

## COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA DE LA FAUNA DE ESCARABAJOS (INSECTA: COLEOPTERA) ATRAÍDOS POR TRAMPAS DE LUZ EN LA RESERVA ECOLÓGICA DE LURIZA, ATLÁNTICO, COLOMBIA

Neis José Martínez-Hernández<sup>1</sup>, Sandy García Atencia<sup>2</sup>,  
María José Gutiérrez Cerpa<sup>2</sup>, Steffani Sanjuán Murillo<sup>2</sup>  
& Cesar Contreras Mejía<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Grupo Biodiversidad del Caribe colombiano. Programa de Biología, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad del Atlántico. Ciudadela universitaria, km 7- vía Puerto Colombia, Barranquilla, Colombia

– nejosemartinez@gmail.com, neisjosemartinez@yahoo.es

<sup>2</sup> Semillero Investigación Insectos (NEOPTERA) del Caribe colombiano. Programa de Biología, Universidad del Atlántico. Ciudadela universitaria, km 7 vía Puerto Colombia, Barranquilla, Colombia

– sandyga.01@gmail.com, sandyga\_9006@hotmail.com

**Resumen:** Se determinó la variación temporal de la coleopterofauna atraída por trampas de luz en un remanente de bosque seco tropical (Bs-T) en la Reserva Ecológica Luriza (REL), Atlántico, Colombia. Se realizaron siete muestreos desde marzo hasta julio de 2009. En el área de estudio se marcaron tres puntos distanciados 150m. En cada uno se colocó una trampa de luz modificada, desde las 6:00pm hasta las 9:30pm. Se capturaron 6.084 individuos pertenecientes a 39 familias. La familia más abundante fue Melolonthidae, con 2.360 individuos, y las menos abundantes fueron Laemophloeidae, Dascillidae y Collididae, con un individuo cada una. La mayor riqueza (23) se presentó en el muestreo siete, que coincide con la disminución de las lluvias en la zona. La mayor abundancia (2295) se observó en el cuarto muestreo. Este coincide con el inicio de la temporada de lluvias, donde se presenta una mayor disponibilidad de recursos para los escarabajos. Con el aumento de la precipitación (10 mm), se evidenció una disminución de la riqueza (7) en la zona, debido a que la efectividad de las trampas y la actividad de muchas familias de coleópteros disminuyen. El índice de similitud de Bray-Curtis mostró una agrupación de los muestreos por épocas, evidenciándose un patrón temporal de la coleopterofauna en este remanente de bosque.

**Palabras clave:** Coleoptera, Melolonthidae, bosque seco tropical, patrón temporal, riqueza, trampa de luz, Reserva Ecológica de Luriza, Colombia.

### Composition and structure of beetles (Insecta: Coleoptera) attracted by light traps at the Luriza Reserve, Atlantico, Colombia

**Abstract:** In this study, the temporary variation of the composition and structure of the beetle fauna attracted by light traps in a remnant of tropical dry forest (Bs-T) at the Luriza Reserve, Atlántico, Colombia were determined. Seven samplings were carried out during five months in 2009. In the study area, three points separated 150m from one another were marked. A modified light trap was placed in each one from 6:00pm to 9:30pm. Six thousand eighty four individuals belonging to 39 families were captured. The most abundant family was Melolonthidae with 2360 individuals and the least abundant were Laemophloeidae, Dascillidae and Collididae with one individual each. The greatest richness (23) corresponded to the seventh sampling, which coincided with a decrease in rainfall. The greatest abundance (2295) corresponded to the fourth sampling. This coincided with the beginning of the rainy season, when there is greater availability of resources for beetles. The increase in rainfall (10 mm) produced a decrease in the area's richness (7), because both the effectiveness of the traps and the activity of the beetles diminished, and beetle mortality rose due to run-offs. The Bray-Curtis similarity rate showed a clustering of samplings by periods, and thus suggests the existence of a temporary pattern for the beetle fauna of this forest remnant.

**Key words:** Coleoptera, Melolonthidae, tropical dry forest, temporary pattern, richness, light traps, Luriza Reserve, Colombia.

## Introducción

El bosque seco tropical (Bs-T) en el departamento del Atlántico Colombiano ha sido muy intervenido por el hombre y su extensión se ha reducido debido a la tala para extracción de madera, producción de carbón, actividades agrícolas y ganaderas. Sin embargo, aún se conservan pequeños remanentes como la reserva de Luriza que alberga grupos faunísticos, tales como los coleópteros. Éstos insectos pueden ofrecer información valiosa sobre un ecosistema, ya que se ven influenciados por cambios en las condiciones ambientales, fenología del bosque, la heterogeneidad espacial y cambios en la estructura del hábitat (García y Pardo, 2004).

Las familias del orden Coleoptera Linnaeus 1758 tienen una constancia y composición taxonómica que minimiza las dificultades de identificación, por lo tanto aumentan la facilidad de obtener información rápida sobre la ecología de los fragmentos de bosques (Marinoni y Ganho, 2003, 2006).

Además, éste orden se caracteriza por una diversidad de hábitos alimenticios que pueden reflejar la dinámica de los fragmentos de Bs-T y otros procesos ecológicos, como el flujo de energía en estos ecosistemas. También pueden presentar una dinámica temporal y espacial; la cual en ciertas localidades puede ser marcada causando un importante incremento en la riqueza local (Erwin y Scott, 1981).

Trabajos realizados por Erwin (1982, 1983) en bosques neotropicales, proponen la existencia de una alta riqueza, que puede alcanzar el valor de ocho millones de especies de coleópteros. Desde mediados del siglo pasado diferentes investigadores han mostrado un profundo interés en estudiar la variación estacional en insectos (Davis, 1945; Dobzhansky y Pavan, 1950). Sin embargo, la mayoría de los trabajos se han enfocado en algunos órdenes, dejando a un lado la dinámica de uno de los órdenes más diversos como el Coleoptera. En



Fig. 1. Ubicación de la Reserva Ecológica de Luriza (REL), Usiacurí, Atlántico, Colombia.

Colombia, la poca información que existe sobre estos insectos; se ha enfocado en pocas familias o se ha centrado en aspectos comportamentales puntuales importantes para la ecología y economía.

En el Neotrópico se han ejecutado trabajos sobre la dinámica de las familias del orden, como el realizado por Deloya y Ordóñez (2008) en agroecosistemas de Veracruz (México). Otros estudios implementan la utilización de trampas de luz como el realizado por Pinto *et al.* (2004) en Río de Janeiro (Brasil) y Martínez *et al.* (2009) en fragmentos de bosques en el recinto de Mayagüez, Puerto Rico. En Colombia, se destacan los trabajos realizados por Noriega *et al.* (2007) en la amazonia colombiana y Álvarez y Barrera (2007) en la cantera Soratama, Bogotá (Colombia). Los primeros autores describieron la dinámica estacional de la estructura trófica de un ensamblaje de Coleoptera; mientras que en la cantera, se comparó la abundancia y composición del ensamblaje de coleópteros en áreas con diferentes condiciones de abandono. Sin embargo, pocos son los que contemplan la utilización de trampas de luz como método eficaz para capturar una mayor diversidad de familias de Coleoptera.

En el departamento del Atlántico, no se han realizado trabajos sobre la fauna de escarabajos y la información existente está muy dispersa. Teniendo en cuenta lo anterior, se determinó la variación temporal de la composición y estructura de las familias de Coleoptera en un remanente de Bs-T en el Atlántico. De esta forma, se pretende realizar una contribución sobre el conocimiento de la fauna de escarabajos en este departamento, con el fin de llenar el vacío de información existente sobre este orden y que sirva como herramienta para proponer estrategias de conservación a largo plazo.

## Materiales y métodos

### Área de estudio

El presente trabajo se realizó en un remanente de Bs-T (41,4Ha); localizado en la Reserva Ecológica de Luriza (REL), en el municipio de Usiacurí, Atlántico, Colombia (fig. 1). El área de estudio se encuentra localizada a  $10^{\circ} 45' 27,8''$  N y  $75^{\circ} 01' 59,0''$  O, a una altitud de 140 m y forma parte del distrito Montes de María y Piojó, que pertenece a la región biogeográfica del Cinturón Árido Pericaribeño (Espinal y Montenegro, 1977, Hernández *et al.*, 1992). El paisaje dominante en la REL es el bosque seco tropical (Bs-T) descrito por Holdridge (1979) con condiciones higrótropofíticas, el cual está atravesado por una quebrada con un curso de agua permanente durante todo el año, por lo cual algunas especies de la vegetación permanecen con follaje durante la época seca. El relieve es ondulado, formando parte de las serranías de Piojó, con pendientes muy pronunciadas y un grado de erosión moderado. Presenta una precipitación anual entre 600 y 700 mm y una temperatura promedio anual de  $26^{\circ}\text{C}$  a  $28^{\circ}\text{C}$ , con una humedad relativa que oscila entre el 60 y el 90% (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia. IDEAM)

La vegetación predominante es la típica de Bs-T, descrita por el IAvH (1998), apareciendo los tres estratos vegetativos de dosel, arbustivo y sotobosque. Presenta árboles hasta de 17 m de altura con un diámetro a la altura del pecho que oscila entre 0,27 y 0,75cm. En la zona, son comunes las familias Apocynaceae, Arecaceae, Bignoniaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Polygonaceae, entre otras (Gentry, 1996). Los géneros representativos son *Ceiba* Mill, *Pseudobombax* Dugand, *Tabebuia* Gomez, *Philodendron* Schott, *Anthurium* Schott, *Acrocomia* Mart, *Aristolochia* L. y las especies *Spondias mombin* L., *Crescentia cujete* L., *Pseudobombax septenatum* (Jacq.) Dugand, *Anacardium excelsum* L., *Bromelia* (L.) Adans., *Parinari pachyphylla* Rusby, *Justia bracteosa* (Mildbr.) Leonard, *Malvaviscus aboreus* Dill. ex Cav, *Myrmecodendron costarricense* Britt. & Rose, *Petiveria alliacea* L., *Cordia alba* (Jacq.) Roem. & Schult, *Mangifera indica* L., *Guazuma ulmifolia* Lam., *Pereskia quisqueyana* (Ekman) Alain, *Bursera simaruba* (L.) Sarg., *Hura crepitans* L., *Pachira* Aubl. y algunos musgos y helechos. Este remanente de bosque se encuentra rodeado de fincas ganaderas y zonas de cultivo, en donde además se desarrolla tala y quema de árboles para producción de carbón, por lo cual su área original se ha reducido durante los últimos años.

### Diseño y método de Captura

El presente estudio se llevó a cabo entre los meses de marzo a julio de 2009, realizándose siete muestreos en total; con un lapso de tiempo que osciló entre 14 a 33 días entre cada muestreo. En el remanente de Bs-T, se ubicaron tres puntos distanciados 150m. En cada uno se colocó una trampa de luz modificada desde las 6:00 pm hasta las 9:30 pm. Esta trampa consiste en una lámpara recargable de 120 V, introducida hasta la mitad en un recipiente plástico de color blanco con 60cm de diámetro y 45 cm de alto. En su interior se agregó un tercio de su volumen con una mezcla de alcohol etílico, detergente, sal y agua. Adicionalmente, se realizó una revisión manual de los sustratos adyacentes para capturar los escarabajos; con un tiempo de inversión de 10 minutos por cada persona/trampa, para un total de 30 minutos en cada muestreo. Las muestras recolectadas fueron preservadas en alcohol al

70%. Posteriormente fueron separadas para su identificación hasta familia con las claves de Coleoptera de Lawrence *et al.* (1999), Lawrence (2001) y Triplehorn y Johnson (2005). En cada muestreo se midió la temperatura ambiente y la humedad relativa *in situ* cada 15 minutos con un termohigrómetro y posteriormente fueron promediados por cada faena de captura. Los datos diarios de precipitación fueron suministrados por el IDEAM; con el fin de tener la ponderación en cada muestreo. Con base en los datos se consideró época seca los muestreos realizados en marzo; lluvias (abril-junio) y veranillo los de julio (Hernández, 1992).

### Análisis de los datos

Se determinó la riqueza como el número de familias y la abundancia como el número de individuos por trampa y muestreo. Para determinar si existen diferencias en la composición de las familias de escarabajos entre las cuatro estaciones; se aplicó la técnica de ANOSIM (Análisis de similitudes) con diseño a una vía. Los datos de abundancia se ordenaron con base en el índice de similaridad de Bray-Curtis, transformando las abundancias a raíz cuadrada para contrarrestar el peso de las familias más dominantes, pero sin disminuir su importancia (Clarke & Warwick 2001). Para identificar las familias que caracterizaron o tipificaron las épocas a través de su abundancia, se utilizó la rutina SIMPER (porcentaje de similitudes). Se consideraron las familias que aportaron más del 10% de la abundancia total. Los análisis se realizaron con el programa PRIMER 6.0 (Clarke & Warwick 2001). Para determinar la relación entre los patrones abióticos (humedad relativa y temperatura) con los patrones biológicos observados (riqueza y abundancia); se realizó un análisis de correlación de Spearman, con el programa PAST 1.63 (Hammer *et al.*, 2001). Los datos de precipitación no se utilizaron en este análisis, debido a que no fueron tomados *in situ*. Con el fin de observar la efectividad de las trampas y el esfuerzo de los muestreos, se realizó una curva de acumulación para las familias encontradas con los estimadores de Chao 2 y Jackknife 2 con ayuda del programa EstimateS 8.2 (Colwell, 2009). Las familias de Coleópteros fueron separados por grupos funcionales de acuerdo con Hammond y Lawrence (1989), Lawrence y Britton (1991) y Hutcheson y Kimberley (1999). Esto con el fin de observar la variación temporal de los grupos funcionales de la coleopterofauna en el área de estudio.

### Resultados y discusión

Se capturaron 6.084 individuos del orden Coleoptera distribuidos en 39 familias (Tabla I); lo que representa el 30,7% de las reportadas para el Neotrópico por Costa (2000) y el 36,5% de las descritas por Lawrence (2001) en Costa Rica. En el fragmento de Bs-T de REL se capturó con las trampas de luz una mayor riqueza de familias de escarabajos con respecto a las reportadas en fragmentos de bosques neotropicales por Pinto *et al.* (2000, 2004) en Brasil y Martínez *et al.* (2009) en Puerto Rico. Lo anterior, indica que en la reserva se encuentra una fauna representativa de escarabajos del Bs-T, por lo cual se hace importante mantener estos fragmentos que pueden servir como refugio a este grupo de insectos. Además, en este trabajo la riqueza es mayor que las reportadas en Colombia por Noriega *et al.* (2007) y Álvarez y Barrera (2007), a pesar de que en estos trabajos se utilizaron un mayor número de

técnicas de captura. A nuestro juicio, estos resultados son consecuencia del método de colecta utilizado. El tipo de trampas es fundamental en cualquier estudio en el que se pretenda monitorear éste grupo de insectos, debido a que muchas de las especies tienen un fototactismo positivo. Esto permite capturar coleópteros del suelo, sotobosque y del dosel de la vegetación (Martínez, 2007; Martínez *et al.*, 2009).

Las familias más abundantes fueron Melolonthidae (2.360 ejemplares), Staphylinidae (1.813) y Curculionidae (454) quienes aportaron alrededor del 77% del total capturado (Tabla I, fig. 2). La primera familia se caracteriza por tener representantes mayoritariamente de hábitos nocturnos, por lo cual el método de captura utilizado facilita la recolección de un mayor número de ejemplares (Martínez, 2007). Las familias Staphylinidae y Curculionidae están dentro de las cinco más diversas y abundantes del orden Coleoptera y presentan una gran variedad de hábitos alimenticios (Crowson, 1981; Costa, 2000). Adicional a esto, Curculionidae es uno de los grupos taxonómicos de organismos vivientes más diversos con aproximadamente 60.000 especies descritas (Cano & Schuster, 2009). Además, la alta abundancia de esta familia, se debe a la cantidad de individuos de la subfamilia Scolytinae que poseen hábitos alimenticios variados, como xilófagos, xilomicetófagos, mielófagos, fleófagos, espermófagos y fungívoros (Marinoni y Ganho, 2003). Por otro lado, muchos de los individuos de esta subfamilia son atraídos por compuestos volátiles, como el etanol que se utiliza en la solución letal que llevan las trampas (Iturre *et al.*, 1995; Hall, 2001; Santos *et al.*, 2003); lo que los hace más comunes en muestreos cuantitativos (Martínez *et al.*, 2009). Con respecto a los estafilínidos, su abundancia se puede explicar por la cercanía de las trampas de luz a una quebrada donde la hojarasca que se almacena permanece húmeda; lo que favorece la presencia de estos escarabajos (Levings & Windsor, 1982; Jiménez *et al.*, 2009; Gutiérrez *et al.*, 2009). Desde el punto de vista temporal; estas dos familias (Staphylinidae, Curculionidae) más Scarabaeidae aparecen a lo largo del estudio, su presencia se debe a la disponibilidad trófica que se puedan presentar en diferentes sustratos del Bs-T como la hojarasca, sotobosque, arbustos y dosel y la capacidad de desplazamiento de muchas especies de estas familias en la consecución y explotación de recursos (Noriega *et al.*, 2007). Además, la probabilidad de capturar especímenes de estas familias con cualquier técnica es alta por ser muy diversas y abundantes en la copa de los árboles y suelo de los ecosistemas tropicales, sin importar el continente (Davies *et al.*, 1997; Ganho & Marinoni, 2003). Estos resultados coinciden con los reportados en plantaciones y fragmentos de bosques en Paraná, Brasil; donde estas tres familias aparecen dentro de las de mayor constancia taxonómica por su abundancia, sin importar el tipo de hábitat (Ganho & Marinoni, 2003; Marinoni & Ganho, 2003, 2006).

Los valores más altos de riqueza se presentaron en el cuarto (21) y séptimo muestreo con 23 familias (Tabla I). El primer valor coincide con la aparición de las primeras lluvias (Tabla I), lo que puede estar relacionado con una mayor oferta de recursos alimenticios, tanto cualitativa como cuantitativamente y una distribución espacial más homogénea de las fuentes de alimento en el Bs-T. Esto concuerda con lo propuesto por Huston (1996) y Noriega *et al.* (2007) para la Amazonía brasileña y colombiana respectivamente. La alta riqueza durante el último muestreo, se relaciona con la disminución de la precipitación y el inicio de un periodo de transi-

**Tabla I. Variación de la riqueza, abundancia y grupos funcionales de las familias de Coleoptera y parámetros ambientales (precipitación, temperatura y humedad relativa) durante los muestreos en la Reserva Ecológica de Luriza (REL), Atlántico, Colombia.** Abreviaturas: Herbívoro (H), Depredador (P), Detritívoro (De), Madera muerta o Xilófago (DW). Valores promedio de temperatura y humedad con sus desviaciones estándar ( $\pm$ ).

Familias	14-Marzo (I)	28-Marzo (II)	19-Abril (III)	22-Mayo (IV)	22-Junio (V)	11-Julio (VI)	25-Julio (VII)	Total	Grupo funcional
Melolonthidae	0	12	447	1620	238	41	2	2.360	H
Staphylinidae	127	196	41	13	44	607	785	1.813	P/De
Curculionidae	40	136	63	91	63	34	27	391	H/De
Scarabaeidae	3	18	19	126	42	44	15	267	De
Elateridae	5	8	27	161	4	33	10	248	P/H
Carabidae	18	22	38	112	0	11	14	215	P
Cucujidae	4	95	2	6	0	0	40	147	P/De
Heteroceridae	0	0	0	0	0	100	1	101	De
Nitidulidae	12	21	37	16	0	0	10	96	P/De
Oedemeridae	0	3	17	57	0	0	0	77	H
Chrysomelidae	0	4	2	7	0	8	14	35	H
Hydraenidae	0	0	0	0	0	27	2	29	H
Cerambycidae	0	2	2	21	0	2	0	27	H
Chelonariidae	0	0	0	19	0	5	0	24	H
Tenebrionidae	0	6	7	11	0	0	0	24	De
Scirtidae	0	0	0	0	0	18	5	23	DW
Ceratocanthidae	0	3	3	15	0	0	0	21	DW
Ptilodactylidae	0	0	0	0	0	17	0	17	H/De
Lampyridae	0	0	4	0	0	12	0	16	P
Hydrophilidae	1	5	4	3	0	1	1	15	De
Rhipiceridae	0	0	0	10	0	0	0	10	P
Dytiscidae	1	0	0	0	5	0	3	9	P
Cantharidae	0	0	7	0	0	1	0	8	P/H
Hidroscaaphidae	0	0	0	2	0	2	3	7	H
Pselaphidae	0	0	0	0	5	0	1	6	P
Bruchidae	0	3	1	1	0	0	0	5	H
Buprestidae	0	0	5	0	0	0	0	5	H
Coccinellidae	0	2	1	2	0	0	0	5	P/H/De
Anobiidae	0	0	0	0	0	0	2	2	DW/De
Anthicidae	0	0	0	0	0	0	2	2	H
Dryopidae	0	0	0	0	0	0	2	2	H
Eucnemidae	0	2	0	0	0	0	0	2	DW
Languriidae	0	0	0	0	0	0	2	2	H
Noteridae	0	0	0	0	0	2	0	2	P
Rhipiphoridae	0	0	1	1	0	0	0	2	H
Colydiidae	0	0	0	1	0	0	0	1	P/H
Dascillidae	0	0	0	0	0	0	1	1	H
Laemophloeidae	0	0	0	0	0	0	1	1	P
Mordellidae	0	0	0	0	0	2	1	3	H
<b>Riqueza</b>	<b>9</b>	<b>17</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>7</b>	<b>20</b>	<b>23</b>	<b>39</b>	
<b>Abundancia</b>	<b>211</b>	<b>538</b>	<b>728</b>	<b>2.295</b>	<b>401</b>	<b>967</b>	<b>944</b>	<b>6.084</b>	
<b>Precipitación media (mm)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1.59</b>	<b>8.62</b>	<b>10</b>	<b>2.22</b>	<b>3.09</b>		
<b>Temperatura (°C)</b>	<b>26.00±2.86</b>	<b>28.25±3.53</b>	<b>30.97±2.63</b>	<b>29.06±5.05</b>	<b>26.34±0.67</b>	<b>27.5±1.33</b>	<b>28.51±0.45</b>		
<b>Humedad relativa (%)</b>	<b>74.00±1.17</b>	<b>61.00±0.776</b>	<b>64.38±0.90</b>	<b>76.37±1.06</b>	<b>84.15± 3.93</b>	<b>80.8±3.70</b>	<b>70.06±0.97</b>		

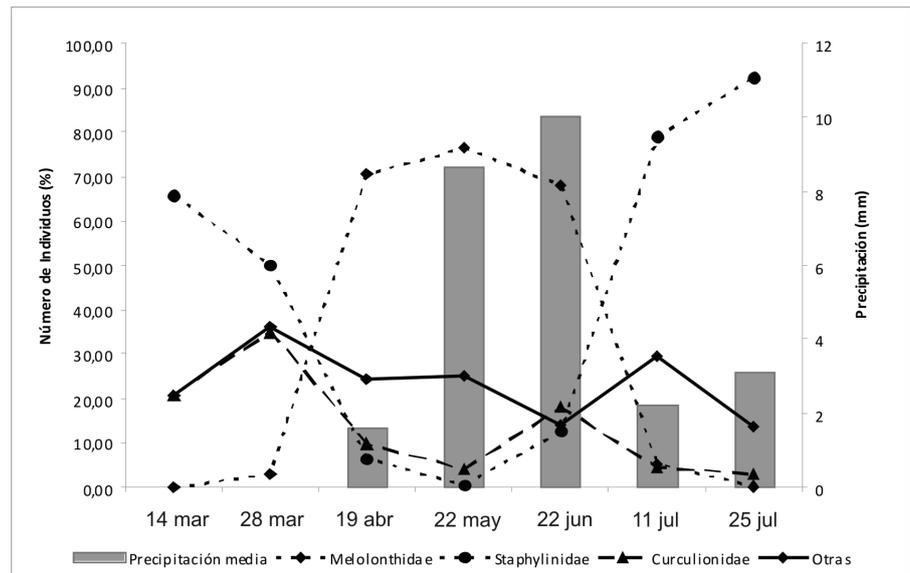
ción donde muchas familias comienzan con la recuperación de sus poblaciones en el área de estudio. La menor riqueza (7) en el muestreo cinco se debe a la disminución en la actividad de los coleópteros con el aumento de la precipitación en la zona (Tabla I). Esto último, también provoca fuertes escorrentías que arrastran material vegetal que servirán como refugio y alimento a muchos coleópteros. Además, durante este periodo es probable que aumente la mortalidad de los insectos, así como la disminución en la eficiencia de las trampas, tal como lo reporta Pinheiro *et al.* (2002) y Martínez *et al.* (2009) en fragmentos de bosque en el Cerrado (Brasil) y Mayagüez (Puerto Rico) respectivamente.

La mayor abundancia (2.295) se presentó en el cuarto muestreo (Tabla I). Esto coincide con el inicio de las lluvias que se presentan en abril (1,59 mm) y mayo con 8,62 mm. Durante este último mes, se observó un aumento en el número de individuos de las familias Melolonthidae (1.620), Scarabaeidae (126), Elateridae (161), Carabidae (112) y Oedemeridae con 57 especímenes (Tabla I). Cuando llegan las primeras lluvias en abril y mayo, la hojarasca se humedece, las condi-

ciones microclimáticas cambian en este biotopo; aumentando la proliferación de hongos y especies de presa que son un recurso significativo para los escarabajos (Hall, 2001). Además, es posible que muchas pupas de coleópteros que estaban en latencia o diapausa en troncos, hojarasca o suelo tengan sincronizada su emergencia con la abundancia de alimentos que está regulado por las lluvias en el Bs-T (Murphy & Lugo, 1986); lo que incide en el aumento de la riqueza y poblaciones de escarabajos en este fragmento.

La menor abundancia (211) se presentó en marzo durante el primer muestreo (Tabla I). Esto coincide con la época seca en la REL, cuando muchas de las especies vegetales pierden la mayor parte del follaje y disminuyen los recursos en el Bs-T. La gran proporción de hojarasca observada en el suelo durante este muestreo, no es muy llamativa para los escarabajos por estar recién caída, seca y dura; disminuyendo la actividad de bacterias y hongos (Carneiro-Souto, 2006) que son un recurso para muchos insectos. Adicional a esto, la celulosa y la lignina son los componentes más abundantes en la hojarasca recién caída y los más lentos en descomponerse;

**Fig. 2.** Variación de la precipitación y las familias más abundantes durante los muestreos en el área de estudio.



reduciendo la tasa de descomposición de la hojarasca al inicio del proceso (Fioretto *et al.*, 2005; Bonilla *et al.*, 2008). Es posible, que estas condiciones impidan que este microhábitat mantenga un número representativo de escarabajos adultos, evidenciándose una baja cantidad de estos durante este muestreo. Pinheiro *et al.* (2002) y Martínez *et al.* (2009) sostienen que para la época seca algunas especies no sean capturadas por su migración o la utilización de estrategias fisiológicas como la inactividad y la diapausa en los meses secos. Esto puede estar explicando el bajo número de familias e individuos reportados en marzo en este fragmento de bosque.

La prueba ANOSIM indicó que se presentaron diferencias en la estructura de la comunidad de escarabajos entre las épocas de muestreo en la REL (ANOSIM:  $R = 0,61$ ;  $p = 0,1\%$ ). La mayor similitud se observó entre la época seca y veranillo (ANOSIM:  $R = 0,367$ ;  $p = 0,9\%$ ) y los menores valores se presentaron entre primeras lluvias y veranillo (ANOSIM:  $R = 0,734$ ;  $p = 0,1\%$ ) y seca- primeras lluvias (ANOSIM:  $R = 0,694$ ;  $p = 0,1\%$ ). Las familias Staphylinidae, Curculionidae y Carabidae caracterizaron la época seca; mientras que Scarabaeidae y las dos primeras familias mencionadas caracterizaron al veranillo por su patrón de abundancia. En esta época, aumenta la proliferación de frutos (*Mangifera indica* y *Spondias mombin*) que son consumidos por mamíferos de la zona (*Allouata seniculus*, *Sus scrofa* y *Bos taurus*), lo que incrementa el aporte de excremento; mientras que otros caen al suelo donde se descomponen. Todo esto, causa un aumento de recursos que son aprovechados por familias con especies detritívoras como los Scarabaeidae, Staphylinidae y Curculionidae (Scolytinae). Las familias que caracterizan la época seca pueden encontrarse en diferentes lugares y poseen hábitos detritívoros, depredadores y carnívoros (Ganho & Marinoni, 2003), por lo que pueden ocupar varios microhábitats en la hojarasca y explotar varios recursos en este biotopo. También es posible que estas familias estén beneficiándose del estrés hídrico y las mayores intensidades lumínicas durante esta época en el fragmento de bosque, aumentando la producción de sustancias químicas de carácter vegetal que pueden ser aprovechados por estos insectos.

La época de primeras lluvias fue caracterizada por la familia Melolonthidae (Tabla II). Esta familia tiende a aumentar en número con la llegada de las lluvias de abril y mayo, cuando se presenta una renovación del follaje, nuevas

**Tabla II.** Porcentajes de similitud (SIMPER) de familias que caracterizan a cada una de las épocas muestreadas en la REL, Atlántico, Colombia.

Familias	Contribución (%)		
	Seca	Primeras lluvias	Veranillo
Staphylinidae	42,37	7,22	45,92
Curculionidae	26,65	6,11	11,4
Carabidae	13,51	5,32	7,07
Melolonthidae		58,49	4,18
Elateridae		7,82	7,87
Scarabaeidae	2,82	6,32	10,76
Similaridad promedio (%)	58,23	48,41	54

plántulas y raíces, humus y madera podrida en el Bs-T; lo que propicia la concentración de adultos en la época más favorable para su reproducción y el desarrollo inicial de las larvas (Carrillo & Morón, 2003). Además, aumenta la humedad del suelo y por consiguiente los individuos que se encontraban en la etapa de pupa o adultos enterrados en el suelo (Bustos-Gómez & Lopera, 2003); emergen a la superficie para emprender su vuelo e iniciar nuevamente su ciclo vital (Londoño & Pérez, 1994).

El porcentaje más bajo de similitud se presentó en la época de primeras lluvias con 48,41 y el más alto en la seca con 58,23 (Tabla II). La baja similitud observada durante las lluvias, se debe a que una sola familia (Melolonthidae) es la que aporta a la mayor parte de la abundancia. La estructura de familias de escarabajos entre la época seca y veranillo es diferente; debido a que las condiciones que se presentan en un ecosistema como el bosque seco no son similares debido a la ausencia o presencia de un factor limitante como el agua. Los resultados de este estudio, demuestran que la precipitación es un factor importante para explicar los cambios en la riqueza y abundancia en la fauna de escarabajos. Estos resultados concuerdan con los reportados por Noriega *et al.* (2007) en la amazonia colombiana y Martínez *et al.* (2009) en fragmentos de bosque en Puerto Rico.

El valor más alto de precipitación (8,62 mm) se presentó en mayo y el menor (0,0 mm) en marzo (Tabla I). La humedad relativa presentó su mayor valor en junio (promedio: 84,15%) y la menor (promedio: 61,00%) en marzo durante el muestreo 2 (Tabla I). Los datos oscilaron entre 61 y 84,15%, los cuales concuerdan con los reportados para un relicto de bosque seco en el departamento del Cesar, Colombia (Bonilla

*et al.*, 2008). La mayor temperatura (30,97 °C) se registró en abril, y la menor (26,0 °C) durante el muestreo 1 en marzo (Tabla I). Los valores oscilaron entre 26 y 30,97 °C, lo que está dentro de los límites para el Bs-T (IAvH, 1998). Las variaciones de la humedad entre las primeras (6:00 pm) y las últimas horas (9:00 pm) de cada muestreo varían muy poco, debido a que no se presentan cambios muy bruscos de temperatura. Es posible que la presencia de la quebrada contribuya a mantener más o menos constante las condiciones de humedad durante las horas de muestreo. Por otro lado, no se evidenció una correlación significativa entre la riqueza de familias con la temperatura ( $r= 15,5$ ;  $p= 0,077$ ) y humedad ( $r= 69,5$ ;  $p= 0,537$ ). Este mismo resultado se observó para la abundancia con temperatura ( $r= 20,0$ ;  $p= 0,115$ ) y humedad ( $r= 50,0$ ;  $p= 0,793$ ). Lo anterior indica que estas variables no explican la variación de la coleopterofauna atraídas por trampas de luz en el área de estudio. Esto coincide con lo registrado para los bosques tropicales de Cerrado y Caatinga en Brasil (Pinheiro *et al.*, 2002; Iannuzzi *et al.*, 2003) y Puerto Rico (Martínez *et al.*, 2009). En próximos estudios, se hace necesario tener en cuenta la medición de otras variables, como cantidad de hojarasca y medición *in situ* de la precipitación, con el fin de explicar el comportamiento de la coleopterofauna en la REL.

En el fragmento de bosque seco de la REL se observó una diversidad de grupos funcionales, tales como depredador (P), fitófago (H), detritívoro (De) y xilófago (DW) y familias que presentan especies con hábitos alimenticios combinados (fig. 3); lo que está relacionado con la diversidad de hábitos alimenticios presente en los coleópteros y de esta forma se disminuye la competencia en la explotación de los recursos. El grupo funcional más abundante fueron los fitófagos (2.581); alcanzando su mayor valor (1.728) en el cuarto muestreo; que coincide con el inicio de las lluvias. Durante este periodo, se evidenció la proliferación de raíces jóvenes (germinación de plántulas), el renuevo y brotes de hojas; las cuales son preferidas por los herbívoros debido a que su contenido de agua y nitrógenos suele ser mayor que el de una hoja madura; aumentando la tasa de herbivoría (Coley & Kursar, 1996). Esta situación propicia la presencia de muchas familias, lo cual está relacionado con la calidad y cantidad de los recursos y nuevos microhábitats que le sirven a los herbívoros como refugio ante posibles amenazas de sus depredadores (Huston, 1996; Noriega *et al.*, 2006). Durante los muestreos 1 y 2 (marzo), el grupo funcional que presentó la mayor riqueza y abundancia (fig. 3A, B) fueron depredadores y detritívoros (P/De), que coincide con la época seca en la zona. Este resultado se relaciona con la disponibilidad de hojarasca que sirve como refugio a muchos de estos escarabajos; así como la presencia de invertebrados que dependen directamente de este microhábitat y son presa para las especies de niveles tróficos altos, como los depredadores (Barberena & Aide, 2003). Por otro lado, se observó que los detritívoros aparecen a lo largo de todos los muestreos, ya que poseen una cantidad de individuos que explotan una variedad de recursos orgánicos en descomposición, lo que los convierte en un grupo importante en la dinámica del reciclaje de nutrientes en el Bs-T. Además, la presencia de la quebrada con agua durante la época seca, sirve como refugio y fuente hídrica para vertebrados nativos y domésticos que aportan excremento. Este recurso es explotado por escarabajos detritívoros y al mismo tiempo sirve como atrayente a otros insectos que son consumidos por los depredadores. Adicional a esto, la quebrada también proporciona

condiciones microclimáticas óptimas (e.g. humedad) para la descomposición de cadáveres, restos de madera y hojarasca y la proliferación de hongos, lo que conduce al mantenimiento de las poblaciones de coleópteros detritívoros. Así mismo, muchas familias capturadas presentan hábitos alimenticios mixtos, lo que puede estar indicando que estos escarabajos implementan varias estrategias en la consecución de recursos alimenticios y explotación de nichos en la zona. Esta diversidad trófica reportada, puede definirse como un importante indicador de diversidad en los fragmentos de Bs-T en el departamento del Atlántico. Las variaciones observadas en el número de familias e individuos y en los gremios tróficos demuestran que las poblaciones del orden Coleoptera presentan estacionalidad en este fragmento de bosque seco; lo que coincide con lo reportado para artrópodos en los trópicos por Levings & Windsor (1982) y Frith & Frith (1990).

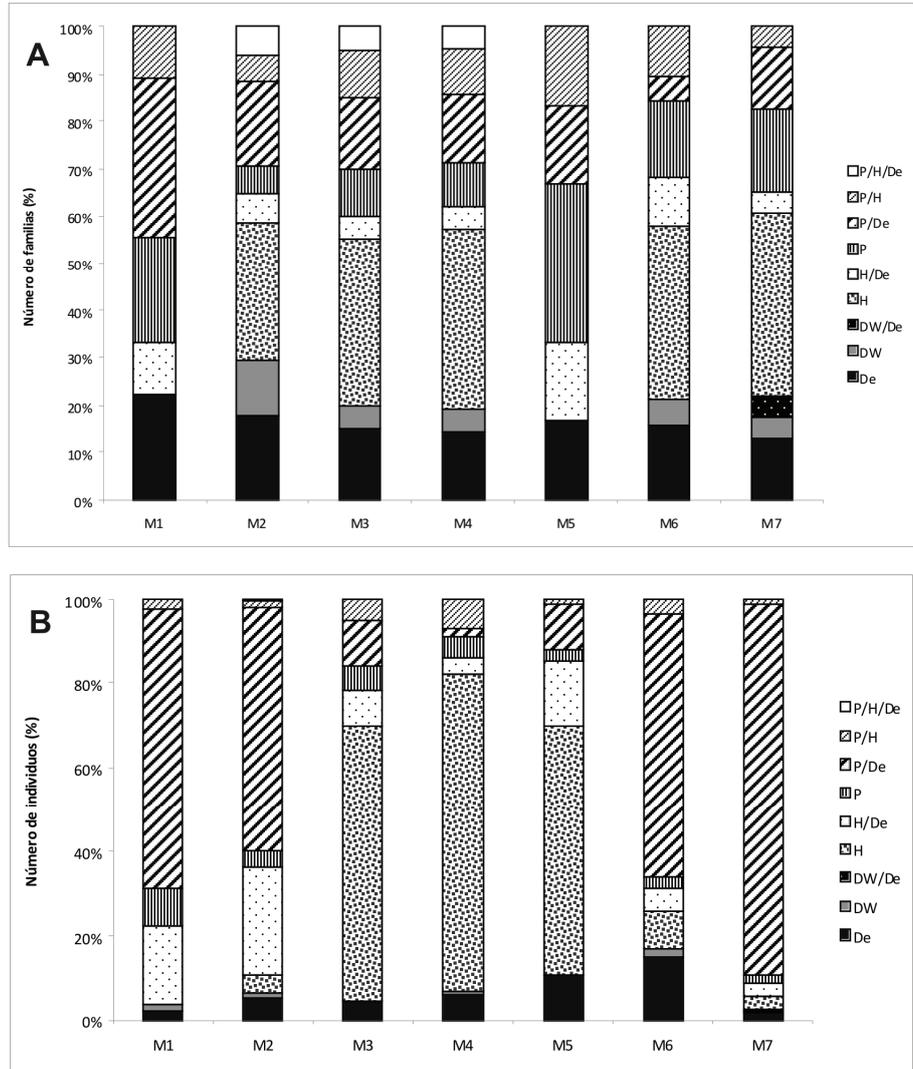
En la REL, se registraron entre un 90 y 95% de las familias esperadas para la zona, según los estimadores Chao 2 y Jackknife 2 (fig. 4). Las curvas empiezan a estabilizarse entre el quinto y sexto muestreo y las familias únicas y duplicadas empiezan a declinar; demostrándose que cada vez es menos frecuente registrar la presencia de una familia nueva, por lo que la pendiente de la curva decrece. Por lo tanto, la ganancia de nuevas familias se va haciendo cada vez menos favorable, debido a que se debe aumentar el esfuerzo de muestreo (Jiménez-Valverde & Hortal, 2003). Las familias que hace falta encontrar, se debe probablemente a que solo se capturó especímenes en una parte de la reserva y los muestreos no se realizaron durante todo el año. Estos resultados presentan valores de eficacia un poco mayores a los descritos por Martínez (2007) en Mayagüez, Puerto Rico; a pesar que este autor utilizó varias técnicas. El gran número de familias de Coleoptera capturado con las trampas de luz en el área de estudio, es un indicativo de que en futuros estudios se hace necesario implementar esta técnica.

Finalmente, pese al alto grado de fragmentación del bosque natural en la quebrada y los alrededores del fragmento, aún se conserva una diversidad de escarabajos cuyas comunidades se ensamblan variando gradualmente su riqueza bajo condiciones ambientales como la precipitación que alteran la fenología del bosque en la zona. Además, este relicto ha venido siendo objeto de una gran presión antrópica que puede aminorar tanto su extensión como su biodiversidad, por lo cual se hace necesario conciliar con los propietarios y la comunidad aledaña e inducirlos a incluir este fragmento en una figura apropiada de protección (e.g. reserva de la sociedad civil), como un ejercicio para iniciar el proceso de protección de los pocos relictos de bosque seco que aún quedan en el departamento del Atlántico e indirectamente de la fauna que albergan.

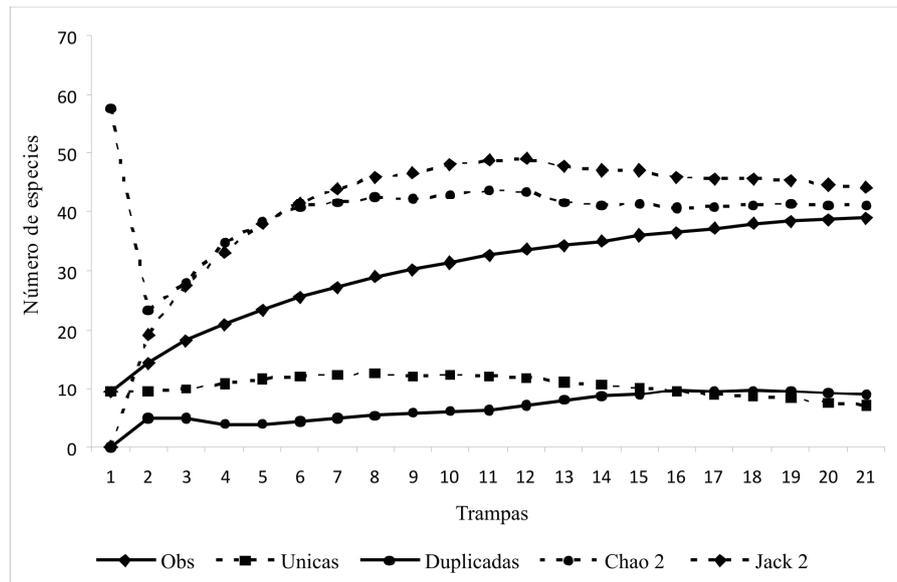
### Agradecimiento

A la comunidad de Luriza por facilitar la estancia en este lugar, durante la realización del trabajo de campo. Al señor Manuel Amaranto, su hija Doris y demás familiares por acogernos en su hogar y colaborarnos con la alimentación. A Jaime Padilla, por el transporte al área de estudio. También a la ONG Usiacurí Verde por permitir realizar el trabajo en la reserva. A los miembros del semillero de investigación NEOPTERA del programa de Biología, por su colaboración en el trabajo de campo y la Facultad de Ciencias Básicas de la Universidad del Atlántico por facilitar los permisos y las instalaciones del laboratorio de Zoología para el procesamiento e identificación de las muestras.

**Fig. 3.** Variación de la riqueza (A) y abundancia (B) de grupos funcionales por muestreo en la REL. Abreviaturas: Depredador (P), Fitófago (H), Detritívoro (De), Madera muerta (DW)



**Fig. 4.** Curva de Acumulación de las familias de coleópteros capturadas con trampas de luz en la REL, Atlántico, Colombia



## Literatura citada

- ÁLVAREZ, A. & J. BARRERA 2005. Estudio del ensamblaje de Coleópteros en áreas con diferente condición de abandono en la cantera Soratama, Localidad de Usaquén, Bogotá. D. C. Universitas Scientiarum. *Revista de la Facultad de Ciencias, Universidad Javeriana*, **12**: 47-56.
- BARBERENA, M. & T. AIDE 2003. Species diversity and trophic composition of litter insects during plant secondary succession. *Caribbean Journal of Science*, **39**: 161-169.
- BONILLA, R., B. RONCALLO, J. JIMENO & T. GARCÍA 2008. Producción y descomposición de la hojarasca en bosques nativos y de *Leucaena* sp., en Codazzi, Cesar. *Revista Corpoica – Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, **9**(2): 5-11.
- CANO, E. B. & J. C. SCHUSTER 2009. Beetles as Indicators for Forest Conservation in Central America International Commission on Tropical Biology and Natural Resources. *Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS)*. <http://www.eolss.net/ebooks/Sample%20Chapters/C20/E6-142-TPE-04.pdf>
- CARNEIRO-SOUTO, P. 2006. *Acumulação e decomposição da serapilheira e distribuição de organismos edáficos em área de Caatinga na Paraíba, Brasil*. Tesis Doutorado em Agronomia. Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba. 161 pp.
- CARRILLO-RUIZ, H. & M. A. MORÓN 2003. Fauna de coleópteros Scarabaeoidea de Cuetzalán del Progreso, Puebla, México. *Acta Zoológica Mexicana*, **88**: 87-121.
- CLARKE K. R. & R. M. WARWICK 2001. *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. Natural Environment Research Council, UK, 144 pp.
- COLEY, P. D. & T. A. KURSAR 1996. Anti-herbivore defences of Young tropical leaves: Physiological constraints and ecological tradeoffs. Pp 305-336. En Smith, A.P., Mulkey, S.S. & Chazdon, R.L. & (eds). *Tropical forest. Plant Ecophysiology*. Chapman & Hall, USA.
- COLWELL, R. K. 2009. *EstimateS: Version 8.2. Statistical estimation of species richness and shared species from samples* (Software and User's Guide). Disponible en: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>
- COSTA, C. 2000. Estado de conocimiento de los Coleóptera Neotropicales. Pp 99- 114. En: Martín-Piera, F., J.J. Morrone y A. Melic (Eds.). *Hacia un proyecto Cited para el inventario y estimación de la diversidad entomológica en Iberoamérica: PriBes-2000*. m3m: Monografías Tercer Milenio I. Sociedad Entomológica Aragonesa, Zaragoza, España.
- CROWSON, R. A. 1981. *The Biology of Coleoptera*. Academic Press, London, United Kingdom. XII + 802 pp.
- DAVIES, J. G., N. E. STORK, M. J. D. BRENDELL & S. J. HINE 1997. Beetle species diversity and faunal similarity in Venezuelan rainforest tree canopies: pp. 85-103. In: N. E. Stork, J. Adis & R. K. Didham (Eds.), *Canopy Arthropods*. Chapman & Hall, London. 567 pp.
- DAVIS, D. E. 1945. The annual cycle of plants, mosquitos, birds, and mammals in two brazilian forests. *Ecological Monographs*, **15**: 243- 295.
- DELOYA, C. & M. ORDOÑEZ 2008. Escarabajos (Insecta: Coleoptera). *Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz*, **9**: 123-134.
- DOBZHANSKY, T. & C. PAVAN 1950. Local and seasonal variations in relative frequencies of species of *Drosophila* in Brazil. *Journal of Animal Ecology*, **19**: 1-14.
- ERWIN, T. L. & J. C. SCOTT 1981. Seasonal and size patterns, trophic structure, and richness of Coleoptera in the tropical arboreal ecosystems: The fauna of the tree *Luehea seemannii* Triana and Planch in the Canal Zone of Panama. *The Coleopterist Bulletin*, **34**(3): 305-322.
- ERWIN, T. L. 1982. Tropical forests: their richness in Coleoptera and other arthropod species. *The Coleopterist Bulletin*, **36**: 74-75.
- ERWIN, T. L. 1983. Beetles and other arthropods of the tropical forest canopies at Manaus, Brasil, sampled with insecticidal fogging techniques, pp. 59-75. En: Sutton, S. L.; Whitmore, T. C., Chadwick, A. C. (eds.). *Tropical Rain Forest: Ecology and Management*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, England.
- ESPINAL, L. S. & E. MONTENEGRO 1977. *Formaciones vegetales de Colombia*. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Bogotá, 201 pp.
- FIORETTO, A., C. DINARDO, S. PAPA & A. FUGGI 2005. Lignin and cellulose degradation and nitrogen dynamics during decomposition of three leaf litter species in a Mediterranean ecosystem. *Soil Biology & Biochemistry*, **37**: 1083-1091.
- FRITH, D. & C. FRITH 1990. Seasonality of litter invertebrate populations in an Australian upland tropical rain forest. *Biotropica*, **22**: 181-190.
- GANHO, N. G. & R. C. MARINONI 2003. Fauna de Coleoptera no parque estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. Abundancia e riqueza das famílias de Coleoptera capturadas através armadilhas Malaise. *Rev. Brasil. Zool.*, **20**: 727-736.
- GARCÍA, J. C. & L. C. PARDO-LOCARNO 2004. Escarabajos Scarabaeinae saprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) en un bosque muy húmedo premontano de los Andes occidentales Colombianos. *Ecología Aplicada*, **3**(1, 2): 59- 63.
- GENTRY, A. H. 1996. Diversity and floristic composition of Neotropical dry forests. Pp. 146-194. En: Bullock S.H.; H. A. Money H.A. & E. Medina E.(Eds.) *Seasonally Dry Tropical Forests*, Cambridge, Cambridge University Press.
- GUTIÉRREZ- CHACÓN, C., M. C. ZÚÑIGA, P. M. VAN BODEGOM, J. CHARA & L. P. GIRALDO 2009. Rove beetles (Coleoptera: Staphylinidae) in Neotropical riverine landscapes: characterising their distribution. *Insect Conservation and Diversity*, **2**: 106-115.
- HALL, S. 2001. Conservación de la Biodiversidad en Agroecosistemas: Comparación de la Diversidad de Escarabajos de Superficie en Diversos Sistemas de Producción de Café de Sombra en Costa Rica. *Coloquio Internacional "Desarrollo Sustentable, Participación Comunitaria y Conservación de la Biodiversidad en México y América Latina"*, 7-9 de Noviembre, 2001, San Luis Potosí, México.
- HAMMOND, P. M & J. F. LAWRENCE 1989. Mycophagy in insects: a summary. In: *Insect-fungus interactions: 14<sup>th</sup> Symposium of the Royal Entomological Society of London in collaboration with the British Mycological Society* (ed. By N. Wilding, N.M. Collins, P.M. Hammond and J.F. Webber), pp. 275-324. Academic Press, London.
- HERNÁNDEZ, J. 1992. Caracterización geográfica de Colombia. Pp. 45- 54. En: Halffter, G. (Comp.). *La Diversidad Biológica de Iberoamérica I*. Volumen Especial, Acta Zoológica Mexicana, nueva serie. 389 pp. Instituto de Ecología, A.C., Xalapa, México.
- HERNÁNDEZ, C., G. HURTADO, Q. ORTIZ & C. WALSCBULGER 1992. Unidades biogeografías de Colombia. Pp. 100-151. En: Halffter, G. (Comp.). *La Diversidad Biológica de Iberoamérica I*. Volumen Especial, Acta Zoológica Mexicana, nueva serie. 389 pp. Instituto de Ecología, A.C., Xalapa, México.
- HOLDRIDGE, L. 1979. *Ecología basada en zonas de vida*. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas San José, 159 pp.
- HUSTON, M. A. 1996. *Biological diversity. The coexistence of species on changing landscapes*. Cambridge University Press, Cambridge. 681 pp.
- HUTCHESON, J. A. & M. O. KIMBERLEY 1999. A pragmatic approach to characterising insect communities in New Zealand: Malise trapped beetles. *New Zealand Journal of Ecology*, **23**(1): 69-79.
- IANNUZZI, L., A. C. D. MAIA, C. E. B. NOBRE, D. K. SUZUKI & F. J. DE A. MUNIZ 2003. Padrões locais de diversidade de Coleoptera (Insecta) em vegetação de Caatinga: pp. 367-389. In: I. R. Leal, M. Tabarelli and J. M. C. da Silva (Eds.), *Ecologia e*

- Conservação da Caatinga*. Editora Universitária da UFPE, Recife. 804 pp.
- INSTITUTO ALEXANDER VON HUMBOLDT, IAVH. 1998. El Bosque seco Tropical (Bs-T) en Colombia. *Grupo de Exploraciones y Monitoreo Ambiental GEMA. Villa de Leyva, Colombia*. Disponible desde internet en: <http://www.humboldt.org.co/download/inventarios/bst/Doc3.pdf> [Con acceso el 15- 04-2010].
- ITURRE, M., M. E. DARCHUCK & L. DIODATO 1995. Relevamiento y fluctuación de coleópteros presentes en plantación experimental de *Eucalyptus tereticornis* en Santiago del Estero. *Quebracho*, **3**: 58-64.
- JIMÉNEZ-SÁNCHEZ E, ZARAGOZA S. & F. A. NOGUERA 2009. Variación temporal de la diversidad de estafilínidos (Coleoptera: Staphylinidae) nocturnos en un bosque tropical caducifolio de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, **80**: 150- 168.
- JIMÉNEZ-VALVERDE, A. & J. HORTAL 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*, **8**: 151-161.
- LAWRENCE, J. F. & E. B. BRITTON 1991. Coleoptera (beetles). In CSIRO (ed). *Insects of Australia*. 2<sup>nd</sup> Edition. Volume 2, 543-683. Carlton; Melbourne University Press 89 Lawrence, J.F y E.B. Britton. 1994. *Australian Beetles*. Melbourne University Press Melbourne. 192 p. Lawrence, J.F., A.M.
- LAWRENCE, J. F., A. M. HASTINGS, M. J. DALLWITZ, T. A. PAINE & E. J. ZUCHER 1999. *Beetles of the world. A key and information systems for family and subfamily*. Camberra, CSIRO Publishing CD-ROOM, Version 1.1 for MS- Windows.
- LAWRENCE, J. F. 2001. *Las familias de Coleoptera de Costa Rica*. Disponible en internet en: <http://www.inbio.ac.cr/papers/coleoptera/Index.html>. [Con acceso el 15- 09- 2009].
- LEVINGS, S. & D. WINDSOR 1982. Seasonal and annual variation in litter arthropod populations. Pp. 355-387. En Leigh, E. Stanley R. and Windsor, D (eds.). *The ecology of a tropical forest. Seasonal rhythms and long-term changes*. Smithsonian Institution Press. Washington.
- LONDOÑO, M.E. & M. PÉREZ 1994. Reconocimiento de enemigos naturales de la chisa o mojoy (Coleoptera: Scarabaeidae) en el oriente Antioqueño. *Revista Colombiana de Entomología*, **20**(3): 199- 203.
- MARINONI, R. C. & N. G. GANHO 2003. A fauna de Coleoptera em diferentes condições florísticas no parque estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. Abundancia e riqueza das famílias de coleoptera capturadas através armadilhas de solo. *Rev. Brasil. Entomol.*, **20**: 737-744.
- MARINONI, R. C. & N. G. GANHO 2006. A diversidade diferencial beta de Coleoptera (Insecta) em uma paisagem antropizada do Bioma Araucária. *Rev. Brasil. Entomol.*, **50**: 64-71.
- MARTÍNEZ, N. 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*. University of Puerto Rico, Mayagüez (Puerto Rico). Tesis de Maestría, 111 p. <http://grad.uprm.edu/tesis/martinezhernandez.pdf>
- MARTÍNEZ, N., J. ACOSTA & N. FRANZ 2009. Structure of the beetle fauna (Insecta: Coleoptera) in forest remnants of western Puerto Rico. *J. Agric. Univ. P.R.*, **93**(1-2): 83-100.
- MURPHY, P. G. & A. E. LUGO 1986. Ecology of Tropical Dry Forest. *Annual Review of Ecology and Systematics*, **17**: 67- 88.
- NORIEGA, J., J. BOTERO, M. VIOLA & G. FAGUA 2007. Dinámica estacional de la estructura trófica de un ensamblaje de Coleóptera en la Amazonia Colombiana. *Revista Colombiana de Entomología*, **33**(2): 157-164.
- PINHEIRO, F., I. R. DINIZ, D. COELHO & M. P. S. BANDEIRA 2002. Seasonal pattern of insect abundance in the Brazilian Cerrado. *Austral Ecol.*, **27**: 132-136.
- PINTO, R., J. SALAZAR-ZANUNCIO, J. A. MARINHO & J. COLAZANUNCIO 2000. Flutuação populacional de Coleoptera em plantio de *Eucalyptus urophylla* no município de Três Marias, Minas Gerais. *Floresta e Ambiente*, **7**(1): 143-151.
- PINTO, R., J. J. SALAZAR, T. V. ZANUNCIO, J. C. ZANUNCIO & M. C. LACERDA 2004. Coleópteros coletados com armadilhas luminosas em plantio de *Eucalyptus urophylla* na Região Amazônica Brasileira. *Ciência Florestal*, **14**(1): 111-119.
- SANTOS, G. B., M. I. MARQUES, J. ADIS & C. R. DE MUSIS 2003. Artrópodos associados à copa de *Attalea phalerata* Mart. (Arecaceae), na região do Pantanal de Poconé, Mato Grosso, Brasil. *Rev. Brasil. Entomol.*, **47**: 211-224.
- TRIPLEHORN, C. A. & N. F. JOHNSON 2005. *Borrór and Delong's Introduction to the Study of Insects*. Seventh Edition. Belmont, USA; Thompson Brooks/ Cole. 864 pp.