

ESTACIONALIDAD DE ESCARABAJOS FITÓFAGOS (Coleoptera: Melolonthidae) EN UN ROBLEDAL DEL NORORIENTE DE LOS ANDES COLOMBIANOS*

Alfonso Villalobos-Moreno¹, Luis Carlos Pardo-Locarno², Francisco José Cabrero-Sañudo³

Resumen

Objetivo: Realizar análisis sobre la estacionalidad de la familia Melolonthidae en un robledal aledaño al Parque Natural Regional Páramo de Santurbán, municipio de California, Santander, Colombia, del mismo modo, explorar el comportamiento de los gremios alimenticios encontrados en los muestreos. **Alcance:** Contrastar el hecho de que los Melolonthidae (y los diferentes gremios) sufren variaciones anuales que, en cierto modo, pueden estar relacionadas con diversos factores estacionales o ambientales. **Metodología:** Se usaron trampas de luz, carpotrapas con fruta y colecta manual dentro de un robledal aledaño al Parque Natural Regional Paramo de Santurbán, municipio de California, Santander, Colombia. Se realizaron análisis sobre la estacionalidad de los escarabajos de la familia Melolonthidae (Coleoptera: Scarabaeoidea), así como de los gremios alimenticios encontrados, mediante el uso de análisis multivariados (GLM) para establecer la correlación entre ellos, la familia, y los factores estacionales y biofísicos de la zona de estudio. **Principales resultados:** Se capturaron 1.152 ejemplares de la familia Melolonthidae pertenecientes a 16 géneros y 26 especies. Para la familia Melolonthidae, el promedio de temperaturas mínimas (tm), la precipitación acumulada (P) y la precipitación media (Pmed) explican un alto porcentaje de la variación tanto de la abundancia como de la riqueza de especies. **Conclusiones:** Los análisis estadísticos no muestran un efecto claro entre los factores que podrían influir sobre la riqueza y abundancia de los diferentes gremios alimenticios de Melolonthidae encontrados para la zona de estudio. A partir de los resultados obtenidos, el presente estudio abre la puerta a la exploración de los efectos causales destacados en los análisis, que podrían tener una gran importancia para la biodiversidad de los diferentes gremios de escarabajos Melolonthidae.

Palabras clave: abundancias, riqueza, gremios alimenticios, factores biofísicos.

* FR: 18-XI-2017. FA: 26-XI-2017.

Este documento hace parte de la tesis doctoral del primer autor, denominada: Escarabajos (Coleoptera: Melolonthidae) asociados a un robledal del Parque Natural Regional Páramo de Santurbán, Santander (Colombia).

¹ Doctor en Ciencias Agrarias, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia. Calle 91 No. 22-104, Bucaramanga, Santander, Colombia. E-mail: avillalobosmo@unal.edu.co, alfvillalmo@gmail.com

² Universidad del Pacífico. Investigador Asociado al Centro de Investigaciones Tecnológicas y Ambientales-CITACRES. Calle 21 No. 24A-63, Barrio El Recreo, Palmira. Valle del Cauca, Colombia. E-mail: pardolc@gmail.com

³ Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Biología, Departamento de Biodiversidad, Ecología y Evolución. C/ José Antonio Nováis, 2. Madrid, España. E-mail: fjabrero@bio.ucm.es

CÓMO CITAR:

VILLALOBOS-MORENO, A., PARDO-LOCARNO, L.C. & CABRERO-SAÑUDO, F.J., 2017.- Estacionalidad de los escarabajos fitófagos (Coleoptera: Melolonthidae) en un robledal del nororiente de los Andes colombianos. *Bol.Cient.Mus.Hist.Nat.U.de Caldas*, 22 (1): 163-178. DOI: 10.17151/bccm.2018.22.1.14



SEASONALITY OF PHYTOPHAGOUS BEETLES (Coleoptera: Melolonthidae) IN AN OAK FOREST OF THE NORTHEASTERN COLOMBIAN ANDES

Abstract

Objective: To perform analyses on the seasonality of the Melolonthidae family in an oak grove adjacent to the Paramo de Santurbán Regional Natural Park, municipality of California, Santander, Colombia, as well as to explore the behavior of the food guilds found in the samplings. **Scope:** To contrast the fact that the Melolonthidae (and the different guilds) present annual variations that, in a certain way, can be related to several seasonal or environmental factors. **Methodology:** Light traps, fruit-traps and manual collection were used in an oak grove adjacent to the Paramo de Santurbán Regional Natural Park, municipality of California, Santander, Colombia. Analysis of the seasonality of beetles of the Melolonthidae (Coleoptera: Scarabaeoidea) family, as well as the food guilds, were carried out using multivariate analyses (GLM) to establish the correlation between them, the family, and the seasonal and biophysical factors in the study area. **Main results:** A total of 1,152 specimens of the Melolonthidae family, belonging to 16 genera and 26 species, were captured. The average minimum temperatures (mt), accumulated precipitation (P) and mean precipitation (medP) explain a high percentage of the variation of both abundance and species richness for the Melolonthidae family. **Conclusions:** The statistical analyses do not show a clear effect between the factors that could influence the richness and abundance of the different food guilds of Melolonthidae found for the study area. Based on the results obtained, the present study opens the door to the exploration of the causal effects highlighted in the analyses, which could have a great importance for the biodiversity of the different Melolonthidae beetle guilds.

Key words: Abundance, richness, food guilds, biophysical factors.

INTRODUCCIÓN

En Colombia, la familia Melolonthidae (*sensu* ENDRÖDI, 1966) está conformada por 582 especies distribuidas en las subfamilias Melolonthinae, Rutelinae, Dynastinae, Trichiinae y Cetoniinae (CHERMAN & MORÓN, 2014; EVANS & SMITH, 2005; RESTREPO *et al.*, 2003), y se distribuye ampliamente en las regiones tropicales, desde el piso térmico cálido hasta el superpáramo (PARDO-LOCARNO & RUBIANO, 1994). Sobre la subfamilia Melolonthinae se ha publicado relativamente abundante información taxonómica en diversos trabajos (FREY, 1964, 1973, 1975; MORA *et al.*, 2013; MORÓN, 2006; MORÓN *et al.*, 2007; PALACIO, 2010; RESTREPO *et al.*, 2003; SAYLOR, 1942, 1945; VALLEJO *et al.*, 2007; VALLEJO & WOLFF, 2013), así como de la subfamilia Rutelinae (JAMESON & RATCLIFFE, 2011; MACHATSCHKE, 1957; MOORE *et al.*, 2014; OHAUS, 1934; SMITH, 2003). La taxonomía de la subfamilia Dynastinae es bien conocida, gracias a grandes y

completos trabajos que han permitido comprender bien el grupo, con amplias descripciones, distribución geográfica y claves (ENDRÖDI, 1985; GASCA & AMAT, 2010; LACHAUME, 1985, 1992; LÓPEZ, 2014; PARDO-LOCARNO *et al.*, 2015; RATCLIFFE, 2003; RESTREPO *et al.*, 2003; SANABRIA-GARCÍA *et al.*, 2012). Con respecto a Cetoniinae, se encuentra información en HARDY (1975), OROZCO (2009), OROZCO & PARDO-LOCARNO (2004), PARDO-LOCARNO *et al.* (2008), RATCLIFFE (2013), RATCLIFFE & WARNER (2011), RESTREPO *et al.* (2003) y SUÁREZ & AMAT (2007). La totalidad de estos trabajos es de carácter taxonómico o sistemático, estando la mayor parte de ellos ubicados en una fase inicial de descripción e identificación alfa-taxonómica.

Adicionalmente, gran parte de los trabajos realizados sobre la familia Melolonthidae en Colombia se han enfocado en los listados preliminares y composiciones taxonómicas en agroecosistemas (GARCÍA-ATENCIA & MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ, 2015; GASCA & AMAT, 2010; SANABRIA *et al.*, 2012; ÚTIMA & VALLEJO, 2008; VALLEJO & WOLFF, 2013; VILLALOBOS-MORENO *et al.*, 2016; VILLEGAS *et al.*, 2006), complejos regionales (PARDO-LOCARNO *et al.*, 2003a, 2003b, 2003c), así como, biología y descripción de estados inmaduros y de nuevas especies (BRAN *et al.*, 2006; MORÓN & NEITA, 2014; NEITA & MORÓN, 2008; NEITA *et al.*, 2006; PARDO-LOCARNO *et al.*, 2006a, 2006b, 2007; PARDO-LOCARNO *et al.*, 2015; STECHAUNER-ROHRINGER & PARDO-LOCARNO, 2010; VALLEJO *et al.*, 2007). Estos trabajos aplican métodos de muestreo muy estudiados, bastante estandarizados y ampliamente utilizados (ABARCA & QUESADA, 1997; ALCÁZAR *et al.*, 2003; ARAGÓN-GARCÍA *et al.*, 2008; GARCÍA *et al.*, 2003; GARCÍA-LÓPEZ *et al.*, 2011; LONDOÑO *et al.*, 2007; MONTROYA *et al.*, 1994; PARDO-LOCARNO *et al.*, 2011; VICTORIA, 2000; VILLALOBOS-M. *et al.*, 2016; ZULUAGA, 2003). Existen trabajos que han establecido la marcada estacionalidad de la familia Melolonthidae en general y de varias especies en particular; sin embargo, el análisis de la estacionalidad de los gremios alimenticios propuestos por MORÓN & DELOYA (1991) y DELOYA *et al.* (2007), es un tema incipiente en la literatura nacional. BUSTO-SANTANA & RIVERA-CERVANTES (2003) concluyeron en su trabajo que los adultos de la familia Melolonthidae, se mantienen activos entre mayo y septiembre, con mayores registros de abundancia y riqueza en junio, estableciendo la marcada estacionalidad con el periodo de lluvia de la zona de estudio. GARCÍA *et al.* (2009) observaron que algunas de las especies colectadas, presentaron una marcada distribución estacional, aunque con diferentes densidades, relacionada con los periodos de lluvia y ciertas condiciones del cultivo estudiado. Resultados similares sobre la estacionalidad se pueden encontrar en diversos trabajos realizados para Colombia; ZULUAGA (2003), observó que las máximas capturas se hacen entre enero-abril y las mínimas después de mayo; MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ *et al.* (2010), realizaron las mayores capturas de escarabajos de la familia Melolonthidae entre abril y mayo, coincidiendo con el inicio de la época de lluvias en su zona de estudio; NEITA *et al.* (2006), establecieron relaciones

estadísticas entre precipitación y abundancia de escarabajos de la familia Melolonthidae en su estudio para el Chocó biogeográfico, observando una estacionalidad muy marcada a nivel de subfamilias y para algunas especies en particular.

Con respecto a los gremios y grupos funcionales, existen propuestas de estudio desarrolladas por MORÓN & DELOYA (1991) y DELOYA *et al.*, (2007). No obstante, y como lo afirma GARCÍA-ATENCIA (2014), en Colombia se han realizado pocos estudios que incorporen la funcionalidad de las especies en los ecosistemas, lo que ayudaría a entender mejor su organización y roles en las comunidades. Sin embargo, sí se han realizado aportes a este tema, aunque no a nivel de gremios y grupos funcionales, sino sobre la función de algunas especies o grupos taxonómicos muy particulares. Por ejemplo, PARDO-LOCARNO (2013) presentó fichas de recuento bioecológico de las especies de la familia Melolonthidae del plan aluvial del río Cauca; STECHAUNER (2010) estableció la importancia de la interacción de larvas de Dynastinae con microbiota edáfica para propiciar altos niveles de actividad enzimática en el suelo; GARCÍA-ATENCIA *et al.*, (2015) analizaron la variación de la riqueza, abundancia y diversidad de los gremios de escarabajos fitófagos en un bosque seco tropical al norte de Colombia.

La presente investigación tuvo como objetivo realizar análisis sobre la estacionalidad de la familia Melolonthidae en un robleal aledaño al Parque Natural Regional Páramo de Santurbán, municipio de California, Santander, Colombia, y del mismo modo, explorar el comportamiento de los gremios alimenticios encontrados en los muestreos. Se pretende contrastar el hecho de que los Melolonthidae (y los diferentes gremios) sufren variaciones anuales que, en cierto modo, pueden estar relacionadas con diversos factores estacionales o ambientales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. Los sitios de muestreo se establecieron en bosques secundarios con dominancia de *Quercus humboldtii* Bonpland, ubicados en la vereda La Baja del municipio de California, Santander (Fig. 1), dentro de las coordenadas 7°21'26"N - 7°22'34"N y 72°53'51"O - 72°54'52"O, y entre 2.400 y 2.850 msnm. Corresponde a una selva andina (CUATRECASAS, 1989) o bosque húmedo montano bajo-bhMB (HOLDRIDGE, 2000), que, a pesar de tener cierta intervención por parte de la industria minera, se encuentra relativamente conservado con árboles de roble en diferentes estados del ciclo de vida, y elementos que indican el buen estado de conservación como especies epifitas, bromeliáceas, aráceas, briofitos, entre otros (GUALDRÓN *et al.*, 2012, 2013).

Con respecto a las condiciones físicas de la zona de estudio, se presentan dos periodos de lluvia bien definidos, entre los meses de abril y mayo, y entre los meses de septiembre

y noviembre, siendo octubre el que presenta los mayores niveles históricos de lluvias durante el año. Los periodos secos son entre diciembre-marzo y junio-agosto, donde enero es el mes que presenta menor precipitación histórica. El rango de precipitación media anual oscila entre 1.000 y 1.200 mm, y el clima se considera frío húmedo y muy húmedo con una temperatura media que varía entre los 12 y 18°C en promedio y una humedad relativa entre el 85 y 100% (EOT CALIFORNIA, 2010; AGRONET, 2013).

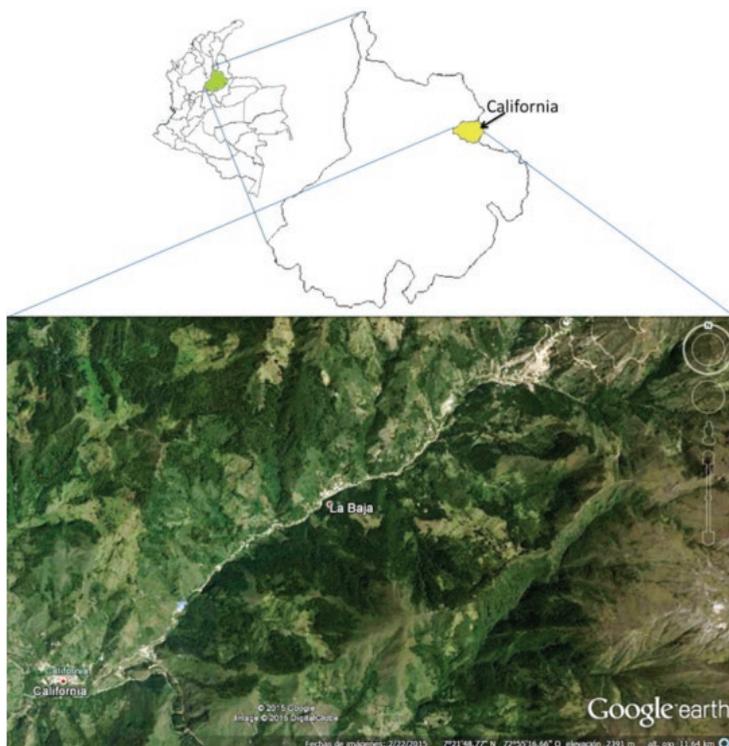


Figura 1. Ubicación de la vereda La Baja, municipio de California, Santander. (Foto satelital tomada de GoogleEarth)

Métodos de muestreo. Se instalaron cuatro trampas de luz negra con lámparas de 40W, dos omnidireccionales tipo embudo y otras dos unidireccionales tipo pantalla (ABARCA & QUESADA, 1997; ARAGÓN-GARCÍA *et al.*, 2008; GARCÍA-LÓPEZ *et al.*, 2011; LONDOÑO *et al.*, 2007; MONTOYA *et al.*, 1994; PARDO-LOCARNO *et al.*, 2011; VICTORIA, 2000; ZULUAGA, 2003); las trampas se ubicaron a unos tres metros de altura y se encendieron mensualmente durante 6 días consecutivos, desde las 6:00 pm a las 6:00 am (ABARCA & QUESADA, 1997; ALCÁZAR *et al.*, 2003; ARAGÓN-GARCÍA *et al.*, 2008; GARCÍA *et al.*, 2003), sumando 288 horas/trampeo/mes y 3.456 horas totales a lo largo del año de estudio. También se instalaron ocho carpotrampas fabricadas con envases plásticos transparentes con capacidad de 2 litros, con aberturas laterales, las cuales fueron cebadas con una mezcla de plátano

maduro, cerveza y vino blanco; se ubicaron a tres metros de altura y a unos 100 m de distancia entre ellas (OTAVO *et al.*, 2013), se recibieron cada 15 días y permanecieron en campo durante todo el muestreo, sumando 5.760 horas/trampa/mes, para un total de 69.120 horas. Finalmente, se hicieron capturas manuales complementarias sobre el suelo, tallos, ramas y flores, en recorridos regulares que se realizaron en la zona, en los tramos comprendidos entre las diferentes trampas, cerca de 4 horas efectivas durante cada día de muestreo, para un total aproximado de 280 horas/hombre/año.

Gremios alimenticios. Se agruparon las especies encontradas, según las preferencias alimenticias de cada una de ellas, usando como referencia los gremios propuestos por MORÓN & DELOYA (1991) y DELOYA *et al.* (2007) denominados como saprocaulófagos, xilofilófagos, sapromelífagos, rizofilófagos, xilodepredadores y saproantófagos. Se hicieron análisis descriptivos de la abundancia y riqueza de especies en cada uno de los gremios, así como de su fluctuación a lo largo del tiempo de muestreo.

Fluctuación poblacional vs. Factores estacionales y biofísicos. Para explorar las múltiples relaciones entre las variables dependientes (riqueza de especies y abundancia de individuos, total y para cada gremio alimenticio) de escarabajos fitófagos de la familia Melolonthidae y las variables estacionales y biofísicas, se realizaron modelos lineales generalizados (GLM). Las variables estacionales (senm y cosm) se refieren al seno y al coseno, respectivamente, del día del año (comenzando el año el 21 de marzo, con el equinoccio de primavera, y ajustando los 365 días a un año de 360, para poder utilizar las funciones trigonométricas); estas variables pueden informar acerca de variaciones de la abundancia o de la riqueza que se sucedan a lo largo del año. Así, cuando senm es positivo está relacionado con el periodo situado entre el equinoccio de primavera y el de otoño, mientras que, cuando es negativo, informa del periodo entre el equinoccio de otoño y el de primavera. Con respecto a cosm, valores positivos están relacionados con el periodo entre el solsticio de invierno y el de verano, mientras que valores negativos se refieren al periodo entre el solsticio de verano y el de invierno. Las variables biofísicas consideradas son las suministradas por la empresa minera para la zona de estudio a través de las estaciones meteorológicas y son las siguientes: temperatura (mínima absoluta, máxima absoluta, media, media de las mínimas, media de las máximas), precipitación (acumulada, media, días de lluvia), radiación UV (mínima, máxima y media), viento (máximo y medio), humedad relativa (mínima, máxima y media), presión barométrica (mínima, máxima y media) y evapotranspiración (mínima, máxima y media).

Se asumió una función de enlace de tipo identidad y una distribución normal de los datos, de la variable dependiente con respecto a la independiente. Se calcularon los valores de F para $p=0,05$, $0,01$ y $0,001$, con el propósito de establecer el nivel de significación de cada uno de los factores relacionados. La bondad de ajuste (*Goodness*

offit) de los modelos obtenidos fue medida mediante la desviación estadística, mientras que el cambio en la desviación se hizo mediante un test de la F y la reducción en la desviación comparada con el modelo completo. Se tuvieron en cuenta posibles relaciones curvilíneas entre las abundancias y riquezas con las variables estacionales y biofísicas de hasta tercer nivel. Finalmente, se hizo un análisis de partición de la desviación (LEGENDRE & LEGENDRE, 1998), para discernir el porcentaje de variación explicado por cada uno de los efectos, tanto puros como combinados, de las diferentes variables estacionales y biofísicas sobre la correspondiente variable dependiente en cada caso. Todos los análisis estadísticos fueron realizados mediante el programa Statistica 10 (STATSOFT, 2011).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se colectaron 1.152 individuos pertenecientes a 16 géneros y 26 especies, agrupados en las subfamilias Melolonthinae, Rutelinae, Dynastinae y Cetoniinae, siendo Dynastinae el grupo con mayor abundancia y riqueza con 787 individuos agrupados en 14 especies, mientras que Melolonthinae presentó 333 individuos y 5 especies, Rutelinae 31 ejemplares y 6 especies, y Cetoniinae presentó un solo individuo. La calidad del muestreo se consideró apropiada, con una riqueza potencial de 32,10 especies, una proporción de especies observadas del 80,99% y un esfuerzo de muestreo del 81,37% (Fig. 2); los valores anteriores se ajustaron de VILLALOBOS-MORENO *et al.* (2016), con base en la identificación de una especie más dentro del género *Isonychus* Mannerheim, 1829.

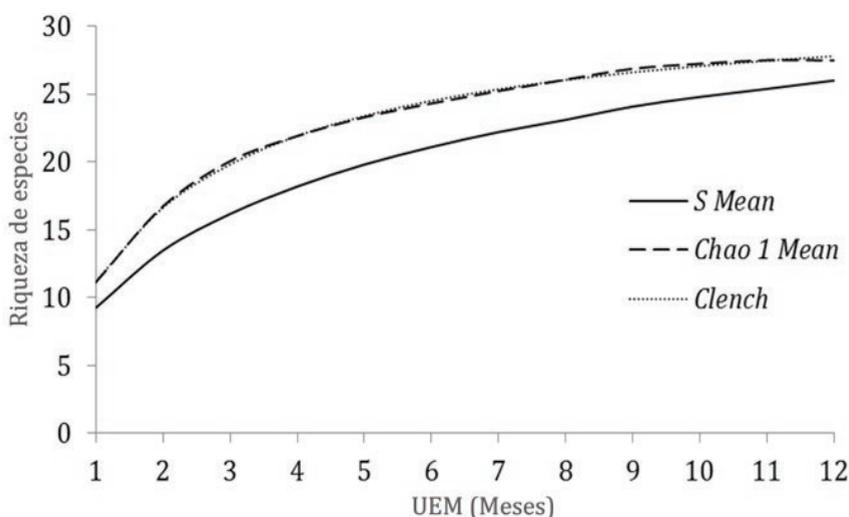


Figura 2. Análisis del esfuerzo de muestreo. *S Mean*: curva de riqueza observada aleatorizada; *Chao 1 Mean*: curva de riqueza potencial obtenida mediante el estimador no paramétrico Chao1; *Clench*: curva ajustada a la asíntota Clench ($y = (17.24 \cdot x) / (1 - 0.54 \cdot x)$) ; Error estándar: 0,1768; Coeficiente de correlación: 0,9998).

El análisis detallado de los métodos de captura de escarabajos de la familia Melolonthidae utilizados, permitió concluir que el uso de trampas de luz es altamente eficiente, y que no existen diferencias entre el uso de trampas tipo embudo y tipo pantalla. Sin embargo, las colectas manuales y el uso de carpotampas no son efectivas para valorar la riqueza del grupo. No obstante, el análisis de la complementariedad de los métodos utilizados permitió afirmar que las colectas manuales aportan datos importantes para la obtención de un mejor inventario faunístico de la zona (VILLALOBOS-MORENO *et al.*, 2018, en prep.).

Tabla 1. Especies registradas y gremios alimenticios a los que pertenecen. Se encuentran ordenadas por gremio, y de forma secundaria, alfabéticamente. Gremios alimenticios: SC: Saprocaulófago; SM: Sapromelífago; RF: Rizofilófago; SA: Saproantófago; XF: Xilofilófago.

Especie	G.A.	Ab.	Meses de presencia
<i>Dynastes hercules</i> (Linnaeus, 1758)	SC	2	Jul. Nov.
<i>Dynastes neptunus</i> (Quensel, 1817)	SC	3	Jul.
<i>Golofa eacus</i> Burmeister, 1847	SC	27	Mar. Abr. May. Jun. Jul. Sep. Nov. Dic.
<i>Golofa porteri</i> Hope, 1837	SC	1	May.
<i>Heterogomphus dilaticollis</i> Burmeister, 1847	SC	18	Feb. Abr. May. Jun. Jul. Ago. Sep. Oct.
<i>Heterogomphus schoenherri</i> Burmeister, 1847	SC	17	Mar. Abr. May. Jun. Jul. Oct.
<i>Heterogomphus rugicollis</i> (Prell, 1912)	SC	15	Feb. Abr. Jun. Jul. Ago. Sep. Oct.
<i>Lycome des salazari</i> Pardo, Villalobos & Stechauner, 2015	SC	43	Feb. Mar. May. Jun. Sep.
<i>Platycoelia puncticollis</i> Ohaus, 1904	SC	13	Mar. Abr. May.
<i>Platycoelia marginata</i> Burmeister, 1844	SC	3	Feb. Mar. Jun.
<i>Platycoelia</i> sp3	SC	5	Feb. Mar.
<i>Cyclocephala fulgurata</i> Burmeister, 1847	SM	7	Abr. May.
<i>Cyclocephala amazona</i> Linnaeus, 1767	SM	9	Abr. May.
<i>Cyclocephala</i> sp3	SM	2	Abr.
<i>Euphoria hera</i> Burmeister, 1842	SM	1	Mar.
<i>Ancognatha scarabaeoides</i> Erichson, 1847	RF	558	Ene. Feb. Mar. Abr. May. Jun. Jul. Ago. Sep. Oct. Nov. Dic.
<i>Ancognatha vulgaris</i> Arrow, 1911	RF	84	Mar. Abr. May. Jun. Jul. Ago. Sep. Oct. Nov. Dic.
<i>Isonychus</i> sp1	RF	156	Mar. Abr. May. Jun. Jul. Sep. Oct.
<i>Isonychus</i> sp2	RF	26	Mar. Abr. May. Jun. Jul. Oct.
<i>Anomala</i> aff. <i>violacea</i> (Burmeister, 1844)	RF	7	Abr. May. Jun.
<i>Phyllophaga obsoleta</i> Blanchard, 1850	RF	33	Mar. Abr. May. Jun.
<i>Macroductylus</i> aff. <i>sulphureus</i> Blanchard, 1850	SA	10	Jun.
<i>Manopus biguttatus</i> Laporte, 1840	SA	108	Ene. Mar. Abr. May. Jun. Jul. Sep. Oct. Nov. Dic.
<i>Ptenomela</i> sp	XF	1	Sep.
<i>Stenocrates</i> sp.	R-	1	Jun.
<i>Chalcochlamys</i> sp	--	2	Nov. Dic.

Estacionalidad de la familia *vs.* Factores estacionales y biofísicos

Los modelos lineales generalizados (GLM) permitieron establecer que sólo los factores temperatura mínima (tm), precipitación total (P) y precipitación media (Pmed) presentaron correlaciones significativas con la abundancia de escarabajos de la familia Melolonthidae colectados, y en todos los casos, las correlaciones fueron positivas (Tabla 2). Dichas variables eran capaces de explicar el 70,09%, 81,50% y 82,55% (tm, P y Pmed, respectivamente) de la variación en la abundancia, de manera que, al aumentar la temperatura mínima, la precipitación acumulada y la precipitación media, el número total de individuos de Melolonthidae también se ven incrementados. Con respecto a la riqueza de especies, el seno de la fecha (senm) y la temperatura mínima (tm) mostraron correlaciones positivas y significativas, explicando un 52,97% y un 43,84%, respectivamente, de su variación (Tabla 3). Así, al aumentar la temperatura mínima y en el período entre el equinoccio de primavera y el de otoño, el número de especies de Melolonthidae se ve incrementado.

Al ser animales ectotermos, la actividad de los insectos se encuentra directamente relacionada con las temperaturas, de modo que temperaturas basales ambientales (temperaturas mínimas) superiores favorecen, en general, el desarrollo de los insectos hasta estadios imaginales (BLUM, 1985; MARCO, 2001). Por otra parte, la precipitación juega un papel importante sobre los Melolonthidae, al menos indirectamente, puesto que es fundamental para la producción primaria vegetal, fuente de alimentación de estos escarabajos. Además, la mayor parte de las especies ajustan los ciclos entre el equinoccio de primavera y el de otoño, coincidiendo con la estación húmeda, pues así, podrían evitar de algún modo la estación seca (GARCÍA-ATENCIA *et al.*, 2015; VALLEJO *et al.*, 2007). Con todas las variables significativas, un modelo completo alcanza a explicar un 86,96% de la abundancia de individuos y un 76,91% de la riqueza de especies. En este último caso, el 33,07% corresponde al efecto puro de la estacionalidad, el 23,94% al efecto puro del ambiente y el 19,9% al efecto combinado entre ambos tipos de variables. Quedaría sin poder ser explicado alrededor de un 13% ó 33% de las varianzas de la abundancia y de la riqueza, respectivamente, que podría estar relacionado con variables no consideradas en el presente estudio, de carácter histórico o ecológico, como interacciones bióticas, historia reciente o antigua, biogeografía, etc.

Gremios alimenticios

Se aprecia que la abundancia de las especies rizófagas es claramente superior a los otros gremios, en particular, por el predominio de *Ancognatha scarabaeoides* Erichson, 1847, *Isonychus* sp.1 y *Ancognatha vulgaris* Arrow, 1911 (Tabla 1). Sin embargo, existe una mayor riqueza de especies con hábitos saprófagos (17) por encima de las rizófagas (7), lo cual evidenciaría la disponibilidad de un buen volumen de materia en descomposición que permite el mantenimiento del alto número de especies saprófagos: saprocaulófagos

(42,3%), sapromelifagas (15,4%) y saproantófagas (7,7%), y que corresponden al 65,38% de las especies colectadas. Con respecto a la estacionalidad de los gremios a lo largo del tiempo de muestreo, se observó que los rizofilófagos están presentes a lo largo de todo el año (Fig. 3), aumentando notablemente la abundancia en dos momentos del año (abril y octubre). Los saproantófagos presentaron un comportamiento similar, pero menos evidente y con un mayor aumento de su población en el segundo semestre del año (noviembre), especialmente por el aumento de *Manopus biguttatus* Laporte, 1840. Los saprocaulófagos tuvieron un comportamiento similar al anterior, pero en este caso, las mayores poblaciones aumentaron en el primer semestre (mayo).

Tabla 2. Resumen de las relaciones entre las variables dependientes relacionadas con las abundancias y las independientes. Porcentajes explicados de sus varianzas, junto con su significancia (* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$) y sentido (+/-). *Abtot*: abundancia total; *AbSC*: abundancia de saprocaulófagos; *AbRF*: abundancia de rizofilófagos; *AbSA*: abundancia de saproantófagos; *AbSM*: abundancia de sapromelifagos; *AbXF*: abundancia de xilofilófagos; *senm*: seno de la fecha; *tm*: temperatura mínima; *P*: precipitación total; *Pmed*: precipitación media; *HRM*: humedad relativa máxima; *PBMed*: presión barométrica media; *PBm*: presión barométrica mínima; *PBM*: presión barométrica máxima.

	Abtot	AbSC	AbRF	AbSA	AbSM	AbXF
senm'		54,44% ** +				
tm	70,09% *** ++		74,94% *** ++		96,13% *** +++	
P	81,50% *** ++		83,37% *** ++		98,55% *** -++	
Pmed	82,55% *** ++		84,16% *** ++		92,28% *** ++	
HRM		50,29% ** -				
PBMed		59,78% ** +				
PBm		60,68% ** +				
PBM		59,22% ** +				
Modelo completo	86,96%	85,48%	89,70%	0,00%	99,93%	0,00%
Efecto puro Fenología	0,00%	24,80%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Efecto puro Ambiental	86,96%	31,05%	89,70%	0,00%	99,93%	0,00%
Efecto combinado	0,00%	29,64%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

Tabla 3. Resumen de las relaciones entre las variables dependientes relacionadas con las riquezas y las independientes. Porcentajes explicados de sus varianzas, junto con su significancia (* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$) y sentido (+/-). *Rtot*: riqueza total; *RSC*: riqueza de saprocaulófagos; *RRF*: riqueza de rizofilófagos; *RSA*: riqueza de saproantófagos; *RSM*: riqueza de sapromelifagos; *RXF*: riqueza de xilofilófagos; *senm*: seno de la fecha; *cosm*: coseno de la fecha; *tm*: temperatura mínima; *P*: precipitación total; *Pmed*: precipitación media; *uvmed*: radiación ultravioleta media.

	Rtot	RSC	RRF	RSA	RSM	RXF
senm'	52,97% ** +	45,41% * +	55,22% ** +			
cosm'					34,17% * +	
tm	69,60% *** ++				71,39% *** ++	
P			36,21% * +		81,94% *** ++	
Pmed			34,34% * +		83,35% *** ++	
uvmed			44,86% * -			
Modelo completo	76,91%	45,41%	79,05%	0,00%	96,83%	0,00%
Efecto puro Fenología	33,07%	45,41%	0,00%	0,00%	4,88%	0,00%
Efecto puro Ambiental	23,94%	0,00%	23,83%	0,00%	62,66%	0,00%
Efecto combinado	19,90%	0,00%	55,22%	0,00%	29,28%	0,00%

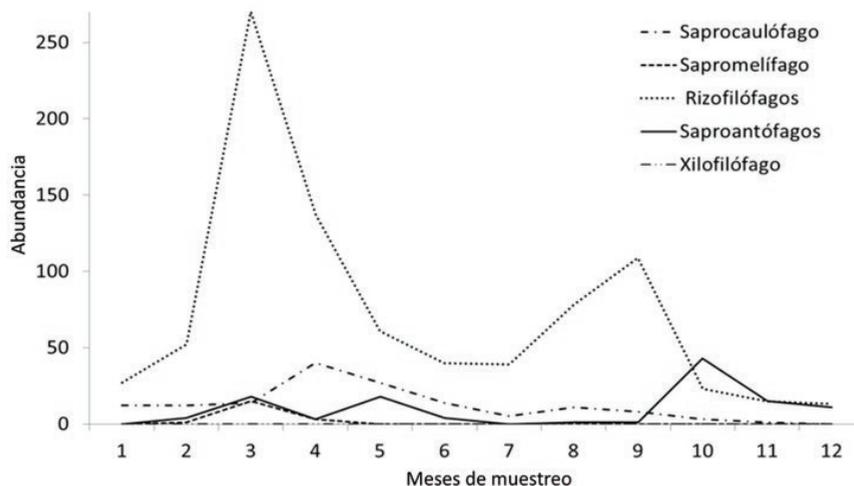


Figura 3. Variación de la abundancia de los gremios a lo largo del año.

Estacionalidad de los gremios vs. Factores estacionales y abióticos

El resumen de los análisis de los modelos lineales generalizados para cada uno de los gremios se observa en las Tablas 2 y 3, indicando los factores con correlaciones significativas tanto para la riqueza como para la abundancia de los diferentes gremios colectados en la zona de estudio.

- Rizofilófagos (RF):** El análisis realizado con los rizofilófagos permitió observar que su abundancia (AbRF) presentó correlaciones similares a las encontradas para la familia en general, con los factores: temperatura mínima (74,94%), precipitación acumulada (83,37%) y precipitación media (84,16%), que en conjunto, explican el 89,7% de la fluctuación poblacional de este gremio. Los análisis indican que la riqueza (RRF) está correlacionada con el seno de la fecha (senm; 55,22% explicado), de manera que ésta aumentaría durante el periodo de lluvias. También se encuentra correlacionada positivamente con la precipitación (P y Pmed), explicando un 36,21% y un 34,34%, respectivamente, de su variación, de manera que aumentaría el número de especies con la precipitación; por el contrario, se encuentra correlacionada negativamente con la radiación UV (uvmed), así que al aumentar la radiación disminuye el número de especies. Con todos los factores considerados, se puede explicar el 79,05% de la varianza de la riqueza de especies, 55,22% correspondiente al efecto combinado entre la estacionalidad y los factores biofísicos, mientras que el restante 23,83%, sería el efecto puro ambiental.

- Saprocaulófagos (SC):** Para este gremio, se observó que la riqueza (RSC) está correlacionada con los factores estacionales del año, de manera que ésta aumentaría al inicio del período de lluvias del primer semestre. Los factores ambientales no parecen influir sobre los escarabajos saprocaulófagos, pues tan solo se puede explicar cerca de la mitad de la varianza de la riqueza de estas especies (45,41%). La abundancia (AbSC) está correlacionada con los factores estacionales del año (senm; 54,44% explicado), de manera que ésta aumentaría al inicio de la temporada de lluvias del primer semestre hasta finales de la época seca de mitad de año. Algunos factores ambientales están correlacionados con la abundancia, como la humedad relativa máxima (HRM; negativamente) o la presión barométrica (PBmed, PBm y PBM; todas positivamente), explicando un 50,29%, 59,78%, 60,68% y 59,22%, respectivamente, de su variación. Con todos los factores correlacionados se puede explicar el 85,48% de la varianza en la abundancia de individuos, 24,80% relacionado con el efecto puro de la estacionalidad, 31,05% con el efecto puro del ambiente y 29,64% con el efecto combinado de ambos.
- Saproantófagos (SA):** Para este caso, ninguno de los factores considerados (ni estacionales, ni ambientales), ha resultado estar correlacionado ni con la riqueza ni con la abundancia de especies saproantófagas. La presencia durante todo el año, aunque con abundancia muy baja de *M. biguttatus*, puede estar ocultando alguna relación con los factores considerados; sin embargo, para *M. aff. sulphureus* los ejemplares aparecieron durante el mes de junio, coincidiendo con el final de la época de lluvias.
- Sapromelífagos (SM):** Con respecto a la riqueza (RSM), se encontró que está correlacionada con los factores estacionales del año (cosm; 34,17% explicado), de manera que habría un mayor número de especies entre la época seca de final de año y el final de las lluvias del primer semestre. Algunas variables ambientales están correlacionadas positivamente con la riqueza y con la abundancia (AbSM), como la temperatura o la precipitación (tm, P y Pmed), explicando éstas un 71,39%, 81,94% y 83,35%, respectivamente, de la riqueza y un 96,13%, 98,55% y 92,88%, respectivamente, de la abundancia. Entre los factores estacionales y los ambientales se podría explicar el 96,83% de la variación en la riqueza de especies (4,88% referido al efecto puro de la estacionalidad, 62,66% al efecto puro ambiental y 29,28% a su efecto combinado) y el 99,93% de la variación en la abundancia, lo que informa de la importancia de estas variables sobre el grupo de sapromelífagos. Todas las especies de este gremio hacen presencia en los meses de marzo, abril y mayo, que corresponden a la primera época de lluvias del año, posiblemente sincronizando la alimentación de los adultos (melífagos) con el aumento de la floración como respuesta al inicio de las lluvias.
- Xilofilófagos (XF):** Para este gremio, ninguno de los factores considerados (ni estacionales, ni ambientales) resultó estar correlacionado con la riqueza (RXF)

y/o con la abundancia (AbSA) de especies xilofílagas. La presencia de un solo ejemplar de este gremio, a lo largo de los meses de muestreo, no permite concluir sobre la falta de relación con los factores mencionados.

CONCLUSIONES

Al tratarse ésta de una primera aproximación a la exploración de los factores que podrían influir sobre la riqueza y abundancia de los diferentes gremios alimenticios de Melolonthidae para la zona, algunas de las relaciones estadísticamente soportadas entre estas variables y las variables estacionales y biofísicas, no muestran *a priori* un efecto claro y palpable a simple vista, por lo que no se han podido corroborar ni directamente ni en la literatura relacionada. Es el caso, entre otros, de la relación positiva observada entre la presión barométrica y la abundancia de saprocaulófagos, o la relación negativa entre radiación ultravioleta media y la riqueza de rizofílagos. Así pues, a partir de los resultados obtenidos y, teniendo en cuenta que éstas no serían relaciones espurias, el presente estudio abre la puerta a la exploración en el futuro de los efectos causales destacados en los análisis, que podrían tener una gran importancia para la biodiversidad de los diferentes gremios y, por tanto, para sus servicios ambientales, puesto que diferentes usos y gestión del territorio podrían influir sobre dicha diversidad.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a COLCIENCIAS por el apoyo financiero para los estudios doctorales del primer autor (Convocatoria 727 Doctorados Nacionales). Gracias a William Pérez, Carlos Londoño y Audrey Chaparro (AUX-Colombia) por su colaboración durante los muestreos de campo. Gracias a William Sarmiento Gómez por el apoyo incondicional y permanente, en especial por facilitar la logística para los muestreos y procesamiento del material colectado. Un agradecimiento muy especial a Carmen Rosa Bonilla (UNAL) por el apoyo en los procedimientos académicos y administrativos. Gracias a Martha García, Sonia Marcela Toloza, Leydy Viviana Gelvez y todo el grupo de la estación meteorológica de AUX-Colombia (Minesa S.A). Un agradecimiento a Daniel Padilla por los importantes comentarios, observaciones y análisis al presente documento.

REFERENCIAS

- ABARCA, G., & QUESADA M., 1997.- Especies del complejo de jobotos (*Phyllophagas* pp., *Anomalas* pp. y *Cyclocephalas* pp.) asociadas a cultivos, en el Valle Central y Pacífico Seco de Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, 8(2): 44-53.
- ALCÁZAR-RUIZ, J.A., MORÓN-RÍOS A., & MORÓN M.A., 2003.- Fauna de Coleoptera Melolonthidae de Villa Las Rosas, Chiapas, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.), 88: 59-86.
- ARAGÓN-GARCÍA, A., NOCHEBUENA-TRUJILLO, C.D., MORÓN M.A., & LÓPEZ-OLGUÍN J.F., 2008.- Uso de trampas de luz fluorescente para el manejo de la gallina ciega (Coleoptera: Melolonthidae) en maíz (*Zea mays* L.). *Agrociencia*, 42: 217-223.
- BLUM, M.S., 1985.- *Fundamentals of Insects Physiology*. Wiley Interscience Publication, John Wiley & sons. N.Y. USA. 598 p.
- BRAN, A.M., LONDOÑO, M., & PARDO-LOCARNO L.C., 2006.- Morfología de estados inmaduros de tres especies de *Cyclocephala* (Coleoptera: Melolonthidae) con una clave para larvas de tercer estado en Colombia. *Revista CORPOICA, Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 7(2): 58-66.

- BUSTOS-SANTANA, H.R., & RIVERA-CERVANTES, L.E., 2003.- Abundancia estacional de los coleópteros nocturnos de la familia Melolonthidae (Insecta: Lamellicornia), asociados a bosque de pino encino en la sierra de Quila, Jalisco, México. pp. 137-148. En: A. Aragón, M.A. Morón, A. Marín (Eds.), Estudios sobre coleópteros del suelo en América, Publicación especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla.
- CHERMAN, M.A., & MORÓN, M.A., 2014.- Validación de la familia Melolonthidae Leach, 1819 (Coleoptera: Scarabaeoidea). *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.), 30(1): 201-220.
- CUATRECASAS, J., 1989.- Aspectos de la vegetación natural de Colombia. *Pérez-Arbeláezia*, 2(8): 155-289.
- DELOYA, C., PARRA-RABLA, V., & DELFÍN-GONZÁLEZ, H., 2007.- Fauna de los coleópteros Scarabaeidae, Laparosticti y Trogidae (Coleoptera: Scarabaeoidea) asociados al bosque mesófilo de montaña, cafetales bajo sombra y comunidades derivadas en el centro de Veracruz, México. *Neotropical Entomology*, 36: 5-21.
- ENDRÖDI, S., 1966.- Monographie der Dynastinae (Col. Lam.) I Teil Tribus Cyclocephalini. *Entomologische Abhandlungen Staatlichen Museum für Tierkunde*, 33: 1-457.
- ENDRÖDI, S., 1985.- *The Dynastinae of the World*. Dr. W. Junk Publisher. Dordrecht, Netherlands. 800 p.
- EVANS, A.V., & SMITH, A.B.T., 2005.- *An electronic checklist of the New World chafers (Coleoptera: Scarabaeidae: Melolonthinae)*. Papers in Entomology, Paper 2. University of Nebraska State, Lincoln, USA. 346 p.
- FREY, G., 1964.- Die kolumbianischen Arten der gattung *Isonychus* (Coleoptera: Melolonthidae). *Entomologische Arbeiten Museum G. Frey*, 15: 319-333.
- FREY, G., 1973.- Synopsis der sudamerikanischen Sericinen (Col. Scarab. Melolonthidae). *Entomologische Arbeiten Museum G. Frey*, 24: 315-366.
- FREY, G., 1975.- Bestimmungstabelle der sudamerikanischenarten der gattung *Phyllophaga* Harris und ihreruntergattung Phytalus Er. (Coleoptera: Melolonthidae). *Entomologische Arbeiten Museum G. Frey*, 26: 201-226.
- GARCÍA-ATENCIA, S., 2014.- *Variación espacio-temporal de ensambles de escarabajos fitófagos (Coleoptera: Melolonthidae) en bosque seco tropical del departamento del Atlántico, Colombia*. Trabajo de Magíster. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. 82 p.
- GARCÍA, G.L., ORTEGA-ARENAS, L., HERNÁNDEZ, H.G., GARCÍA, A.A., NÁPOLES, J.R., & CORTÉS, R.R., 2009.- Descripción de las Larvas de Tercer Instar de Melolonthidae (Coleoptera) asociadas al cultivo de *Agave tequilana* var. azul y su fluctuación poblacional en Jalisco, México. *Neotropical Entomology*, 38(6): 769-780.
- GARCÍA-ATENCIA, S., & MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ, N.J., 2015.- Escarabajos fitófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) del departamento del Atlántico, Colombia. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.), 31: 89-96.
- GARCÍA-LÓPEZ, A., MICÓ, S., ZUMBADO, M.A., & GALANTE, E., 2011.- Sampling scarab beetles in tropical forests: The effect of light source and night sampling periods. *Journal of Insects Science*, 11: 1-14.
- GARCÍA-MONTIEL, J.C., RIVERA-CERVANTES, L.E., & MORÓN-RIOS, M.A., 2003.- Composición y abundancia estacional de los Melolonthidae nocturnos (Insecta: Coleoptera) asociados a un bosque mesófilo de montaña en el municipio de Minatitlán, Colima, México. pp. 115-127 in: Aragón, G.A., Morón, M.A. & Marín-J., A. (Eds.) Estudios sobre coleópteros del suelo en América. Publicación especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México.
- GASCA, H., & AMAT G., 2010.- Synopsis and key to the genera of Dynastinae (Coleoptera, Scarabaeoidea, Scarabaeidae) of Colombia. *Zookeys*, 34: 153-192.
- GUALDRÓN-R., J.A., VILLALOBOS-MORENO, A., CEPEDA-OLAVE, N., QUINTERO, S.L., ROJAS, A., DÍAZ, J.J., & PRADA-DURÁN, R., 2013.- Caracterización e identificación de los componentes de la biodiversidad en la ventana para futuro desarrollo minero de AUX Colombia en el municipio de Vetás, Santander. Informe técnico. Corporación CTAS, Bucaramanga, Colombia. 105 p.
- GUALDRÓN-R., J.A., VILLALOBOS-MORENO, A., ROJAS, A., CEPEDA-OLAVE, N., DÍAZ, J.J., QUINTERO, S.L., & PRADA-DURÁN, R., 2012.- Caracterización de los componentes de biodiversidad en áreas de influencia directa e indirecta del túnel de exploración dos de AUX Colombia en California, Santander. Informe técnico. 124 pp. Corporación CTAS. Bucaramanga, Colombia.
- HARDY, A.R., 1975.- New World Gymnetini: an attempt at classification (Coleoptera: Scarabaeidae). *The Coleopterist*, 29(3): 205-208.
- HOLDRIDGE, L.R., 2000.- *Ecología basada en zonas de vida*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica. 216 p.
- JAMESON, M.L., & RATCLIFFE, B.C., 2011.- The Neotropical Scarab beetles tribe Anatistini. *Bulletin of the University of Nebraska State Museum*, 26: 1-100.
- LACHAUME, G., 1985.- *Les Coleopteres du Monde. Dynastini 1: Dynastes - Megasoma - Golofa*. Sciences Nat. 5. Paris, France. 85 p.
- LACHAUME, G., 1992.- *Les Coleopteres du Monde. Dynastidae américains: Cyclocephalini-Agaoccephalini-Pentodontini-Oryctini-Phileurini*. Sciences Nat. 14. Paris, France. 89 p.
- LEGENDRE, P., & LEGENDRE, L., 1998.- *Numerical Ecology*. Second edition. Elsevier, Amsterdam, Netherlands. 852 p.
- LONDOÑO-Z., M.E., BRAN-E., A.M., & ACEVEDO-R., D.P., 2007.- Estudio de los escarabajos edafícolas Melolonthidae (Coleoptera: Scarabaeoidea) de los municipios paperos de los altiplanos norte y oriente del departamento de Antioquia. pp. 48-62, (en) Pardo-Locarno, L.C., Gallego, M.C. & Montoya, J. (Eds.) Diplomado en biología, ecología y taxonomía de Scarabaeoidea. Taller Editorial. Facultad de Ciencias, Universidad del Valle. Memorias. Cali, Colombia.
- LÓPEZ-GARCÍA, M.M., 2014.- *Diversidad taxonómica y distribución de la tribu Pentodontini (Coleoptera: Scarabaeidae: Dynastinae) de Colombia*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Colombia. 153 p.
- MACHATSCHKE, J.W., 1957.- *Genera Insectorum de P. Wytman*. Fasc. 199-B. Coleoptera Lamellicornia, Scarabaeidae, Rutelinae, Anomalini. Editorial Mercurius. Anvers, Bélgica. 219 p.
- MARCO, V., 2001.- Modelización de la tasa de desarrollo de insectos en función de la temperatura. *Aracnet 7 -Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 28: 147-150.
- MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ, N.J., GARCÍA, S., GUTIÉRREZ, M.J., SANJUÁN, S., & CONTRERAS, C., 2010.- Composición y estructura de la fauna de escarabajos (Insecta: Coleoptera) atraídos por trampas de luz en la Reserva Ecológica de Luriza,

- Atlántico, Colombia. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 47: 373-381.
- MONTOYA, G.L., MADRIGAL, A., & RAMÍREZ, C., 1994.- Evaluación de las trampas de luz para el control de adultos de Scarabaeidae (Coleoptera) en cultivos de papa en La Unión, Antioquia. *Revista Colombiana de Entomología*, 20(2): 130-136.
- MOORE, R.M., JAMESON, M.L., & PAUCAR-CABRERA, A., 2014.- Taxonomic and nomenclatural changes in the anticheirine scarabs (Coleoptera: Scarabaeidae: Rutelinae: Rutelini). *Insecta Mundi*, 0392, 1-20.
- MORA-AGUILAR, E.F., DELGADO, L., & VALLEJO, F., 2013.- A new species of *Ceraspis* (Coleoptera: Scarabaeidae: Melolonthinae), with a key to the Colombian species of the Genus. *Annals of the Entomological Society of America*, 106(4): 424-428.
- MORÓN, M.A., 2006.- Revisión de las especies de *Phyllophaga* (Phytalus) grupos *obsoleta* y *pallida* (Coleoptera: Melolonthidae: Melolonthinae). *Folia Entomológica Mexicana*, 45(1): 1-104.
- MORÓN, M.A. & DELOYA, C., 1991.- Los Coleoptera Lamellicornia de la Reserva de la Biosfera "La Michilía", Durango, México. *Folia Entomológica Mexicana*, 81: 209-283.
- MORÓN, M.A., & NEITA, J., 2014.- Nuevas especies colombianas de *Phyllophaga* Harris (Coleoptera: Melolonthidae). *Caldasia*, 36(1): 203-216.
- MORÓN, M.A., & VALLEJO-E., L.F., 2007.- El género *Phyllophaga* Harris (Coleoptera: Melolonthidae) en Colombia. Nuevos avances para el conocimiento de su diversidad y distribución. pp. 69-91 en Pardo-Locarno, L.C.; Gallego, M.C. & Montoya, J. (Eds.) Diplomado en biología, ecología y taxonomía de Scarabaeoidea. Taller Editorial. Facultad de Ciencias, Universidad del Cauca y Universidad del Valle. Memorias. Popayán, Colombia.
- NEITA, J., & MORÓN, M.A.- 2008. Estados inmaduros de *Ancognatha ustulata* (Coleoptera: Melolonthidae). *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 76: 355-361.
- NEITA, J., OROZCO, J., & RATCLIFFE, B.C., 2006.- Escarabajos (Coleoptera: Scarabaeidae "Pleurosticti") de la selva baja del bosque pluvial tropical, Chocó, Colombia. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.), 22(2): 1-32.
- OHAUS, F., 1934.- Genera Insectorum de P. Wytzman, Fascicule 199-A. Coleoptera Lamellicornia, Fam. Scarabaeidae, Subfam. Rutelinae. Bruxelles, Belgique. 172 p.
- OROZCO, J., 2009.- A new generic and new specific synonym in the genus *Euphoria* Burmeister (Coleoptera: Scarabaeidae: Cetoniini). *Insecta Mundi*, 0065: 1-4.
- OROZCO, J., & PARDO-LOCARNO, L.C., 2004.- Description of immature stages of three species of American Cetoniinae (Coleoptera: Scarabaeidae). *Zootaxa*: 769: 1-14.
- OTAVO, S.E., PARRADO-ROSSELLI, A., & NORIEGA, J.A., 2013.- Superfamilia Scarabaeoidea (Insecta: Coleoptera) como elemento bioindicador de perturbación antropogénica en un parque nacional amazónico. *Revista de Biología Tropical*, 61(2): 735-752.
- PALACIO-VILLA, M.M. 2010. *Determinación de las especies de Astaena (Coleoptera: Melolonthidae) asociadas a cultivos en dos altiplanos colombianos*. Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Antioquia, Colombia. 76 p.
- PARDO-LOCARNO, L.C., 2013.- Escarabajos (Coleoptera: Melolonthidae) del plan aluvial del río Cauca, Colombia. I. Ensamblaje, fichas bioecológicas, extinciones locales y clave para adultos. *Dugesiana*, 20(1): 1-15.
- PARDO-LOCARNO, L.C., & RUBIANO, M., 1994.- Registros y observaciones preliminares de los escarabajos (Coleoptera-Scarabaeoidea) del páramo de Las Hermosas, Valle-Tolima (Colombia). *Cespedesia*, 20(64-65): 87-114.
- PARDO-LOCARNO, L.C., ARROYO, J.E., & QUINÓNEZ, F., 2008.- Observaciones de los escarabajos copronecrófagos y sapromelífagos de San Luis Robles, Nariño. *Boletín Científico del Centro de Museos*, 8: 113-139.
- PARDO-LOCARNO, L.C., MONTOYA, J., & SCHOONHOVEN, A., 2003a.- Comparación de la abundancia de chisas rizófagas (Coleoptera: Melolonthidae) en agroecosistemas de Caldono, Cauca, Colombia. 65-77 (en) Aragón, G.A., Morón, M.A. & Marín-J., A. (Eds.) Estudios sobre coleópteros del suelo en América. Publicación especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México.
- PARDO-LOCARNO, L.C., MONTOYA, J., SCHOONHOVEN, A., & MORÓN, M.A., 2003b.- Composición y riqueza del complejo Melolonthidae (Coleoptera) en cuatro agroecosistemas del Cauca, Colombia. 29-43 (en) Aragón, G.A., Morón, M.A. & Marín-J., A. (Eds.) Estudios sobre Coleópteros del suelo en América. Publicación especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México.
- PARDO-LOCARNO, L.C., MORÓN, M.A., GAIGL, A., & BELLOTI, A., 2003c.- Los complejos regionales de Melolonthidae (Coleoptera) rizófagos en Colombia. 45-63 (en) Aragón, G.A., Morón, M.A. & Marín-J., A. (Eds.) Estudios sobre coleópteros del suelo en América. Publicación especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México.
- PARDO-LOCARNO, L.C., MORÓN, M.A., & GAIGL, A., 2006a.- Los estados inmaduros de *Coelosisbiloba* (Coleoptera: Melolonthidae: Dynastinae) y notas sobre su biología. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 77: 215-224.
- PARDO-LOCARNO, L.C., MORÓN, M.A., & MONTOYA-LERMA, J., 2006b.- Descripción de los estados inmaduros de *Leucothyreus femoratus* Burmeister con notas sobre su biología e importancia agrícola en Colombia. *Folia Entomológica Mexicana*, 45: 179-193.
- PARDO-LOCARNO, L.C., MORÓN, M.A., & MONTOYA-LERMA, J., 2007.- Descripción de los estados inmaduros de *Astaena valida* (Coleoptera: Melolonthidae: Melolonthinae: Sericini). *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.), 23(2): 129-141.
- PARDO-LOCARNO, L.C., RAMÍREZ-PAVA, B., VILLOTA, H., VILLANUEVA, O., & BAHAMÓN W., 2011.- Ensamblaje de escarabajos Melolonthidae (Coleoptera: Scarabaeoidea) asociados con pasturas en el departamento del Caquetá y su posible relación con la salubridad edáfica. *Acta Agronómica*, 60: 273-284.
- PARDO-LOCARNO, L.C., VILLALOBOS-MORENO, A., & STECHAUNER-ROHRINGER, R.M., 2015.- Nueva especie de *Lycomedes* Brême, 1844 (Coleoptera: Melolonthidae: Dynastinae) de los Andes colombianos y clave para identificación de las especies. *Insecta Mundi*, 0455: 1-14.
- RATCLIFFE, B.C., 2003.- Dynastinae scarab beetles of Costa Rica and Panama (Coleoptera: Scarabaeidae: Dynastinae). *Bulletin of University of Nebraska State Museum*, 16: 1-506.
- RATCLIFFE, B.C., 2013.- A Revision of the Neotropical Genus *Amithao* Thomson, 1878 (Coleoptera: Scarabaeidae: Cetoniinae: Gymnetini). *The Coleopterists Bulletin*, 67(3): 265-292.

- RATCLIFFE, B.C., & WARNER, W.B., 2011.- A revision of the genus *Gymnetina* Casey, 1915 (Coleoptera: Scarabaeidae: Cetoniinae: Gymnetini) *Insecta Mundi*, 173: 1-28.
- RESTREPO, H., MORÓN, M.A., VALLEJO, F., PARDO-LOCARNO, L.C., & LÓPEZ-ÁVILA, A., 2003.- Catálogo de Coleoptera Melolonthidae (Scarabaeidae: Pleurosticti) de Colombia. *Folia Entomológica Mexicana*, 42(2): 239-263.
- SANABRIA-GARCÍA, R., GASCA-ÁLVAREZ, H.J., & AMAT-GARCÍA, G., 2012.- Sinopsis de la Tribu Oryctini (Coleoptera: Scarabaeidae: Dynastinae) de Colombia. *Insecta Mundi*, 0276: 1-64.
- SAYLOR, L.W., 1942.- Ten new *Phyllophaga* beetles from Panama and South America. *Revista de Entomología*, 13: 154-166.
- SAYLOR, L.W., 1945.- Studies in the Melolonthinae Scarab beetle genera of the American continents. A new Colombian genus and species. *The Wasmann Collector*, 6 (3-4): 79-81.
- SMITH, A.B.T., 2003.- A Monographic revision of the genus *Platycoelia* Dejean (Coleoptera: Scarabaeidae: Rutelinae: Anoplognathini). *Bulletin of the University of Nebraska State Museum*, 15: 1-202.
- STATSOFT, Inc. 2011.- Statistica (data analysis software system), version 10. Disponible en: www.statsoft.com.
- STECHAUNER-ROHRINGER, R., 2010.- *Aporte de coleópteros saproxilófagos a la transformación de residuos de caña de azúcar y su impacto biológico en el suelo*. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Colombia. 229 p.
- STECHAUNER-ROHRINGER, R., & PARDO-LOCARNO, L.C., 2010.- Redescrición de inmaduros, ciclo de vida, distribución e importancia agrícola de *Cyclocephala lunulata* Burmeister (Coleoptera: Melolonthidae: Dynastinae) en Colombia. *Boletín científico Centro de Museos Historia Natural*, 14(1): 203-220.
- SUÁREZ-G., M.A., & AMAT-GARCÍA, G., 2007.- Lista de especies de los escarabajos fruteros (Melolonthidae: Cetoniinae) de Colombia. *Biota Colombiana*, 8(1): 69-76.
- ÚTIMA, O., & VALLEJO L.F.- 2008. Escarabajos Melolonthidae (Scarabaeidae- Pleurosticti) de la montaña cafetera, departamento de Risaralda, Colombia. *Agronómica*, 16(2): 31-44.
- VALLEJO, L.F., MORÓN, M.A., & ORDUZ, S., 2007.- Biología de *Phyllophaga obsoleta* Blanchard (Coleoptera: Melolonthidae), especie rizófaga del complejo "chisa" de Colombia. *Boletín Científico Centro de Museos Historia Natural*, 11: 188-204.
- VALLEJO-E., L.F., & WOLFF-E., M., 2013. - The genus *Phyllophaga* Harris (Coleoptera: Scarabaeidae: Melolonthinae) in the Colombian Andean Mountains. *Zootaxa*, 3722(2): 101-142.
- VICTORIA, J.A., 2000.- Reconocimiento e identificación de chisas rizófagas (Coleoptera: Melolonthidae) en cultivos de yuca (*Manihot sculenta* Krantz) de la zona de ladera del norte del departamento del Cauca. Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Valle del Cauca, Colombia. 88 p.
- VILLEGAS, N., GAIGL, A., & VALLEJO, L.F., 2006.- Reconocimiento de especies del complejo "Chisa" (Coleoptera: Melolonthidae) asociadas a cultivo de Cebolla y Pasto Kikuyo del departamento de Risaralda, Colombia. *Agronómica*, 14 (1): 51-63.
- VILLALOBOS-MORENO A., PARDO-LOCARNO, L.C., CABRERO-SAÑUDO, F.J., OSPINA, R., & GÓMEZ-MURILLO, I.J., 2016.- Inventario preliminar de los escarabajos de la familia Melolonthidae (Coleoptera: Scarabaeoidea) de un robleal del nororiente de los andes colombianos. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 58: 159-167.
- ZULUAGA-CASTRO, C.A., 2003.- Identificación de chisas (Coleoptera: Melolonthidae) asociadas a pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) y papa (*Solanum tuberosum* Linneo) y sus posibles enemigos naturales en Cundinamarca. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Colombia. 52 p.