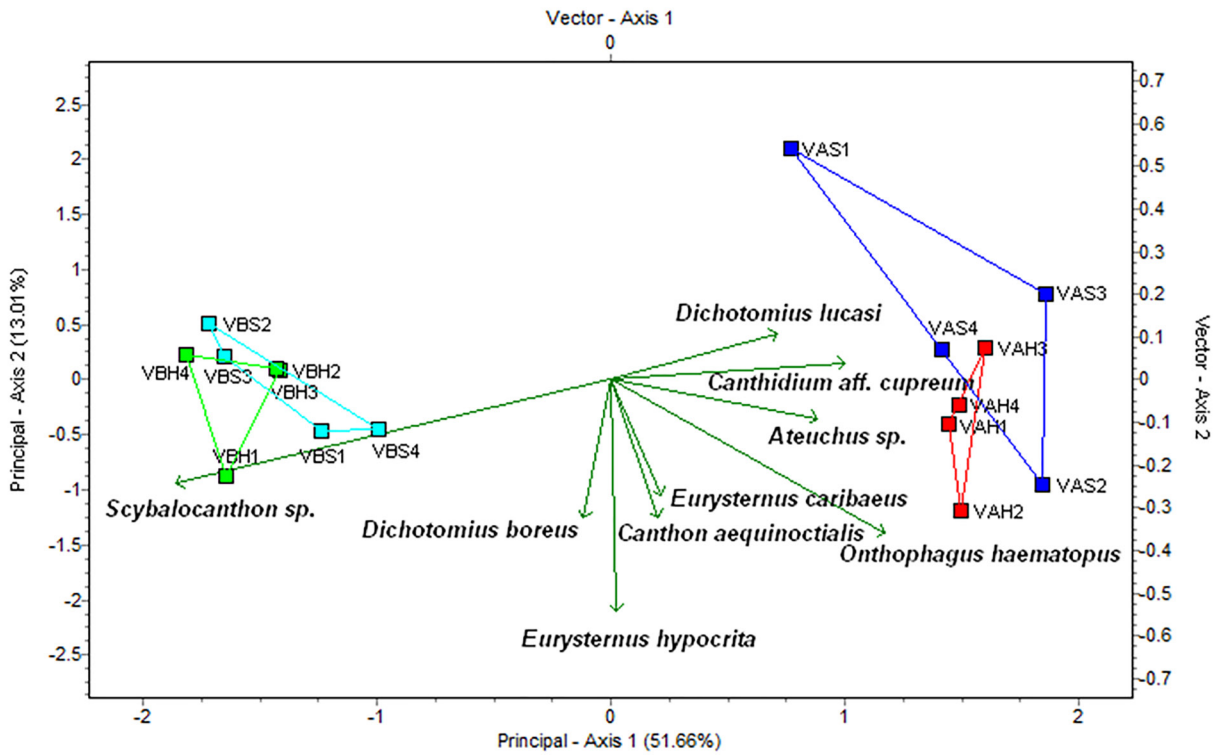


Figura 3. Análisis de componentes principales de las abundancias de especies en los cuatro varillales. La línea verde más larga indica la variable más importante; cada polígono indica un tipo de varillal. VBS= varillal bajo seco, VBH= varillal bajo húmedo, VAS= varillal alto seco, VAH= varillal alto húmedo.

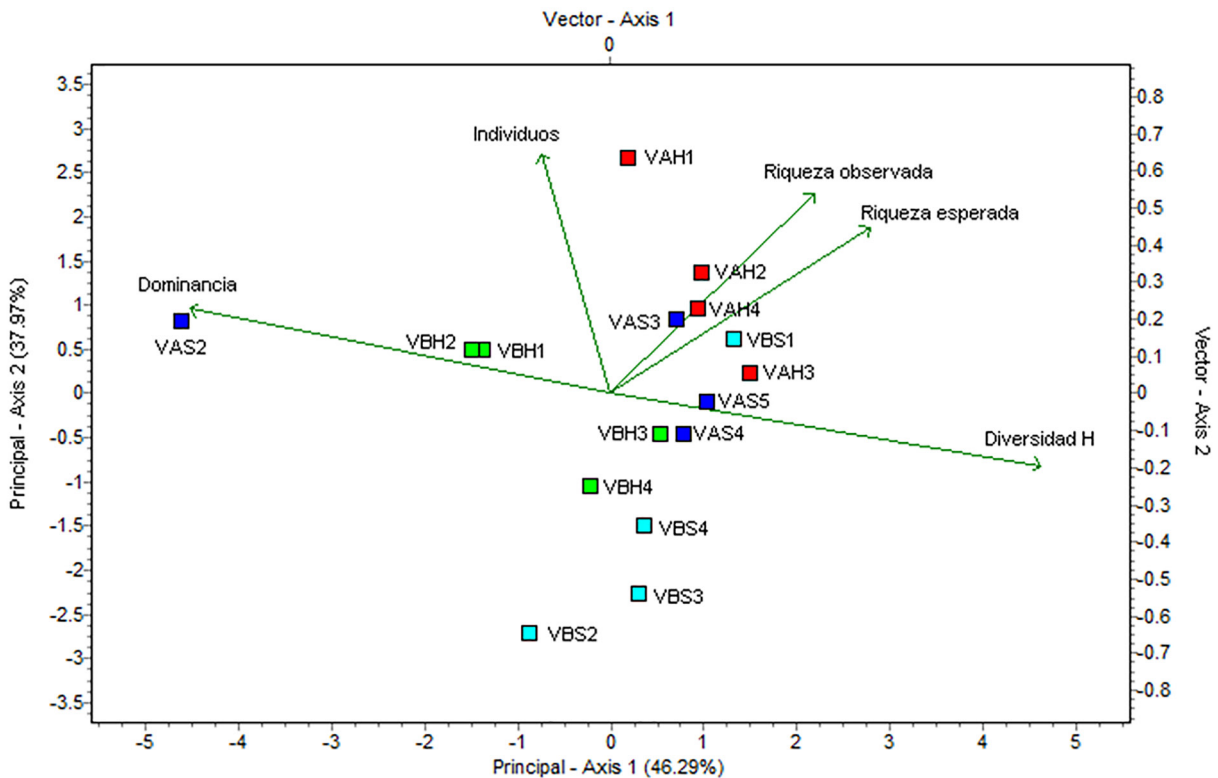


Figura 4. Análisis de componentes principales de los parámetros de diversidad en los cuatro varillales. La línea verde más larga indica la variable más importante. Las abreviaciones de los varillales se vieron anteriormente.

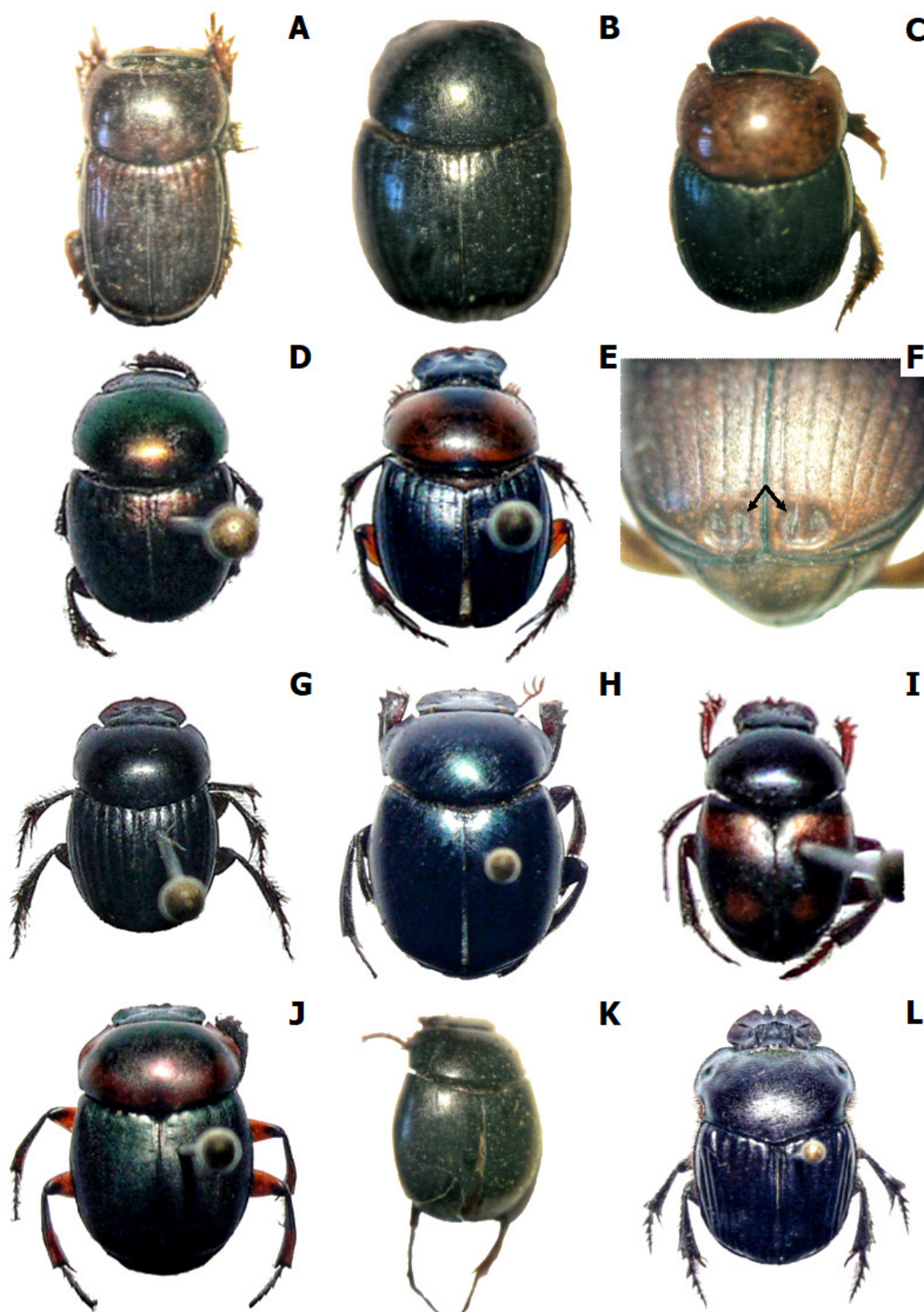


Figura 5. Escarabajos coprófagos (Scarabaeinae) de la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana, Perú: A) *Anomiopus* sp. (3,35 mm); B) *Ateuchus* sp. (7,55 mm); C) *Canthidium* aff. *bicolor* (4,8 mm); D) *Canthidium* aff. *cupreum* (6,55 mm); E) *Canthidium gerstaeckeri* (8,65 mm); F) Flecha indica la fóvea en parte final del élitro de *Canthidium gerstaeckeri*; G) *Canthidium* aff. *lentum* (7,55 mm); H) *Canthon aequinoctialis* (12,3 mm); I) *Canthon subhyalinus* (6,35 mm); J) *Canthon* sp. (9,1 mm); K) *Canthonella* sp. (4,15 mm); L) *Coprophanaeus callegarii* (16,7 mm).

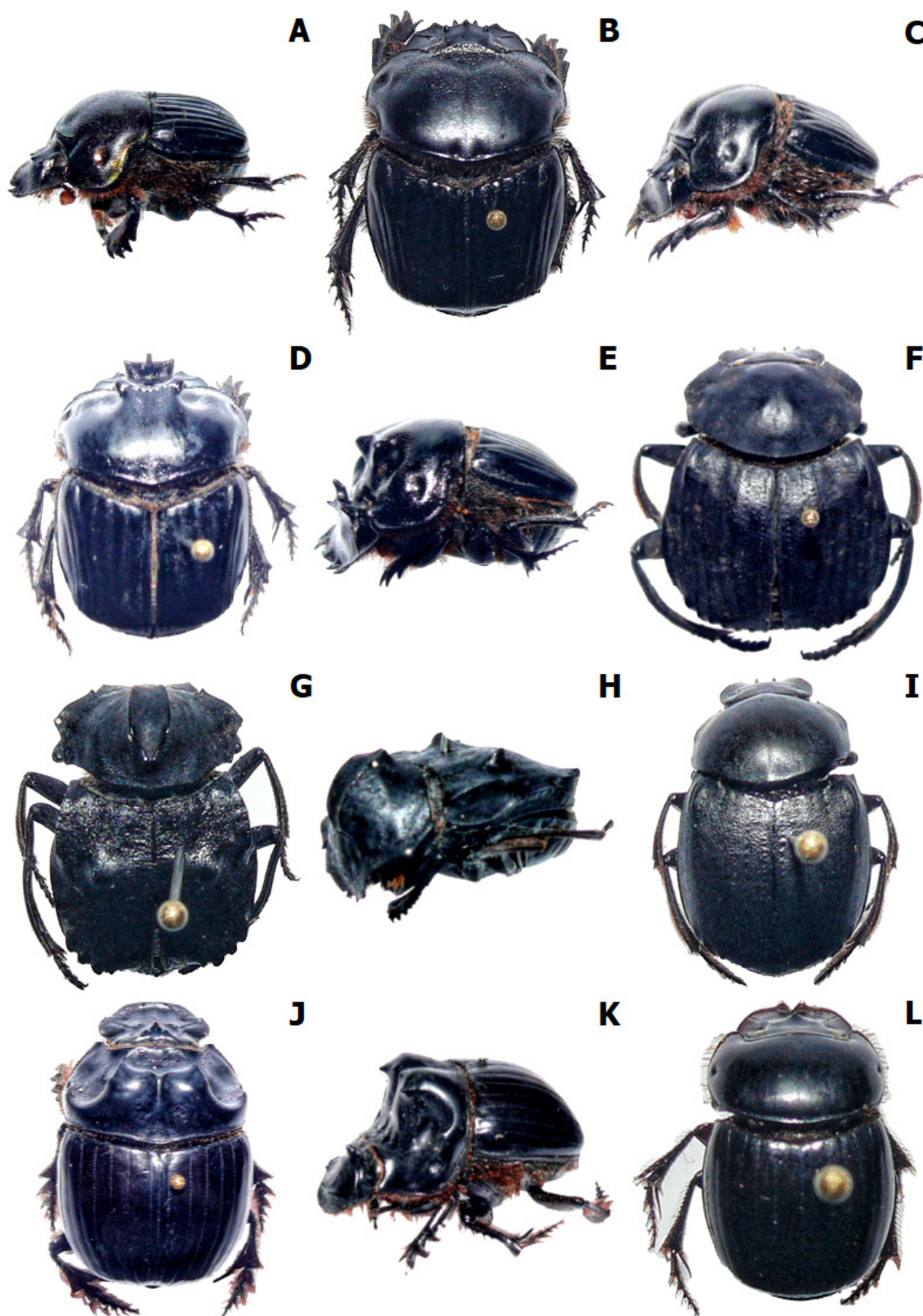


Figura 6. Escarabajos coprófagos (Scarabaeinae) de la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana, Perú: A) Vista lateral de *Coprophanaeus callegarii*; B) *Coprophanaeus telamon* (♀, 21,15 mm); C) Vista lateral de *C. telamon* (♀); D) *Coprophanaeus telamon* (♂, 21,35 mm); E) Vista lateral de *C. telamon* (♂); F) *Deltochilum* aff. *amazonicum* (23,2 mm); G) *Deltochilum carinatum* (14,8 mm); H) Vista lateral de *Deltochilum carinatum*; I) *Deltochilum* sp. (15,35 mm); J) *Dichotomius boreus* (29,5 mm); K) Vista lateral de *Dichotomius boreus*; L) *Dichotomius lucasi* (12,6 mm).

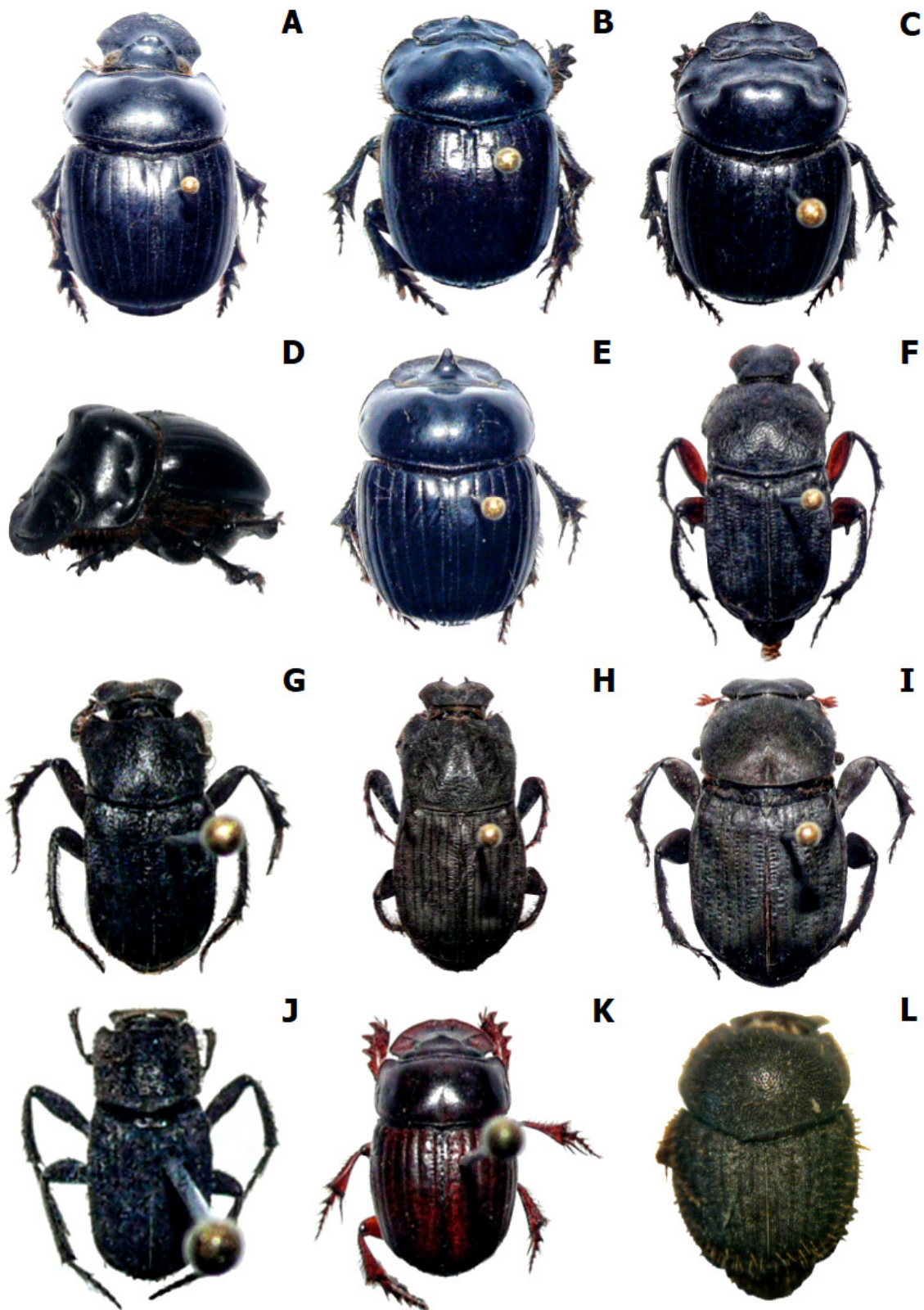


Figura 7. Escarabajos coprófagos (Scarabaeinae) de la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana, Perú: A) *Dichotomius mamillatus* (24,3 mm); B) *Dichotomius ohausi* (♀, 15,4 mm); C) *Dichotomius ohausi* (♂, 15,45 mm); D) Vista lateral de *Dichotomius ohausi* (♂); E) *Dichotomius robustus* (16,25 mm); F) *Eurysternus caribaeus* (21,65 mm); G) *Eurysternus cayennensis* (9,85 mm); H) *Eurysternus foedus* (19,25 mm); I) *Eurysternus hypocrita* (18,45 mm); J) *Eurysternus squamosus* (7,75 mm); K) *Ontherus* sp. (9,6 mm); L) *Onthophagus coscineus* (3,5 mm).

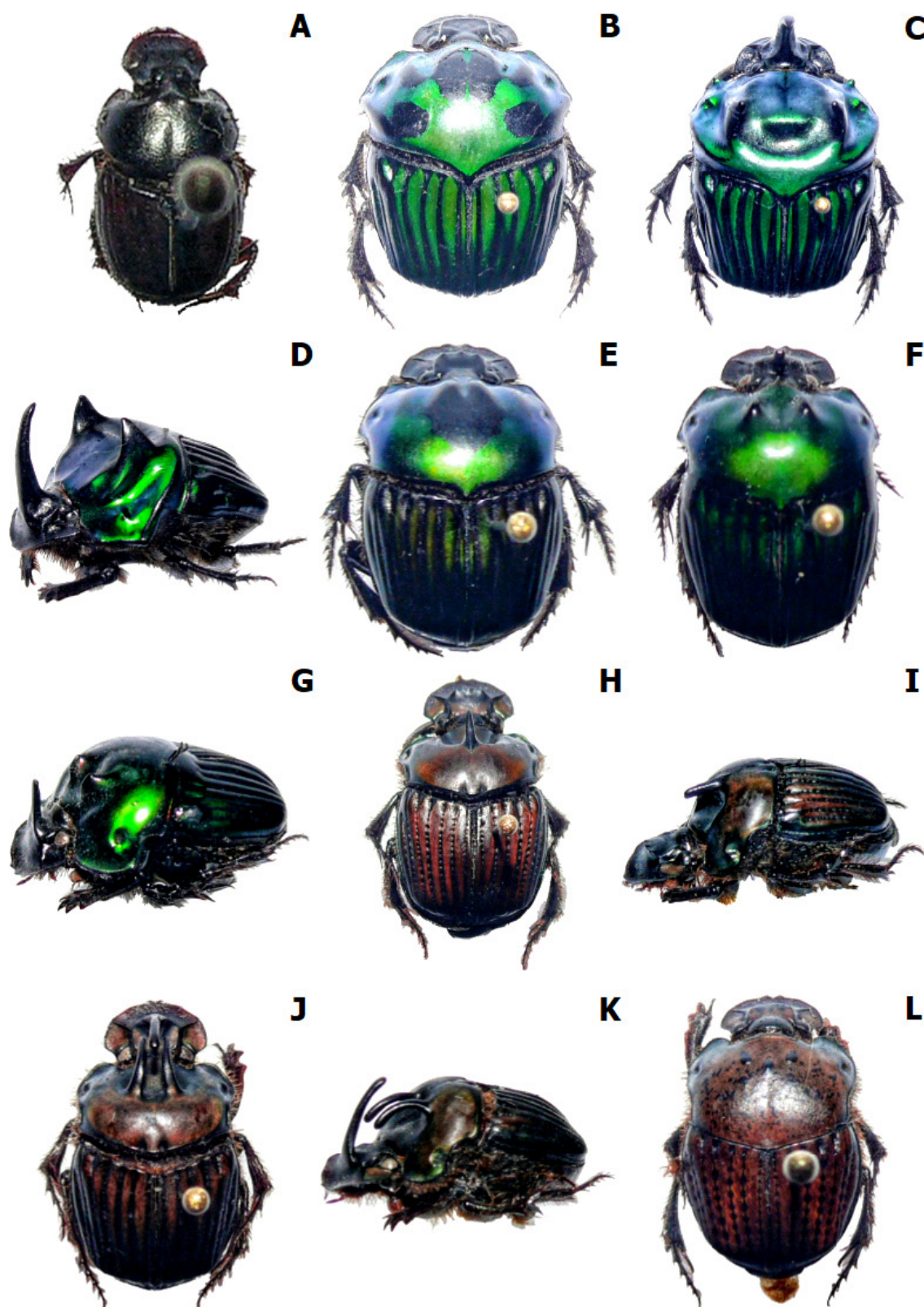


Figura 8. Escarabajos coprófagos (Scarabaeinae) de la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana, Perú: A) *Onthophagus haematopus* (7,05 mm); B) *Oxysternon conspicillatum* (♀, 22,25 mm); C) *Oxysternon conspicillatum* (♂) (24,4 mm); D) Vista lateral de *Oxysternon conspicillatum* (♂); E) *Oxysternon silenus* (♀, 16,2 mm); F) *Oxysternon silenus* (♂, 16,25 mm); G) Vista lateral de *Oxysternon silenus* (♂); H) *Phanaeus bispinus* (♀, 18,2 mm); I) Vista lateral de *Phanaeus bispinus* (♀); J) *Phanaeus bispinus* (♂, 16,35 mm); K) Vista lateral de *Phanaeus bispinus* (♂); L) *Phanaeus cambeforti* (♀, 13,45 mm).

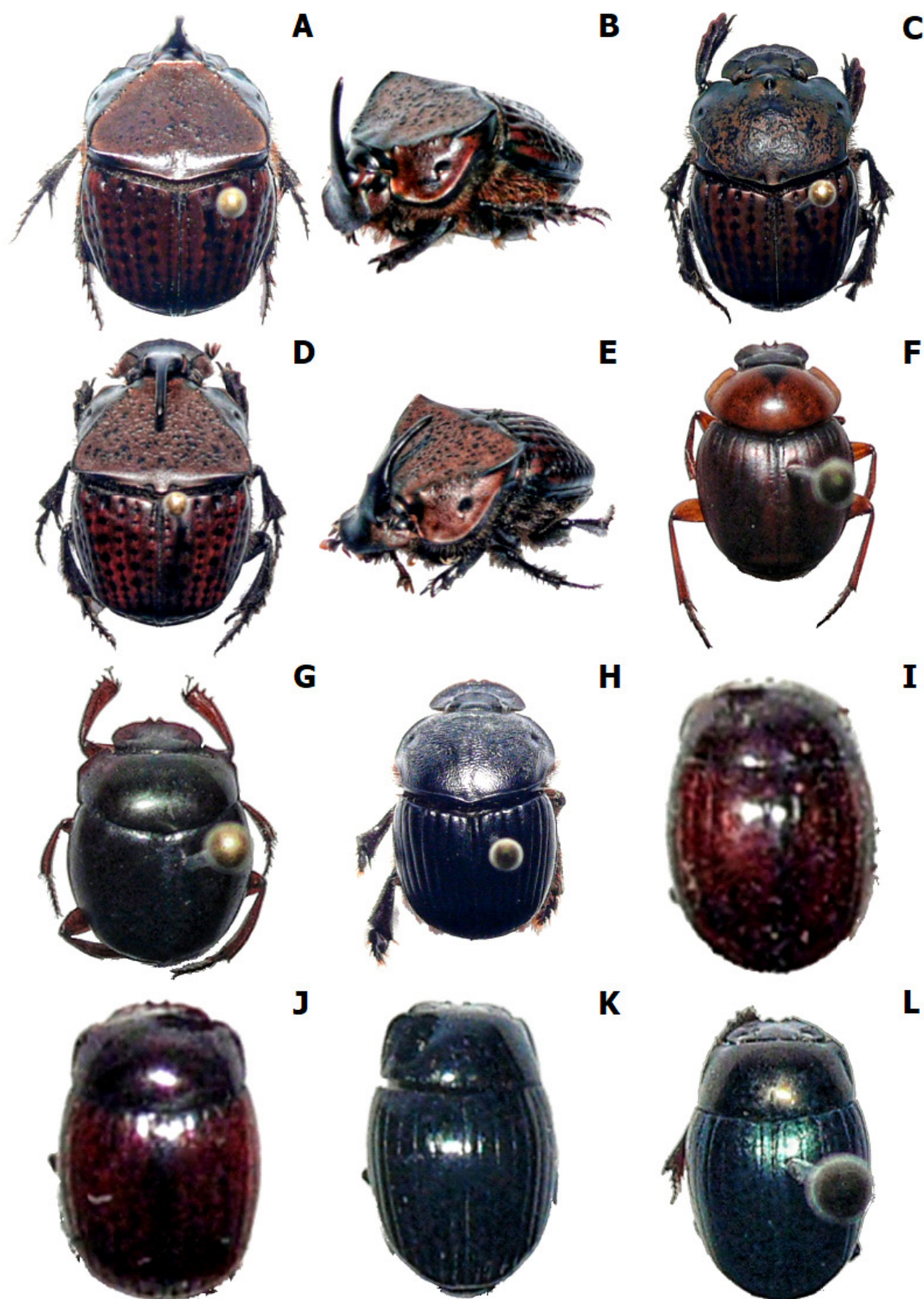


Figura 9. Escarabajos coprófagos (Scarabaeinae) de la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana, Perú: A) *Phanaeus cambeforti* (♂, 24,3 mm); B) Vista lateral de *Phanaeus cambeforti* (♂); C) *Phanaeus chalcomelas* (♀, 15,55 mm); D) *Phanaeus chalcomelas* (♂, 16,75 mm); E) Vista lateral de *Phanaeus chalcomelas* (♂); F) *Scybalocanthon* sp. (9,45 mm); G) *Sylvicanthon* aff. *bridarolii* (8,05 mm); H) *Tetramereia convexa* (12,9 mm), primer registro de especie para Perú, Ampudia et al. (2012); I) *Uroxys* sp. 1 (3,35 mm); J) *Uroxys* sp. 2 (7,5 mm); K) *Uroxys* sp. 3 (5,3 mm); L) *Uroxys* sp. 4 (6,35 mm).

tre los varillales altos y bajos (ANOSIM=0,29; $P=0,015$), pero no hubo diferencias entre los varillales bajos (ANOSIM=0,09; $P=0,27$) y tampoco entre los varillales altos (ANOSIM=0,09; $P=0,53$). Fue muy importante notar que solamente el varillal bajo seco fue el causante de la diferencia entre los varillales altos y bajos ($P=0,04$) mientras que el varillal bajo húmedo parece ser un intermedio entre los varillales bajos y altos ($P>0,15$).

DISCUSIÓN

El estudio registró un total de 42 especies, el cual fue mayor a aquellos que tuvieron un sólo tipo de hábitat perturbado como el de Amézquita *et al.* (1999) y Martínez (2007) quienes reportaron 32 y 14 especies; también fue mayor a estudios que tuvieron varios tipos de bosques perturbados, como el de Hernández *et al.* (2003), quienes registraron 33 especies en seis hábitats diferentes (bosque secundario, bosque ripario, bosque poblado de matorrales y maleza, cercas vivas, potreros de alta y baja cobertura arbórea). Parece que a mayores elevaciones la riqueza también disminuye (Romero-Samper 2009); los resultados del estudio de García y Pardo (2004) en bosques muy húmedo pre-montano y montano bajo mostraron un registro de 16 especies, asimismo, Jiménez y Mendieta (2008) estudiaron en cuatro tipos de hábitats con predominio del régimen seco y registraron 26 especies.

Sin embargo, nuestro registro resulta menor cuando se estudia varios tipos de hábitat no perturbados, como el de Vidaurre *et al.* (2008) quienes registraron 57 especies en cuatro tipos de bosque (bosque chaqueño transicional con y sin palma, bosque de palmas y bosque chaqueño transicional con palma mal drenado) en el palmar de las Islas, Santa Cruz, Bolivia. También resultó menor en comparación con estudios que emplearon mayor número de técnicas de captura. Chamorro *et al.* (2019) en un bosque de tierra firme y en un bosque siempre verde de piedemonte, emplearon 11 técnicas de captura y colectaron un total de 65 especies

durante 18 meses; resaltaron que la trampa de caída cebada con heces de humano fue la que registró el mayor número de especies. Es decir, un estudio que abarca muchos hábitats no perturbados, varias técnicas de captura y mayor tiempo de muestreo obtendrá mayor número de especies de escarabajos coprófagos.

Los escarabajos coprófagos prefieren lugares con mayor cobertura arbórea, humedad y suelos con mayor cantidad de hojarasca (Delgado-Gómez 2012) y tienen alta riqueza y abundancia en lugares en buen estado de conservación (Medina y Camero, 2006; Damborsky *et al.*, 2008). La especie *Canthidium* aff. *cupreum* es la especie más indicada para diferenciar los varillales altos y bajos. En un estudio comparativo entre bosques en buen estado de conservación y una zona ganadera, esta especie fue más abundante en el bosque con buen estado de conservación (Robledo-Valencia, 2012), quizás porque tuvo mayor cobertura boscosa, es por ello que se encuentra en los varillales alto seco y húmedo.

En los varillales, la buena cobertura arbórea y alta humedad pueden ser las variables más importantes, es posible que estas variables permitieron a los varillales altos tener mayor riqueza y abundancia. El grosor de hojarasca no es una variable predecible de la mayor riqueza o abundancia porque estos están en el varillal alto y bajo (García-Villacorta *et al.*, 2003). En los varillales altos de la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana se encontraron mayores densidades y biomasa fresca de macrofauna en comparación a los varillales bajos secos o chamizales (Tapia-Coral *et al.*, 2002), es decir, parece que en los varillales altos ocurren intensamente los procesos de descomposición.

Es posible que los patrones de diversidad y abundancia de invertebrados sean congruentes con la clasificación de los varillales por tener un desplazamiento menor y por ser sensibles a cambios mínimos en la estructura de la vegetación, pero no se nota de igual forma en vertebrados que tienen rangos domiciliarios más grandes. Rivera (1999) encontró mayor

número de especies de anfibios y reptiles en varillal bajo seco, pero menor en varillal bajo húmedo y una cantidad intermedia de especies en el varillal alto húmedo, es decir no hay coherencia con la clasificación de varillales, porque la herpetofauna de tierra firme está fuertemente influenciado por la presencia de cuerpos de agua o quebradas (Menin *et al.* 2011; Ribeiro *et al.* 2012) y estos pueden cruzar diferentes tipos de varillales. En aves, la especialización de 26 especies ocurre a nivel del varillal como una vegetación en general (Alonso *et al.*, 2013) mas no por tipos de varillales, además se sabe que hay un fuerte intercambio de especies entre los varillales y sus alrededores (Grández-Casado y Vásquez-Arévalo 2016). La mayoría de plantas que ocurren están en todos los tipos de varillales, por ello se cree que esta clasificación no sigue la función que cumple una vegetación (Fine, 2010) que puede influenciar en la preferencia de los animales más grandes. En mamíferos mayores no existe alguna especie especialista de estos tipos de bosque, quizás porque sus rangos domiciliarios son más grandes que los varillales. Inicialmente se creía que el primate pequeño *Cheracebus lucifer* era una especie que habitaba únicamente los varillales (Aquino y Encarnación 1994), pero estudios posteriores indicaron que estaba en diferentes hábitats (Lawrence 2016).

Todo indica que los escarabajos coprófagos, en especial *Canthidium aff. cupreum*, son buenos indicadores a los cambios en un tipo de vegetación, por tal motivo su uso como grupo indicador debe de ser más aprovechado en especial cuando haya proyectos de infraestructura o de desarrollo que implican cambio de uso de suelo. Esto permitiría ahorrar recursos financieros orientados a un solo indicador de buena sensibilidad a cambios en la estructura de la vegetación.

CONCLUSIÓN

Se registró un total de 42 especies y 16 géneros de escarabajo coprófagos. Los varillales altos tuvieron mayor riqueza y entropía (diversidad) y abundancia en comparación con los varillales bajos, las cuales tuvieron mayor índice de dominancia. Hubo diferencia entre las especies y abundancias de escarabajos coprófagos entre los varillales altos y bajos, así como entre los varillales bajos. El varillal bajo húmedo parece albergar una comunidad intermedia entre varillal bajo y alto. De todas las especies, parece que *Canthidium aff. cupreum*, *Ateuchus sp.*, *Dichotomius lucasi* y *Onthophagus haematopus* son las que ayudan a diferenciar a los varillales alto seco y húmedo del resto, y *Scybalocanthos sp.* prefiere los varillales bajos.

AGRADECIMIENTO

Gracias a Enrique Ampudia, Ivonne Gatty, Victor Estrella y Gloria Grández por el financiamiento del presente trabajo. A Trond H. Larsen, Carlos Encinas, Rider Tamani, Roland Rengifo y Franco Isuiza por sus apoyos en la ejecución de la presente investigación. Y a Carlos Rivera y Mario Yomona por las facilidades para el ingreso a la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, J. A., Metz, M. R. y Fine, P. V. (2013). Habitat specialization by birds in western Amazonian white-sand forests. *Biotropica*, 45(3), 365-372.
- Álvarez, J. (2006) *La Reserva Nacional Allpahuayo Mishana*. Iquitos: Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana.
- Aquino, R. y Encarnación, F. (1994). *Primates of Peru*. Primate Report 40. Alemania: Conservation International.
- Amézquita, S., Forsyth A., Lopera, A., y Camacho, A. (1999) Comparación de la composición y riqueza de especies de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae)

- en remanentes de bosque de la Orinoquía Colombiana. *Acta Zoológica Mexicana*, 76, 113-126.
- Cambefort, Y. y Hanski, I. (1991) *Dung beetle ecology*, Princeton University Press, Princeton, New Jersey. New Jersey: Princeton University.
- Cambefort, Y. (1991) Biogeography and Evolution. En: *Dung beetle ecology*. Hanski, I. y Y. Cambefort. Ed. por Princeton University Press, New Jersey: Princeton, 51-67.
- Grández-Casado, J. y Vásquez Arevalo, F. (2016) *Recambio de especies de aves de sotobosque entre un bosque sobre arcilla y un bosque de varillal seco, en la Estación Biológica "José Álvarez Alonso", Iquitos*. Iquitos: Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.
- Chamorro, W. R., Gallo, F. O., Delgado, S., Enríquez, S. I., Guasumba, V. y López-Iborra, G. (2019) Los escarabajos estercoleros (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) del Bosque Protector Oglán Alto, Pastaza, Ecuador. *Biota colombiana*, 20(1), 34-49.
- Damborsky, M. P., Bohle, M. C. Á., y Oscherov, E. B. (2008) Comunidad de escarabajos copronecrófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) en dos bosques del Chaco Oriental Húmedo, Argentina. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 67(1-2), 145-153.
- Delgado Gómez, P. (2012). *Influencia del hábitat sobre el ensamblaje de escarabajos coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) en bosques secos en el municipio de Chimichagua*. Chimichagua: Universidad Nacional de Colombia.
- Edmonds, W. D. (1994) Revision of Phanaeus Macleay, a New World genus of scarabaeine dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae, Scarabaeinae). *Natural History Museum of Los Angeles County Contributions in Science*, 443, 1-105.
- Edmonds, W. D. (2000) Revision of the Neotropical dung beetle genus Sulcophanaeus (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Folia Heyrovskyana, Supplementum*, 6: 1-60.
- Edmonds, W. D. y Zidek, J. (2004) Revision of the Neotropical Dung Beetle Genus Oxysternon (Scarabaeidae:Scarabaeinae:Phanaei-
ni). *Folia Heyrovskyana Supplementum* 11, 1-58.
- Edmonds, W. D. y Zidek, J. (2010) A taxonomic review of the neotropical genus Coprophanaeus Olsoufieff, 1924 (Coleoptera: Scarabaeidae, Scarabaeinae). *Insecta Mundi*, 0129, 1-111
- Escobar, F. (1994) *Excremento, coprófagos y deforestación en bosques de montaña al sur occidente de Colombia*. Cali: Universidad del Valle.
- Favila, M. y Halffter, G. (1997) The use of indicator groups for measuring biodiversity as related to community structure and function. *Acta Zool. Mex.*, 72, 1-25.
- Figueroa, L., Edmonds, W. D. y Martínez, N. (2014) La Tribu Phanaeini (Coleoptera:Scarabaeidae:Scarabaeinae) en el Perú. *Revista peruana de biología*, 21(2), 125 – 138
- Fine, P. V. A., García-Villacorta, R., Pitman, R., Mesones, I. y Kembel, S. W. (2010). A floristic study of the white-sand forests of Peru. *Ann. Mo. Bot. Gard.* 97, 283–305.
- García Ramírez, J. C., y Pardo Locarno, L. C. (2004). Escarabajos Scarabaeinae saprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) en un bosque muy húmedo premontano de los Andes Occidentales Colombianos. *Ecología Aplicada*, 3(1-2), 59-63.
- García V. R., Ahuite R. M. y Olórtegui Z. M. (2003) Clasificación de bosques sobre arena blanca de la Zona Reservada Allpahuayo-Mishana. *Folia Amazónica*, 14 (1), 17-34.
- Génier, F. (2009) *Le Genre Eurysternus Dalman, 1824 (Scar.: Scarabaeini: Oniticellini), revision taxonomique et clés de détermination illustrées*.
- Gill, B. D. (1991) Dung Beetles in Tropical American Forest. En: *Dung Beetle Ecology*. Ed. por I. Hanski y Y. Cambefort. New Jersey: Princeton University Press, 211-229.
- Halffter, G. y Edmonds, W. D. (1982) *The nesur behavior of dung beetles (Scarabaeinae)*: Mexico: Instituto de Ecología.
- Halffter, G. (1991) Historical an ecological factors determining the geographical distribution of beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Folia Entomológica Mexicana*, 82, 195-238.

- Halffter, G. y Favila, M. E. (1993) The Scarabaeinae (Insecta: Coleoptera), an animal group for analyzing, inventorying and monitoring biodiversity in tropical rainforest and modified landscapes. *Biology International*, 27, 15-21.
- Hamel-Leigue C., Mann D., F. Vaz De Mello y Herzog S. (2006) Hacia un inventario de los escarabajos peloteros (Coleoptera: Scarabaeinae) de Bolivia: Primera compilación de los géneros y especies registrados para el país. *Revista Boliviana de Ecología y Conservación ambiental*, 20, 1-18.
- Hammer, O., Harper, D. A. T. y Ryan, P. D. (2001) PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Paleontología Electrónica*, 4(1), 1-9.
- Hernández, B., Maes, J., Harvey, C., Vílchez, S., Medina, A. y Sánchez, D. (2003) Abundancia y diversidad de escarabajos coprófagos y mariposas diurnas en un paisaje ganadero en el departamento de Rivas, Nicaragua. *Agroforestería en las Américas*, 10(39-40), 93-102.
- Howden, H. F. y Young (1981) Panamá, Scarabaeinae: taxonomy, distribution and bits (coeloptera: scarabaeidae). *Contribution of the American Entomological Institute*, 18(1), 1-173.
- Jiménez, F. y Mendieta, O. (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.
- Larsen. T. H. y Forsyth A. (2005) Trap Spacing and Transect Design for Dung Beetle Biodiversity Studies1. *Biotropica: The Journal of Biology and Conservation*, 37 (2), 322-325.
- Larsen T., Lopera A. y Forsyth, A. (2006) Extreme Trophic and Habitat Specialization by Peruvian Dung Beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *The Coleopterists Bulletin*, 60(4), 315-324.
- Larsen T. y Génier, F. (2008a) Peru: Madre de Dios - Manu, Cosha Cashu dung beetles. Environmental and Conservation Programs Rapid Color Guides, Field Museum of Natural History, Guide #413: 1-11. [en línea].
- Larsen, T. y Génier, F. (2008b) Peru: Madre de Dios - Los Amigos Dung Beetles. Environmental and Conservation Programs Rapid Color Guides, Field Museum of Natural History, Guide #414: 1-19. [en línea].
- Lawrence, J. 2016. Cheracebus lucifer. En: *All the worlds 's Primates*. Ed. por Rowe, N. Charler town: Pogonias Press, 180-181.
- Martínez-Hernández, N. J. (2007). *Composición y estructura de la fauna de escarabajos (Insecta: Coleoptera) en los remanentes de bosque del Recinto Universitario de Mayagüez, Puerto Rico, con énfasis en la superfamilia Scarabaeoidea*. Mayaguez: Universidad Puerto Rico Mayaguez.
- Medina, P. V. F., y Rubio, E. C. (2006) Estudio de la fauna de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) en un Bosque Húmedo Tropical de Colombia. *Entomotropica*, 21(3), 133-143.
- Medina, C. y Kattan, G. (1996) Diversidad de coleópteros coprófagos (Scarabaeidae) de la reserva forestal de Escalereite. *Cespedesia* 21 (68), 89- 102.
- Medina, C. y Lopera, A. (2000) Clave ilustrada para la identificación de géneros de escarabajos coprófagos (Coleoptera:Scarabaeinae) de Colombia. *Caldasia* 22 (2), 299-315
- Medina, C., Escobar, F. y Kattan, G. (2002) Diversity and habitat use of dung Beetles in a restored Andean landscape. *Biotropica: The Journal of Biology and Conservation*, 34 (1), 181- 187.
- Menin, M., Waldez, F., y Lima, A. P. (2011) Effects of environmental and spatial factors on the distribution of anuran species with aquatic reproduction in central Amazonia. *The Herpetological Journal*, 21(4), 255-261.
- Rivera, C. (1999) *Inventario de la herpetofauna en ecosistemas de arena blanca del sector km 20 – 30 de la carretera Iquitos – Nauta, Loreto, Perú*. Iquitos: Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.
- Ribeiro, J. W., Lima, A. P., y Magnusson, W. E. (2012) The effect of riparian zones on species diversity of frogs in Amazonian forests. *Copeia*, 2012(3), 375-381.
- Robledo-Valencia, J. L. (2012) *Diversidad de escarabajos coprófagos, necrófagos y co-*

pronecrófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) de ambientes conservados y alterados del bosque "Pelejo"-San Martín. Piura: Universidad de Piura.

Romero-Samper, J. (2009). *Las comunidades de coleópteros escarabeidos coprófagos ("coleoptera, scarabaeoidea") del medio Atlas (Marruecos): influencia del tipo de hábitat, altitud y estacionalidad: análisis comparado de su estructura.* Madrid: Universidad Complutense de Madrid.

Tapia-Coral, S. C., Pashanasi-Amasifuen, B., y Del Castillo Torres, D. (2002) Estudio preliminar de la macrofauna del suelo en áreas de varillales y chamizales de la Amazonia Peruana. *Folia Amazónica*, 13(1-2), 65-86.

Vidaurre, T., Gonzáles, L. y Ledezma, J. (2008) Escarabajos coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) del Palmar de las islas, Santa Cruz-Bolivia. *Kempffiana*, 4(1), 3-20.

Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M. y Umaña, A. M. (2004) *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa inventarios de Biodiversidad.* Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Vitolo, A. (2000) Clave para la identificación de los géneros y especies de Phanaeinas (Coleoptera: Scarabaeidae: Coprinae: Phanaeini) de Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales*, 24(93), 591-603.

Conflicto de interés

Los autores no tenemos ningún conflicto de interés en este trabajo y hemos elegido en consenso quien es el autor para correspondencia.

Anexo 1. Los escarabajos y sus abundancias en las unidades de muestreo de los Bosques sobre arena blanca en la RNAM, Loreto, Perú.

Especie	Varillal alto húmedo				Varillal alto seco				Varillal bajo húmedo				Varillal bajo seco			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
<i>Anomiopus</i> sp.	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ateuchus</i> sp.	38	25	17	19	10	36	21	10	1	2	6	3	4	0	1	4
<i>Canthidium</i> sp.	0	0	0	5	1	0	1	6	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>Canthidium</i> aff. <i>bicolor</i>	1	2	3	4	0	3	7	1	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>Canthidium</i> aff. <i>cupreum</i>	13	37	57	64	36	62	85	76	6	9	5	2	10	3	1	7
<i>Canthidium</i> <i>gerstaeckeri</i>	5	0	1	3	9	2	5	0	0	0	1	1	1	0	0	0
<i>Canthidium</i> aff. <i>lentum</i>	1	4	5	2	5	2	7	5	2	1	0	2	1	0	1	5
<i>Canthon</i> <i>aequinoctialis</i>	42	90	26	49	11	59	15	24	39	16	15	30	68	3	20	61
<i>Canthon</i> <i>subhyalinus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	6	6	3	0	4	1
<i>Canthon</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	3	0	0	0	0
<i>Canthonella</i> sp.	6	5	1	4	5	2	12	14	6	7	18	16	7	2	10	4
<i>Coprophanaeus</i> <i>callegarii</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Coprophanaeus</i> <i>telamon</i>	0	0	0	0	3	1	2	1	2	0	3	0	0	1	2	0
<i>Deltochilum</i> sp.	3	0	4	2	0	1	2	1	0	0	0	0	1	0	1	2
<i>Deltochilum</i> aff. <i>amazonicum</i>	3	0	2	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
<i>Deltochilum</i> <i>carinatum</i>	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dichotomius</i> <i>batesi</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dichotomius</i> <i>boreus</i>	10	15	0	1	1	10	1	3	18	3	5	4	7	2	3	2
<i>Dichotomius</i> <i>lucasi</i>	284	72	65	139	438	123	74	90	40	20	18	20	70	13	17	10
<i>Dichotomius</i> <i>mamillatus</i>	4	3	2	2	0	7	1	2	1	0	2	1	0	0	0	1
<i>Dichotomius</i> <i>ohausi</i>	3	3	1	0	0	1	0	2	2	1	1	0	1	0	0	1
<i>Dichotomius</i> <i>robustus</i>	3	3	2	1	0	0	1	2	0	1	2	1	0	1	1	0
<i>Eurysternus</i> <i>caribaeus</i>	21	135	41	50	5	67	26	28	26	18	27	13	17	38	26	30
<i>Eurysternus</i> <i>cayennensis</i>	9	17	11	23	3	14	10	23	26	3	11	4	26	6	14	8
<i>Eurysternus</i> <i>foedus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0
<i>Eurysternus</i> <i>hypocrita</i>	26	33	4	11	0	55	3	4	30	8	3	5	36	10	4	14
<i>Eurysternus</i> <i>squamosus</i>	3	5	5	11	8	10	16	18	1	1	1	0	5	1	0	1
<i>Ontherus</i> sp.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Onthophagus</i> <i>coscineus</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Onthophagus</i> <i>haematopus</i>	31	84	44	70	1	86	33	32	4	3	3	1	1	0	2	6
<i>Oxysternon</i> <i>conspicillatum</i>	4	9	8	6	5	4	9	3	2	5	7	1	0	0	0	0
<i>Oxysternon</i> <i>silenus</i>	2	5	4	1	3	1	2	5	0	5	2	2	5	3	1	2
<i>Phanaeus</i> <i>bispinus</i>	1	2	1	3	0	1	8	6	1	2	2	1	0	2	0	1
<i>Phanaeus</i> <i>cambeforti</i>	2	3	6	1	1	0	1	1	0	2	3	2	0	0	0	0
<i>Phanaeus</i> <i>chalcomelas</i>	2	4	2	5	2	4	2	1	0	0	0	0	1	1	2	1
<i>Scybalocanthon</i> sp.	0	1	0	3	0	0	0	0	267	218	111	104	85	48	33	45
<i>Silvicanthon</i> <i>bridarollii</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tetramereia</i> <i>convexa</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Uroxys</i> sp. 1	2	4	8	9	2	1	5	13	10	11	8	14	16	3	6	5
<i>Uroxys</i> sp. 2	2	4	6	9	13	7	0	7	19	4	30	11	21	8	29	15
<i>Uroxys</i> sp. 3	7	4	3	7	2	21	11	14	2	7	8	6	5	9	12	16
<i>Uroxys</i> sp. 4	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0