

**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**

por

Neis José Martínez Hernández

Tesis sometida en cumplimiento parcial de los requisitos para el grado de

MAESTRO EN CIENCIAS

en

BIOLOGÍA

UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO
RECINTO UNIVERSITARIO DE MAYAGÜEZ
2007

Aprobada por:

Jaime Acosta, Ph.D.
Presidente, Comité Graduado

Fecha

Carlos Santos, Ph.D.
Miembro, Comité Graduado

Fecha

Ángel L. González, Ph.D.
Miembro, Comité Graduado

Fecha

Nico M. Franz, Ph.D.
Miembro, Comité Graduado

Fecha

Lucy Burkley Williams, Ph.D.
Directora del Departamento

Fecha

Arístides M. Armstrong, M.S.
Representante Estudios Graduados

Fecha

ABSTRACT

The objective of this work was to determine the composition and structure of families from the order Coleoptera and species of the superfamily Scarabaeoidea in fragments of secondary forests. The study was conducted on two sites located within the boundaries of the University of Puerto Rico at Mayagüez where forest fragments with mature vegetation and exotic species still remain. Sample collection was carried out for 9 months between April and December, 2005. At each site, scarabs were captured by using an ultraviolet light trap and a white light trap, six necrotraps baited with fish, six with shredded fruit and concentrated vanilla essence, and six traps baited with human feces. Abundance, richness and diversity were determined for each specific site and the general area. The structure of the functional groups for the captured beetles was established as well as the observed and expected values of both Coleoptera and Scarabaeoidea families. A similarity analysis was performed to establish specific patterns for the superfamily. Environmental variables such as temperature, relative humidity and precipitation gathered by the meteorology center at the study area are included in order to establish biotic parameters. A total of 38,126 specimens were captured, distributed in 30 families of which 27 were captured by the different traps used in this study. Of the specimenes Scarabaeoidea 2,399 were collected belonging to 14 species, distributed in 10 genera, six subfamilies and four families. Family and species diversities were captured with the light traps, while the highest number of individuals overall was obtained with the necrotraps and falling traps baited with luring substances. Diversity, abundance and calculated indexes for the families and species varied to a low degree in correlation with the

sampled sites and months. High values of diversity and abundance were observed in August, when intense rain began. The composition among sites was very similar. The families Curculionidae, Nitidulidae, Staphylinidae, Scarabaeidae e Hydrophilidae with 93.2% and the species *Canthochilum andyi*, *C. taino*, *C. borinquensis*, *Phyllophaga vandinei* and *P. citri* with 95% were among the most abundant in the study. Most of the families captured are detritivores, herbivores and predators; 46% belong to the group herbivore-detritofages. The analysis of similarity showed a strong significant temporal pattern ($R=0.66$), between type classification and seasons for species like *Canthochillum andyi*, *C. taino*, *C. borinquenses*, *Phyllophaga vandinei* and *Ataenius heinekeni*; but no pattern was observed in the Scarabaeoidea community within the study site. The results of representation in this study demonstrated that sampling efficiency was 100%.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue determinar la composición y estructura de las familias del orden Coleoptera y de las especies de la superfamilia Scarabaeoidea en fragmentos de bosques secundarios. El estudio fue realizado en dos sitios que se encuentran dentro de las instalaciones del Recinto Universitario de Mayagüez, Puerto Rico, donde se conservan relictos de bosques con vegetación madura y especies exóticas. Los muestreos se realizaron durante nueve meses, entre abril y diciembre de 2005. En cada lugar, los escarabajos fueron capturados con una trampa de luz violeta y otra de luz blanca, seis necrotrampas cebadas con pescado y otras seis con macerado de frutas y esencia de vainilla concentrada; así como seis trampas de caída cebadas con excremento humano. Se determinó la abundancia, riqueza y diversidad para cada sitio y el área en general. También se determinó la estructura de los grupos funcionales para los coleópteros capturados y se estimaron los valores observados y esperados para las familias de Coleoptera y las especies de Scarabaeoidea. Para la superfamilia se realizó un análisis de similaridad para establecer un patrón espacial y temporal. Además, se anotó los valores de las variables ambientales de temperatura, humedad relativa y precipitación proporcionadas por la estación meteorológica que se encuentra en el área de estudio, con el fin de establecer una correlación con los parámetros bióticos. Se capturaron 38,126 individuos repartidos en 30 familias, de las cuales 27 fueron capturadas con las diferentes trampas y tres manualmente. Con respecto a la superfamilia Scarabaeoidea se colectaron 2,399 ejemplares pertenecientes a 14 especies, distribuidos en diez géneros, seis subfamilias y cuatro familias. La mayor riqueza de familias y especies se

capturó con las trampas de luz; mientras que el mayor número de individuos se obtuvo con las trampas de caída y las necrotrampas cebadas con los diferentes atrayentes. Se documentó poca variación entre sitios y meses de muestreo con respecto a la riqueza, la abundancia y los índices calculados para las familias y las especies. Sin embargo agosto presentó los mayores valores de riqueza y abundancia, época en la que empiezan las fuertes lluvias. Las familias Curculionidae, Nitidulidae, Staphylinidae, Scarabaeidae e Hydrophilidae, con 93.2% y las especies *Canthochilum andyi*, *C. taino*, *C. borinquenses*, *Phyllophaga vandinei*, *P. citri* con 95%, son las más abundantes en el área. La mayor parte de las familias capturadas son detritívoras, herbívoras y depredadoras y el 46% de los individuos pertenecen al grupo de los herbívoro-detritívoros. El análisis de similitud mostró que las especies *Canthochillum andyi*, *C. taino*, *C. borinquenses*, *Phyllophaga vandinei* y *Ataenius heinekeni* tipificaron y discriminaron las épocas, con un patrón temporal significativo ($R=0.66$). Sin embargo no se observó un patrón espacial para la comunidad de Scarabaeoidea. Los resultados de representatividad del estudio arrojaron un 100% de eficiencia de los muestreos con las técnicas utilizadas.

A MI FAMILIA

AGRADECIMIENTOS

Durante el desarrollo de mis estudios graduados en la Universidad de Puerto Rico, algunas personas colaboraron de manera directa o indirecta con mi investigación. Sin su apoyo no hubiese sido posible terminar mi trabajo. Quiero dedicar esta sección a reconocer su patrocinio.

Deseo comenzar expresando mis más sinceros agradecimientos a mi director de tesis, Dr. Jaime Acosta, por haberme dado la oportunidad de investigar bajo su guía y supervisión. También quiero agradecer el ejemplo, motivación, y apoyo recibido por el Dr. Nico M. Franz. Gracias también al Dr. Carlos Santos y al Dr. Ángel L. González por sus recomendaciones y sugerencias. Además, agradezco al Dr. Miguel Ángel Morón por las sugerencias, comentarios y haber facilitado material bibliográfico muy valioso para el desarrollo de esta investigación.

Gracias al personal de la granja Alzamora del Recinto Universitario de Mayagüez; a Juan Carlos Narváez y José Almodóvar. También a mis amigos y compañeros graduados por su valiosa colaboración durante el desarrollo de la parte experimental.

TABLA DE CONTENIDO

ABSTRACT.....	II
RESUMEN	IV
AGRADECIMIENTOS.....	VII
TABLA DE CONTENIDO	VIII
LISTA DE TABLAS.....	X
LISTA DE FIGURAS.....	XI
1. INTRODUCCIÓN	13
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	16
2.1. COLEOPTEROFAUNA EN PUERTO RICO	16
2.2. DESCRIPCIÓN DEL ORDEN COLEÓPTERA (LINNAEUS, 1758).....	18
2.2.1 Importancia ecológica.....	18
2.3. DESCRIPCIÓN DE LA SUPERFAMILIA SCARABAEOIDEA (LATREILLE, 1802).....	19
2.3.1 Importancia ecológica.....	20
3. OBJETIVOS	22
3.1. GENERALES.....	22
3.2. ESPECÍFICOS	22
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
4.1. ÁREA DE ESTUDIO	23
4.1.1 Localización del área de estudio	23
4.2. TÉCNICAS DE CAPTURA	25
4.2.1 Necrotrampas (NTP-80) y Trampas de caída.....	25
4.2.2 Trampas de luz.....	27
4.3. ESQUEMA DE MUESTREOS	28
4.4. PRESERVACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LOS ESPECÍMENES COLECTADOS	29
4.5. VARIABLES AMBIENTALES.....	30
4.6. ANÁLISIS DE LOS DATOS	30
4.6.1 Composición de familias del orden Coleoptera y de las especies de Scarabaeoidea.....	30
4.6.2 Estructura de la comunidad.....	31
4.6.2.1 Abundancia	31
4.6.2.2 Caracterización de la diversidad.....	31
4.6.2.3 Caracterización de los grupos funcionales.....	31
4.6.2.4 Comparación entre sitios y épocas de muestreo.....	31
4.6.2.5 Relación entre las variables biológicas y ambientales	32
4.6.2.6 Curva de abundancia.....	33
4.6.3 Representatividad del muestreo.....	33
5. RESULTADOS	34
5.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA DE FAMILIAS DEL ORDEN COLEOPTERA	34
5.1.1 Abundancia de las familias de Coleoptera	37
5.1.2 Familias del orden Coleoptera y las variables ambientales.....	42
5.1.3 Representatividad del estudio.....	43
5.2. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA DE ESPECIES DE LA SUPERFAMILIA SCARABAEOIDEA.....	44

5.2.1	<i>Abundancia de las especies de Scarabaeoidea</i>	47
5.2.2	<i>Patrón espacial y temporal</i>	52
5.2.3	<i>Análisis de tipificación y discriminación por SIMPER</i>	54
5.2.4	<i>Diversidad de Scarabaeoidea</i>	56
5.2.5	<i>Representatividad del estudio</i>	57
6.	DISCUSIÓN	59
6.1.	COMPOSICIÓN Y RIQUEZA DE FAMILIAS DE COLEOPTERA	59
6.2.	COMPOSICION Y RIQUEZA DE LA SUPERFAMILIA SCARABAEOIDEA	67
7.	CONCLUSIONES	75
8.	BIBLIOGRAFÍA	78
	ANEXOS	100

LISTA DE TABLAS

Tablas	Páginas
Tabla 1. Valores de diversidad de los índices de Shannon- Wiener (H') y Simpson ($1 - \lambda$) de las familias de Coleoptera colectadas en dos sitios, separados por meses de muestreo en los remanentes de bosque del RUM, Puerto Rico.....	36
Tabla 2. Coeficientes de Correlación de Pearson entre la riqueza y abundancia de familias de Coleoptera y especies de Scarabaeoidea con la temperatura, la humedad relativa y precipitación.....	43
Tabla 3. Especies de Scarabaeoidea capturadas en los remanentes de bosques del RUM, Puerto Rico.....	46
Tabla 4. Resultados ANOSIM para el análisis temporal de la composición y estructura de la superfamilia Scarabaeoidea en remanentes de bosques del RUM, Puerto Rico.....	52
Tabla 5. Análisis de tipificación y discriminación de las especies de Scarabaeoidea para las épocas climáticas en los remanentes de bosques del RUM, Puerto Rico.	55
Tabla 6. Valores de diversidad de los índices de riqueza de Margalef (d), Pielou (J'), Shannon- Wiener (H'), Simpson ($1 - \lambda$), Fisher, los números de Hill (1 y 2), riqueza total (S) y el número de individuos (N) para las especies de Scarabaeoidea capturadas en los remanentes de bosques del RUM, Puerto Rico.....	56

LISTA DE FIGURAS

Figuras	Pagina
Figura 1. Localización de los sitios de muestreo en los remanentes de bosque del Recinto Universitario de Mayagüez, Puerto Rico. (1) corresponde a los fragmentos de bosques localizados en la parte posterior del edificio de Biología (RUM) y el Zoológico de Puerto Rico. (2) fragmentos en la parte posterior de las instalaciones de la Finca Laboratorio Alzamora del RUM- UPR, Mayagüez, Puerto Rico.	25
Figura 2. Trampa NTP-80 (A) y de caída o Pitfall (B) modificada.	27
Figura 3. (A) Trampa de luz; (B) cargador y convertidor de corriente marca coleman.	28
Figura 4. Riqueza de las familias del orden Coleoptera capturados con los diferentes métodos de colecta por sitio en los remanentes de bosques del Recinto Universitario de Mayagüez (RUM), Puerto Rico. Abreviaciones: trampa luz blanca (TLB), trampa luz violeta (TLV), necrotrampa cebada con pescado (NTPP), trampa caída cebada con excremento (TCE), necrotrampa cebada con fruta (NTPF) y captura manual (CM).	34
Figura 5. Variación espacial y temporal de la riqueza de familias de Coleoptera en remanentes de bosques en el Recinto Universitario de Mayagüez, Puerto Rico. Las barras representan la riqueza.	35
Figura 6. Riqueza de los grupos funcionales de las familias de Coleoptera adultos capturados en los remanentes de bosques del RUM, Puerto Rico. Abreviaciones: detritívoros generalistas (De), depredador (P), herbívoro (H), madera muerta (DW).	37
Figura 7. Abundancia de los principales grupos funcionales de las familias de Coleoptera adultos capturados en los remanentes de bosques del RUM, Puerto Rico. Abreviaciones véase figura 6.	37
Figura 8. Abundancia de las familias del orden Coleoptera capturados con los diferentes métodos de colecta por sitio en los remanentes de bosques del Recinto Universitario de Mayagüez (RUM), Puerto Rico. Abreviaciones: trampa luz blanca (TLB), trampa luz violeta (TLV), trampa luz violeta (TLV), necrotrampa cebada con pescado (NTPP), trampa caída cebada con excremento (TCE), necrotrampa cebada con fruta (NTPF) y captura manual (CM).	38
Figura 9. Variación espacial y temporal de la abundancia de familias de Coleoptera en remanentes de bosques en el Recinto Universitario de Mayagüez, Puerto Rico. Las barras representan la abundancia.	39
Figura 10. Abundancia de las principales familias de Coleoptera en remanentes de bosques en el Recinto Universitario de Mayagüez, según capturas realizadas entre abril y diciembre de 2005.	40
Figura 11. Variación mensual de la abundancia de las principales familias de Coleoptera en el sitio 1, en los fragmentos de bosques del RUM, Puerto Rico.	41
Figura 12. Variación mensual de la abundancia de las principales familias de Coleoptera en el sitio 2, en los fragmentos de bosques del RUM, Puerto Rico.	42

Figura 13. Variación Mensual de temperatura, humedad relativa y precipitación durante los meses de muestreos en los remanentes de bosques del Recinto Universitario de Mayagüez	43
Figura 14. Curva de acumulación en el muestreo de las familias de Coleoptera en el sitio 1 de los remanentes de bosque del RUM, Puerto Rico. Las muestras representan los meses de muestreo.	44
Figura 15. Curva de acumulación en el muestreo de las familias de Coleoptera en el sitio 2 de los remanentes de bosque del RUM, Puerto Rico. Las muestras representan los meses de muestreo.	44
Figura 16. Riqueza de las especies de Scarabaeoidea capturadas con los diferentes métodos de colecta separados por sitio, en los remanentes de bosques del Recinto Universitario de Mayagüez (RUM), Puerto Rico. Abreviaciones: véase figura 4.....	45
Figura 17. Variación de la riqueza de las especies de Scarabaeoidea capturados en los diferentes meses de muestreo, en los remanentes de bosques del Recinto Universitario de Mayagüez (RUM), Puerto Rico.	47
Figura 18. Abundancia de las especies de Scarabaeoidea capturadas con los diferentes métodos de colecta separados por sitio, en los remanentes de bosques del Recinto Universitario de Mayagüez (RUM), Puerto Rico. Abreviaciones: véase figura 4.....	48
Figura 19. Abundancia de las principales especies de Scarabaeoidea capturados en los remanentes de bosques del Recinto Universitario de Mayagüez (RUM), Puerto Rico. .	49
Figura 20. Variación de la abundancia de las especies de Scarabaeoidea capturados en los diferentes meses de muestreo, en los remanentes de bosques del Recinto Universitario de Mayagüez (RUM), Puerto Rico.	50
Figura 21. Variación temporal de la abundancia de las principales especies de Scarabaeoidea capturadas en el sitio 1; en los remanentes de bosques del Recinto Universitario de Mayagüez (RUM), Puerto Rico.	51
Figura 22. Variación temporal de la abundancia de las principales especies de Scarabaeoidea capturadas en el sitio 2 de los remanentes de bosques del Recinto Universitario de Mayagüez (RUM), Puerto Rico.	51
Figura 23. ANOSIM temporal de la composición y estructura de la superfamilia Scarabaeoidea en remanentes de bosques del RUM, Puerto Rico.....	53
Figura 24. ANOSIM espacial para la composición y estructura de la superfamilia Scarabaeoidea en remanentes de bosques del RUM, Puerto Rico.....	53
Figura 25. Curva de dominancia-diversidad de las especies de Scarabaeoidea en remanentes de bosques del RUM, Puerto Rico.....	56
Figura 26. Curva de acumulación de especies en el muestreo de Scarabaeoidea en el sitio 1, en los remanentes de bosque del RUM, Puerto Rico. Las muestras representan los meses de muestreo.	57
Figura 27. Curva de acumulación de especies en el muestreo de Scarabaeoidea en el sitio 2, en los remanentes de bosque del RUM, Puerto Rico. Las muestras representan los meses de muestreo.	57

1. INTRODUCCIÓN

La destrucción de hábitats es la principal amenaza para la biodiversidad tropical, por lo que su cuantificación constituye un aspecto central para la biología de la conservación (Mendoza y Jerez, 2001). En Puerto Rico en particular, la transformación gradual de bosques a construcciones urbanas, pasturas y tierras agrícolas ha tenido profundos impactos ecológicos en la isla. La reducción de hábitats interrumpe la conectividad del paisaje y perturba las funciones de los ecosistemas. Sin embargo, el cambio de uso del terreno en Puerto Rico durante la última centuria ha cambiado. En particular se ha incrementado la cantidad abandonada de tierras dedicadas a la agricultura (Barberena y Aide, 2003), debido al cambio de rumbo en el modelo económico y el tipo de agricultura que se empezó a practicar en los últimos 40 años (Aide *et al.*, 1995). Lo anterior disminuyó la presión de las actividades humanas sobre los bosques locales y la recuperación de los pastizales abandonados y remanentes de bosques secundarios. En la actualidad el resultado es un paisaje con un mosaico de parches con diferentes etapas de sucesión (Thomlinson *et al.*, 1996).

El principal método para mantener la diversidad tropical es conservar los bosques primarios. La conversión de pasturas en bosques secundarios, y el mantenimiento de los fragmentos que aún existen, también contribuyen a la conservación de la biodiversidad (Aide *et al.*, 1995). Tales fragmentos existen en el área del Recinto Universitario de Mayagüez y constituyen un mosaico compuesto por remanentes del hábitat original en medio de una matriz de ambientes antropogénicos, donde aún persisten algunas especies propias de áreas conservadas. Muchos de estos paisajes todavía mantienen alguna cobertura arbórea

(fragmentos de bosque, árboles dispersos, etc.), la cual puede servir como refugio para una buena porción de la fauna, albergando una muestra de la biodiversidad original (Escobar y Chacón, 2000; Quintero y Roslin, 2005).

Algunos grupos faunísticos son influenciados significativamente por la heterogeneidad espacial, respondiendo en mayor grado a la estructura del hábitat y a las alteraciones de este por su alta sensibilidad (García y Pardo, 2004). Los insectos juegan un papel importante en estos mosaicos de hábitat por sus diversas características y requerimientos ecológicos. Además, constituyen una alta proporción de la biomasa y riqueza de especies terrestres (García y Chacón, 2005) y juegan un rol fundamental en la herbivoría, la descomposición de la materia orgánica, o la depredación. Cualquier cambio en su composición o abundancia puede afectar el funcionamiento de todo el ecosistema (Didham *et al.*, 1996; 1998).

Dado que los insectos son un grupo tan diverso y complejo, en estudios de entomofauna de los remanentes de bosques se debe involucrar un orden como el Coleoptera. Estos insectos 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). Este orden se caracteriza por tener una gran riqueza y abundancia de familias y especies, con un rol importante en la cadena alimenticia, descomposición de detritos y flujo de nutrientes. El orden incluye también la superfamilia Scarabaeoidea, la cual se caracteriza por una diversidad de comportamientos alimenticios como fitófagos, detritívoros, fungívoros, saprófagos y xilófagos que pueden reflejar la dinámica de los bosques, la estructura trófica y otros procesos ecológicos.

La información sobre la estructura y composición de las familias de Coleoptera y grupos focales como los Scarabaeoidea en parches de bosques naturales de Puerto Rico puede convertirse en una fuerte herramienta para estudios de conservación. En este contexto, se vuelve esencial mejorar el conocimiento de la coleopterofauna de los remanentes de bosques que están en el área del Recinto Universitario de Mayagüez. Por un lado, la ubicación de los fragmentos en este lugar ha permitido que la presión antrópica sobre ellos sea en menor escala. Por otro lado, se hace posible mantenerlos con fines educativos para desarrollar el concepto de reserva urbana y como hábitat ideal para fortalecer y consolidar información sobre la estructura y el funcionamiento de la naturaleza (Morello y Rodrigues 2001).

Además de conocer la estructura y composición, se pretende describir la fluctuación espacial y temporal de los taxones estudiados, y las variables ambientales que pueden afectar estas fluctuaciones. El trabajo realizado es el primero de este tipo que se realiza en estos fragmentos, y de tal forma es una contribución al conocimiento de las familias de Coleoptera, en particular las especies de Scarabaeoidea presentes en la zona de estudio.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. COLEOPTEROFAUNA EN PUERTO RICO

El conocimiento global de los coleópteros en Puerto Rico es aún muy incipiente y la mayoría de la información existente se encuentra dispersa. Leng y Mutchler (1914a, 1914b) realizaron un listado preliminar de los Coleoptera de Puerto Rico, documentando 54 familias para la Isla. Wolcott (1936a, 1948, 1951) editó la última monografía de los insectos de Puerto Rico, con descripciones de la biología de algunas especies de interés económico o médico. En esta clasificación describe 64 familias, 469 géneros y 815 especies de Coleoptera; así como 16 géneros y 33 especies de Scarabaeoidea. A este listado se adjuntó la revisión de Maldonado y Navarro (1967) y el catalogo de los insectos asociados a plantas de importancia económica realizado por Martorell (1976). Este último autor describe 36 familias y 58 especies de Coleoptera. Por otro lado, Maldonado (1996) reporta 1,100 especies de Coleoptera para la isla y Medina *et al.* (2003) describe 23 familias con 109 especies de Coleoptera de importancia económica.

También se destaca el listado de ordenes de insectos que se encuentran en el museo de diversidad tropical realizado por Franqui *et al.* (1997) y la tabulación de órdenes, familias, géneros y especies endémicas de los insectos conocidos para Puerto Rico por Maldonado y Navarro (1962). Wolcott (1933a), describe información sobre los insectos de importancia económica en Puerto Rico. Wolcott (1933b, 1933c, 1934 y 1936b) suministra detalles sobre la ecología y biología de *Diaprepes abbreviatus*, lo que demuestra que desde su inicio, la

investigación entomológica en Puerto Rico se ha enfocado en especies de insectos con importancia económica.

Muchos estudios de coleópteros de Puerto Rico se han enfocado en especies pertenecientes a las familias Curculionidae, Chrysomelidae, Melolonthidae y Cerambycidae, las cuales causan daños a muchos cultivos. Para esta última familia se siguen describiendo nuevos taxones, tal como lo evidencian los trabajos de Lingafelter y Micheli (2004), Micheli y Nearn (2005). Es posible que para otros grupos se presente esta misma situación. Se sugiere aumentar los esfuerzos para realizar inventarios de otros grupos de Coleoptera.

Autores como Chapin (1935), Plank (1948) Dechambre (1979), Chalumeau (1982) realizaron un aporte al conocimiento de la fauna de Scarabaeoidea en Puerto Rico por la descripción de nuevos taxones. Wolcott (1923, 1936a, 1948) realizó la descripción de especies de Scarabaeoidea y algunos tópicos de su biología. Los catálogos realizados por Medina *et al.* (2003) y Martorell (1976) describen 8 y 14 especies de Scarabaeidae asociadas a plantas de importancia económica. Matthews (1966, 1969) presentó un compendio sobre la taxonomía y zoogeografía de los Scarabaeinae de las Antillas. Maldonado (1982) realizó la descripción de 15 especies de *Ataenius*, mientras que Evans y Smith (2005) lo hacen con 8 especies de *Phyllophaga* para la isla de Puerto Rico.

El conocimiento de la coleopterofauna en los parches de bosque de Mayagüez es limitado. Hasta la fecha no existen estudios detallados sobre la fauna de escarabajos que habitan en los fragmentos de bosques que abundan en esta zona. Cualquier contribución que se realice sobre la fauna de coleópteros en estos fragmentos sería importante para llenar éste vacío de información.

El presente trabajo hizo énfasis en determinar la estructura y composición de las familias del Orden Coleoptera y las especies de Scarabaeoidea. Este grupo de insectos se caracterizan por tener diversidad de hábitos alimenticios y son sensibles a perturbaciones que alteran la estructura y microclima de su hábitat (Escobar, 1994; Klein, 1989; Medina y Kattan, 1996), por lo que pueden brindar información valiosa de los ecosistemas de los que forman parte.

2.2. DESCRIPCIÓN DEL ORDEN COLEÓPTERA (Linnaeus, 1758)

Los coleópteros constituyen el más rico y variado orden de la Clase Insecta, con aproximadamente 357,899 especies descritas, correspondiendo acerca de 40% del total de insectos y aproximadamente el 30% de los animales (Costa, 2000). En la región Neotropical se han documentado 127 familias, 6,703 géneros y 72,476 especies (Costa 2000). En Puerto Rico se han descrito 64 familias, 469 géneros, y 815 especies; aunque estos valores podrían ser mayores ya que provienen de datos de Wolcott (1923-1948). Los siguientes trabajos detallan la taxonomía y filogenia de este linaje: Crowson (1981), Lawrence y Newton (1982, 1995), Lawrence y Britton (1991), Lawrence *et al.* (1999), Kristensen (1991), Maddison (1998, 1999a, 1999b), Costa (2000). Por otro lado; autores como Crowson (1981), Lawrence y Newton (1995), Lawrence y Britton (1991) y Costa (2000) realizan un análisis detallado de la sistemática del grupo.

2.2.1 Importancia ecológica

Los coleópteros representan un grupo de insectos con una diversidad específica y superespecífica adecuada para ser usada en estudios de impacto ambiental (Thomazini, 2002). Sus miembros viven en una diversidad de hábitats, donde juegan un papel importante

como depredadores, parásitos, fitófagos, saprófagos, polinizadores y detritívoros; ocupando así todos los rangos funcionales dentro de los insectos (Hutcheson y Kimberley, 1999). Por lo tanto, cualquier alteración ambiental que afecte la comunidad local de coleópteros también afectará de manera directa o indirecta los procesos en la cadena alimenticia, la descomposición del detritus y el flujo de nutrientes (Lassau *et al.*, 2005). Los coleópteros se caracterizan por que su biología y taxonomía es bien conocida, la mayoría son fácilmente identificables y manipulables tanto en campo como en laboratorio. Además son abundantes, estables, sedentarios, con alta sensibilidad y fidelidad ecológica dentro de un ecosistema. Algunos subgrupos de este orden reaccionan estrechamente a variados niveles de contaminación, la reducción de depredadores, el aumento de plantas invasoras y la inhibición de la descomposición. Estas características califican el orden Coleoptera como uno de los más importantes grupos de bioindicadores (Wink *et al.*, 2005).

2.3. DESCRIPCIÓN DE LA SUPERFAMILIA SCARABAEOIDEA (Latreille, 1802)

La superfamilia Scarabaeoidea es una de las subdivisiones más largas de los coleópteros, con un estimado de 35,000 especies a nivel mundial (Grebennikov y Scholtz 2004). También constituye uno de los grupos de insectos más diversificados en cuanto a forma, coloración, tamaño y hábitos (Delgado y Márquez, 2006). En Puerto Rico se han registrado 16 géneros y 39 especies; aunque estos datos están sujetos a revisión por que provienen de datos recopilados por Wolcott del 1948.

Los Scarabaeoidea pertenecen al suborden Polyphaga y se diferencian de otros escarabajos por sus antenas lameladas formadas por ocho a diez artejos, de los cuales tres a

siete están comprimidos formando una maza distal (Morón, 2003). La filogenia de los Scarabaeoidea ha sido descrita por Scholtz (1990); Grebennikov y Scholtz (2004). Endrödi (1966), Howden (1982), Morón (1984), Lawrence y Newton (1995), Jameson y Ratcliffe (2002), Kohlmann y Morón (2003) han revisado la sistemática de la superfamilia.

2.3.1 *Importancia ecológica*

Los Scarabaeoidea se encuentran en diversos biomas terrestres, desde las tierras bajas tropicales, desiertos, hasta las zonas altas montañosas de los Andes (Delgado y Márques, 2006). En su mayoría son fitófagos y saprófagos, alimentándose de diversas partes de las plantas, material vegetal y animal en descomposición (Morón, 2003; Delgado y Márques, 2006). Miembros de la superfamilia cumplen un papel importante en los ecosistemas como consumidores primarios y secundarios. Además, contribuyen en la degradación de materia orgánica y actúan como fuente de alimento de otros insectos y vertebrados (Reyes y Morón, 2005). Los Scarabaeidae detritívoros promueven la remoción y el reingreso de materia orgánica al ciclo de nutrientes, aumentando la aireación y productividad del suelo (Milhomem *et al.*, 2003). La importancia ecológica y la contribución numérica de los escarabajos coprófagos y necrófagos a la riqueza de las comunidades de insectos en los bosques Neotropicales se afectan por la destrucción, fragmentación y el aislamiento de los bosques tropicales (Peck y Forsyth, 1982; Klein, 1989; Estrada y Coates-Estrada, 2002).

Los Scarabaeidae suelen remover cantidades de masas fecales, de esta forma sirven como transportadores de semillas. Además, sirven como agentes de control biológico de nemátodos gastrointestinales y de larvas de algunos dípteros que cumplen su ciclo de vida en los excrementos. Los cambios en las poblaciones de mamíferos, aves y reptiles por la

alteración del hábitat, pueden afectar la riqueza local de escarabajos coprófagos; ya que este grupo de insectos están ligados al excremento que proveen los vertebrados mencionados anteriormente (Escobar, 1994; Medina y Kattan, 1996; Medina *et al.*, 2002). Las especies saproxilófagas de las familias Passalidae y Melolonthidae (Rutelinae) cumplen un importante papel en los bosques como degradadores primarios de madera (Morón, 1994). Otros miembros de la familia Melolonthidae intervienen en los procesos de polinización de muchas plantas y también en la degradación de materia orgánica (Alcázar *et al.*, 2003). Por otro lado, los Melolonthidae estricta o facultativamente rizófagos-filófagos son importantes desde el punto de vista económico; visto que se encuentran asociados a muchas plantas cultivadas como el maíz, flores, sorgo, trigo, tubérculos, y la caña de azúcar, en las cuales producen pérdidas económicas (Morón 1994, 2001; Aragón *et al.*, 2001; Alcázar *et al.*, 2003).

Los Melolonthidae de la subfamilia Dynastinae contribuyen durante su alimentación a la fragmentación de restos vegetales y animales, aumentando la cantidad de detritus y excretos que son aprovechados por los descomponedores de bosques tropicales (Andreazze y Fonseca, 1998). En breve, la diversidad de funciones y la especialización del nicho ecológico que ocupan las especies de Scarabaeoidea los hace propensos a ser afectados por modificaciones ambientales antrópicas y naturales en los bosques (Davis *et al.*, 2001).

3 OBJETIVOS

3.1. GENERALES

Evaluar la composición y estructura de las familias de Coleoptera presentes en los remanentes de bosque del Recinto Universitario de Mayagüez, Puerto Rico, con énfasis en la especies de la superfamilia Scarabaeoidea.

3.2. ESPECÍFICOS

Realizar un inventario de las familias de Coleoptera, haciendo énfasis en la fauna de Scarabaeoidea capturada en los remanentes de bosque del Recinto Universitario de Mayagüez.

Determinar la variación espacial y temporal en la composición y estructura de familias de Coleoptera capturadas en los remanentes de bosque del Recinto Universitario de Mayagüez.

Cuantificar la variación en la composición y estructura de especies de Scarabaeoidea capturadas en los remanentes de bosque del Recinto Universitario de Mayagüez.

4 MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. ÁREA DE ESTUDIO

4.1.1 *Localización del área de estudio*

El estudio se llevó a cabo en el municipio de Mayagüez. Está ubicado al oeste de la isla de Puerto Rico entre N 18° 12' y W 67° 08'. Limita al norte con el municipio de Añasco, sur con Hormigueros y San Germán, San Sebastián y las Marías al este y al oeste con el mar Caribe. Tiene un rango altitudinal que varía entre los 20 y 150 msnm, con una temperatura promedio entre 29 hasta 35 °C y 1413 mm de precipitación anual. Se caracteriza por una marcada estación seca entre enero-marzo y otra época más húmeda entre agosto-noviembre (información suministrada por la Estación Metereológica del Recinto Universitario de Mayagüez, Departamento de Ciencias Marinas, Universidad de Puerto Rico). Los fragmentos de bosque seleccionados se encuentran en los predios del Recinto Universitario de Mayagüez - Universidad de Puerto Rico (RUM-UPR). Éstos conservan parte de la flora nativa y especies exóticas con un estado de alteración antrópica limitado. La extensión de los fragmentos es considerable y se encuentran lejos de zonas residenciales y en construcción.

Los remanentes de bosque en el área del RUM pertenecen a la zona de vida de bosque húmedo subtropical. Las áreas constituyen parches irregulares que están cubiertas por bosque secundario, y las zonas aledañas están compuestas por un mosaico de cultivos, áreas en regeneración natural, pastizales, y puntos de asentamiento humano. Estos hábitats se caracterizan por la presencia de especies arbóreas de las familias Amaranthaceae,

Anacardiaceae, Annonaceae, Arecaceae, Bombacaceae, Bignoniaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Meliaceae, Moraceae, Musaceae, Leguminosae, Poaceae, Rubiaceae, Sterculiaceae; con un dosel cercano a los 30 m de altura con gran cantidad de lianas y epífitas. Las zonas en regeneración se encuentran dominadas por arbustos y árboles pioneros de Rubiaceae, Melastomataceae, y el dosel no supera los 15 m de altura. Los pastizales presentan gramíneas para el forrajeo del ganado y algunos árboles aislados de gran tamaño. Para el presente estudio se seleccionaron dos sitios de muestreos, distanciados por 1.4 km.

Sitio 1: Fragmentos de bosque ubicado entre los edificios de Biología e Ingeniería Civil- Química y el Zoológico de Puerto Rico. Está localizado en N 18° 12' 47.3" y W 67° 08' 13.4" con una altitud de 36 m y es atravesada por la Quebrada de Oro (figura 1).

Sitio 2: Finca Laboratorio Alzamora, ubicada en N 18° 13' 18.7" y W 67° 08' 18.7" con una elevación de 102 m. Los fragmentos que se escogieron en este lugar están alrededor de varias quebradas y se encuentran retirados de las zonas residenciales y oficinas de la granja. Los muestreos se realizaron en las partes más conservadas, donde aún persiste vegetación nativa, así como árboles de importancia agrícola (figura 1).



Figura 1. Localización de los sitios de muestreo en los remanentes de bosque del Recinto Universitario de Mayagüez, Puerto Rico. (1) corresponde a los fragmentos de bosques localizados en la parte posterior del edificio de Biología (RUM) y el Zoológico de Puerto Rico. (2) fragmentos en la parte posterior de las instalaciones de la Finca Laboratorio Alzamora del RUM- UPR, Mayagüez, Puerto Rico.

4.2. TÉCNICAS DE CAPTURA

4.2.1 *Necrotrampas (NTP-80) y Trampas de caída*

Para la captura de los especímenes se utilizó la metodología propuesta por Morón y Terrón (1984) y Escobar (1994), con algunas modificaciones. Se utilizó un prototipo de necrotrampa permanente “NTP-80” (Figura 2A) descrita por Morón y Terrón (1984) con modificaciones. En este caso se utilizó un recipiente de menor tamaño (19 cm alto x 15 cm diámetro), a la cual no se le acondicionó un embudo en la parte interior de la trampa. El

recipiente metálico que se utilizó para el atrayente, tenía 12 cm de altura y 7 de diámetro. Seis de estas trampas fueron cebadas con 25 g de pescado descompuesto (sardina); las otras seis con 25 g de macerado de fruta (plátano y mango) con extracto concentrado de vainilla. También se utilizaron trampas de caída (“pitfall traps”) con las siguientes modificaciones: se utilizó un vaso plástico de 900 ml. y en la parte superior se colocó un alambre en forma de L invertida, al cual se le adaptó un recipiente de rollo fotográfico con perforaciones en los costados (Figura 2B). Estos recipientes contenían en su interior 25 g con excremento humano.

Tanto las trampas de caída, como las NTP- 80 fueron enterradas hasta el borde del recipiente plástico a ras de suelo, con un tercio de su volumen con alcohol etílico y ácido acético (mezclado a relación de 5:1). En el caso de las trampas de caída, se enterraron tres pedazos de madera a su alrededor, con el fin de colocar un plato plástico invertido en la parte superior. De esta forma se minimizó la entrada de lluvias al recipiente y protegerla del ataque de algunos animales.

Las trampas “pitfall” fueron retiradas a las 48 horas de ser colocadas, mientras que las trampas NTP-80 fueron revisadas dos veces por cada muestreo para adicionar el líquido preservante que se evaporaba; al cabo de 10 días se retiró el recipiente con el cebo. Los especímenes fueron envasados en un nuevo recipiente plástico que contenía alcohol al 70% y etiquetas con especificaciones como el sitio de muestreo, fecha y tipo de trampa para luego revisarlas en el laboratorio y la posterior identificación de los coleópteros capturados.

Además, en cada sitio se realizaron capturas manuales durante una hora, revisando diferentes tipos de sustrato naturales; por ejemplo la hojarasca, troncos en estado de descomposición, flores, follaje, excrementos de vertebrados, animales muertos y frutos que estaban adyacentes a los transectos. Sin embargo, los individuos capturados con esta técnica no se incluyeron en los análisis de composición y estructura.

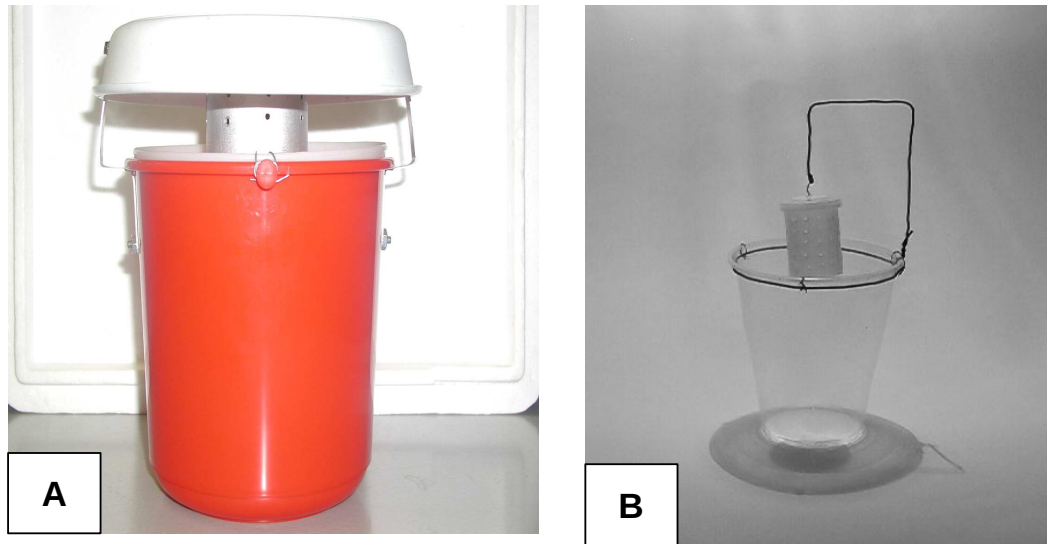


Figura 2. Trampa NTP-80 (A) y de caída o Pitfall (B) modificada.

4.2.2 *Trampas de luz*

Para las colectas nocturnas, se utilizaron trampas de luz (Figura 3A), las cuales eran conectadas a un cargador Coleman PMJ 8960 y un convertidor de corriente Coleman Power Mate de 400 W (Figura 3B). Los muestreos se realizaron teniendo en cuenta el calendario lunar, entre las 06:00 p.m. y 10:00 p.m. de la misma noche. En cada sitio se colocó una trampa de luz blanca y otra trampa de luz violeta, separadas por una distancia de 300 m. En cada recipiente de las trampas se agregó 1.0 l de alcohol etílico al 70% con el fin de preservar los especímenes capturados.



Figura 3. (A)Trampa de luz; **(B)** cargador y convertidor de corriente marca coleman.

4.3. ESQUEMA DE MUESTREOS

Se realizaron nueve muestreos entre los meses de abril hasta diciembre de 2005; abarcando las épocas de verano, los meses de julio y agosto donde empiezan las lluvias fuertes (transición) y de altas lluvias. Los muestreos se realizaron entre los días 10 y 20 de cada mes, a excepción de julio donde se llevaron a cabo a finales de mes y diciembre, donde el muestreo se adelantó por cinco días.

En cada sitio se ubicó un transecto lineal a lo largo de los fragmentos de bosque. Para cada lugar se realizaron diez días de muestreo. En cada uno se colocaron seis trampas de caída y doce trampas tipo NTP-80, separadas por 40 m una de la otra; cubriendo así una distancia de 680 m. Este esquema produjo 18 trampas instaladas; más las dos trampas de luz multiplicado por los dos sitios y nueve meses de muestreo, para un total de 360 unidades básicas de muestreo.

4.4.PRESERVACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LOS ESPECÍMENES COLECTADOS

Los individuos capturados se guardaron en recipientes plásticos llenados con alcohol etílico al 70%. Se rotularon con los datos mínimos sugeridos: localidad, fecha de colecta, colector(es), técnica de captura, cebo y número de la trampa (Villareal *et al.*, 2004). En el laboratorio, las muestras se separaron en morfotipos para su identificación hasta el nivel de familia; utilizando las claves de Coleoptera de Borror *et al.* (1989); Lawrence *et al.* (1999); Solís (2002); Triplehorn y Johnson (2005) y Marshall (2006).

Para la superfamilia Scarabaeoidea se siguió la clasificación de Morón (1984). Se utilizaron las claves propuestas por Morón (1994), Jameson y Ratcliffe (1999a, 1999b, 2002), Solís (2004), Ahrens (2005) para familias y subfamilias. Para la identificación de los Passalidae se utilizó la clave de Gillogly e Ivie (1998) y Schuster y Cano (2005). Para los Scarabaeinae se utilizaron las propuestas por Matthews (1966) y los Aphodiinae con las proporcionadas por Stebnicka (2001, 2003, 2004, 2005, 2006); Stebnicka y Lago (2005); Stebnicka y Skelley (2005). En el caso de las subfamilias y géneros de Melolonthidae y Trogidae se utilizaron las claves de Morón (1994), Aragón *et al.* (2001), Alcázar *et al.* (2003), Carrillo y Morón (2003), Reyes y Morón (2005). Los Dynastinae se identificaron con las claves propuestas por Maes *et al.* (2003). La identificación hasta especie fue confirmada con los especímenes que se encuentran en las colecciones de insectos del Museo de Entomología y Biodiversidad Tropical (Estación experimental agrícola de Río Piedras,

RUM), Departamento de Biología del RUM-UPR y la colección personal José y Stuart Ramos (RUM- UPR).

Tanto los individuos de las diferentes familias identificadas como las especies de Scarabaeoidea se depositaron en la colección de insectos del Recinto Universitario de Mayagüez (Universidad de Puerto Rico; UPRM).

4.5. VARIABLES AMBIENTALES

Los datos climatológicos de temperatura, precipitación y humedad relativa de la zona de estudio fueron suministrados por la Estación Metereológica del Recinto Universitario de Mayagüez, Departamento de Ciencias Marinas, Universidad de Puerto Rico. Se calculó el promedio para cada una y se obtuvo un único valor para cada evento de muestreo.

4.6. ANÁLISIS DE LOS DATOS

4.6.1 Composición de familias del orden Coleoptera y de las especies de Scarabaeoidea

Se realizó un listado de familias por método de captura, sitio y mes del muestreo. La riqueza de familias (S) se tomó como el número capturadas en cada sitio.

Además, se desarrolló un listado y la riqueza (S) de las especies de Scarabaeoidea por sitio y mes de muestreo. Adicionalmente, se estimaron el índice de riqueza de Margalef usando el programa PRIMER 5.0 (Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research; Clarke y Warwick, 2001).

4.6.2 Estructura de la comunidad

4.6.2.1 Abundancia

La abundancia total para cada familia y especie de Scarabaeoidea por sitio y mes de muestreo se calculó como la sumatoria de todos los individuos colectados con las trampas en los nueve muestreos. Para determinar la abundancia total de cada familia y especie sin discriminar por período de muestreo se sumaron todos los individuos colectados en éstos.

4.6.2.2 Caracterización de la diversidad

Los dos primeros índices que se mencionan a continuación fueron utilizados a nivel de familia; siguiendo las recomendaciones de Pielou (1984) y Magurrán (1989). Para las especies de la superfamilia Scarabaeoidea se aplicaron todos los índices que se mencionan, tales como el índice de Shannon-Wiener (H'), Simpson ($1-\lambda'$), alfa Fisher (α), número de Hill, e índice de equidad (J'). Todos los índices anteriores, excepto el último, se calcularon con el paquete computacional PRIMER 5.0 (Clarke y Warwick, 2001). Para el cálculo del índice de equidad se utilizó el programa Microsoft Excel. Las descripciones de estos índices se encuentran en Villarreal *et al.* (2004).

4.6.2.3 Caracterización de los grupos funcionales

Las familias de coleópteros fueron separadas por grupos funcionales de acuerdo con Hammond y Lawrence (1989), Lawrence y Britton (1994) y Hutcheson y Kimberley (1999).

4.6.2.4 Comparación entre sitios y épocas de muestreo

Para determinar diferencias en la composición de las especies de Scarabaeoidea entre los dos sitios o entre las épocas de muestreo, se aplicó la técnica de ANOSIM (análisis de similitudes), con diseño a una vía. El ANOSIM es una prueba estadística multivariada,

análoga al análisis de varianza (ANOVA) y es combinado con una aleatorización general aproximada a la generación de niveles de significancia (Clarke y Warwick, 2001). Esta técnica se basa en el rango de similaridad entre los sitios o las épocas de muestreo (r_B), el rango de similaridad entre las muestras de cada sitio o la época de muestreo (r_W) y el número total de muestras bajo consideración (n). Compara pares de “grupos de muestras” (épocas o sitios de muestreo) y agrega valores de significancia a estas comparaciones. La técnica ofrece un valor de significancia (p) que permitió probar la hipótesis nula: “no hay diferencias en la estructura de la comunidad de Scarabaeoidea entre los sitios o épocas de muestreo”. El valor de p es presentado en porcentaje; un valor menor al 5% rechaza la hipótesis.

Para identificar las especies que tipificaron o caracterizaron las épocas, se utilizó la rutina SIMPER (porcentajes de similaridades) del paquete estadístico PRIMER 5.0. Esta rutina, de tipo exploratoria, examina la contribución de ciertas especies al promedio de disimilaridad entre épocas, determinando así el aporte de la similaridad dentro de un grupo (Clarke y Warwick 2001). Por medio de la rutina se determinaron las especies que caracterizan a cada época a través de su abundancia. Se tuvieron en cuenta las especies que aportaron más del 10% a la abundancia total.

4.6.2.5 Relación entre las variables biológicas y ambientales

Para examinar en qué medida los patrones abióticos (precipitación, humedad relativa y la temperatura) se relacionaban con los patrones biológicos observados (riqueza y abundancia) se realizó un análisis de correlación de Pearson. El análisis se realizó utilizando el programa INFOSTAT.

4.6.2.6 *Curva de abundancia*

La curva de dominancia-diversidad se utilizó para comparar los componentes de diversidad en cada una de las épocas climáticas de los muestreos.

4.6.3 *Representatividad del muestreo*

La representatividad del muestreo se evaluó mediante las curvas de acumulación de familias de Coleoptera y especies de Scarabaeoidea. Se utilizaron los datos observados para calcular los SINGLETONS y los estimadores CHAO 1 y ACE. El análisis se realizó con el programa EstimateS 7.0. Los diferentes estimadores son descritos en Villarreal *et al.* (2004).

5 RESULTADOS

5.1.COMPOSICIÓN Y RIQUEZA DE FAMILIAS DEL ORDEN COLEOPTERA

Se colectaron ejemplares pertenecientes a 30 familias del orden Coleoptera entre los dos sitios de muestreo, de las cuales 27 fueron capturadas con las diferentes trampas que se utilizaron en el estudio. En ambos sitios, el mayor número de familias se capturó con las trampas de luz blanca y luz violeta, mientras que el menor número se reportó para las trampas de caída y NTP- 80 cebadas (figura 4). Con respecto a las colectas manuales, se capturaron 14 familias, de las cuales 11 coincidieron con los otros métodos de captura.

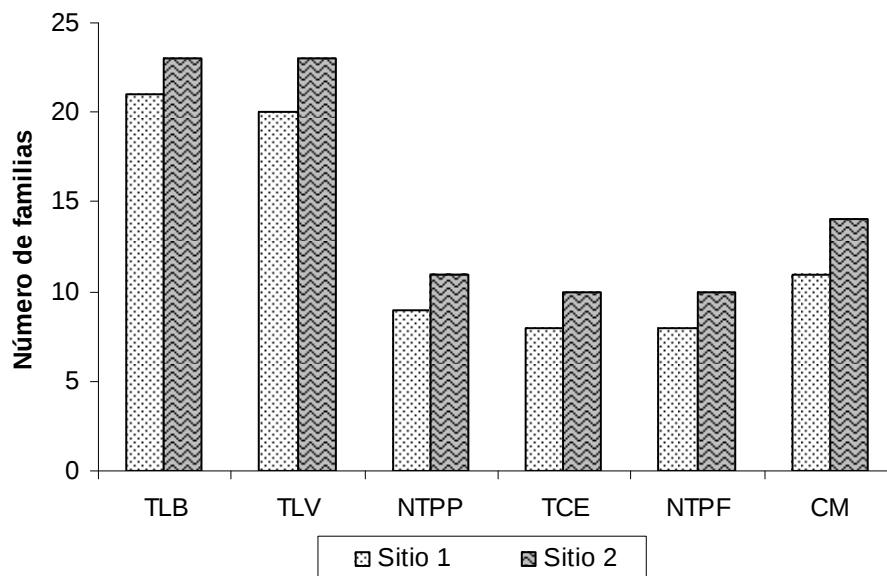


Figura 4. Riqueza de las familias del orden Coleoptera capturados con los diferentes métodos de colecta por sitio en los remanentes de bosques del Recinto Universitario de Mayagüez (RUM), Puerto Rico. Abreviaciones: trampa luz blanca (TLB), trampa luz violeta (TLV), necrotrampa cebada con pescado (NTPP), trampa caída cebada con excremento (TCE), necrotrampa cebada con fruta (NTPF) y captura manual (CM).

Las familias Attelabidae, Passalidae y Coccinellidae sirvieron para enriquecer el inventario taxonómico de este estudio (anexo 1). Del total de familias, 27 fueron comunes para ambos sitios de muestreo. La familia Trogidae solo se capturó en el sitio 1, mientras que Attelabidae y Buprestidae fueron exclusivas para el sitio 2, donde se capturó una familia más que en el 1 (anexo 1).

Desde el punto de vista temporal, se observó que la mayor riqueza de familias se capturó en el mes de agosto para ambos sitios de muestreo (21 y 26). Los meses de octubre y diciembre presentaron los menores valores de riqueza (13) para el sitio 1, mientras que diciembre presentó el menor valor para el sitio 2 (figura 5). En los dos primeros meses de muestreo el valor de la riqueza fue muy similar en ambos sitios. Sin embargo en la mayoría de los meses, se capturó un mayor número de familias en el sitio 2 (figura 5, anexo 2).

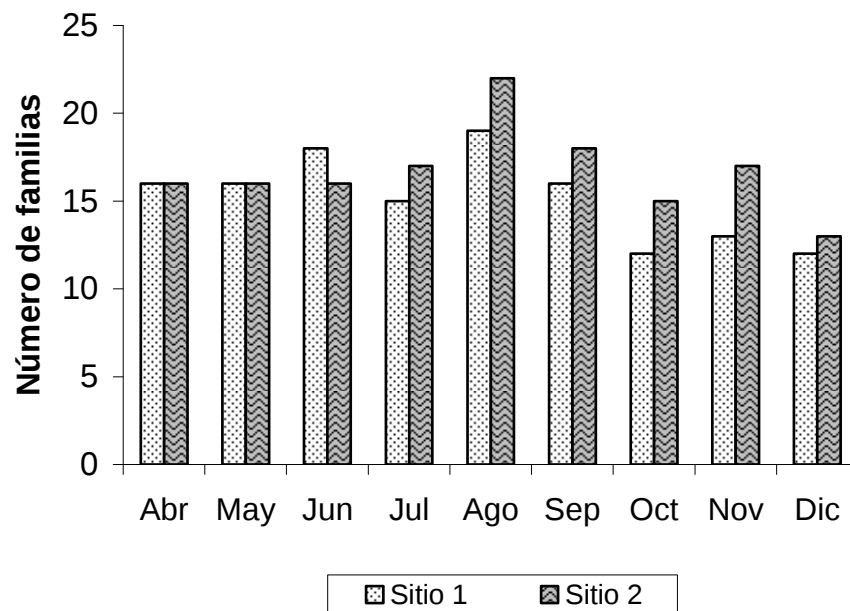


Figura 5. Variación espacial y temporal de la riqueza de familias de Coleoptera en remanentes de bosques en el Recinto Universitario de Mayagüez, Puerto Rico.

Con respecto a la diversidad, los valores más altos para el índice de Shannon- Weaner se presentaron para el mes de noviembre; mientras que mayo y junio son los de menor valor para el sitio 1 y 2, respectivamente. En ambos sitios los valores promedios estuvieron muy cerca uno del otro (Tabla 1). En lo que concierne al índice de Simpson, los menores valores coinciden para los meses del índice anterior y noviembre con el mayor valor. Al igual que con el índice anterior, en ambos sitios los valores son muy similares (Tabla 1).

Tabla 1. Valores de diversidad de los índices de Shannon- Wiener (H') y Simpson ($1-\lambda$) de las familias de Coleoptera colectadas en dos sitios, separados por meses de muestreo en los remanentes de bosque del RUM, Puerto Rico.

Mes muestreo	Sitio 1		Sitio 2	
	Shannon- Wiener (H')	Simpson ($1-\lambda$)	Shannon- Wiener (H')	Simpson ($1-\lambda$)
Abr	1.437	0.605	1.358	0.610
May	0.967	0.441	1.230	0.562
Jun	1.236	0.627	0.837	0.345
Jul	1.213	0.548	1.412	0.676
Aug	1.666	0.730	1.558	0.692
Sep	1.642	0.733	1.255	0.559
Oct	1.596	0.717	1.434	0.656
Nov	1.700	0.776	1.577	0.740
Dic	1.360	0.613	1.217	0.549
Promedio	1.424 ± 0.25	0.643 ± 0.11	1.320 ± 0.22	0.599 ± 0.12

Predominó una diversidad de grupos funcionales, con una alta incidencia de familias herbívoras, detritívoras generalistas, y depredadoras (figura 6). También se observaron diferencias en la abundancia de las familias, ya que predominaron los herbívoros/detritívoros, y en una segunda escala los depredadores/detritívoros (figura 7).

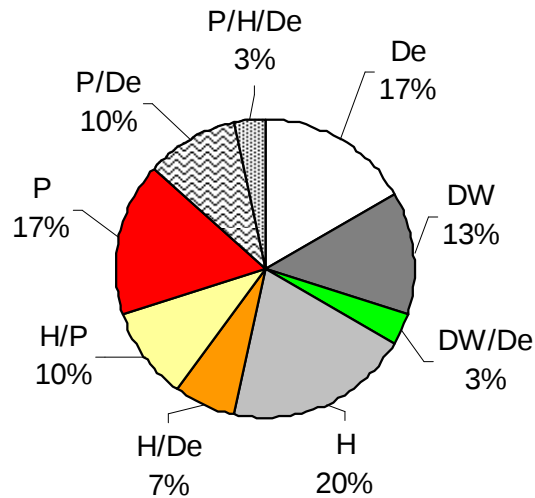


Figura 6. Riqueza de los grupos funcionales de las familias de Coleoptera adultos capturados en los remanentes de bosques del RUM, Puerto Rico. Abreviaturas: detritívoros generalistas (De), depredador (P), herbívoro (H), madera muerta (DW).

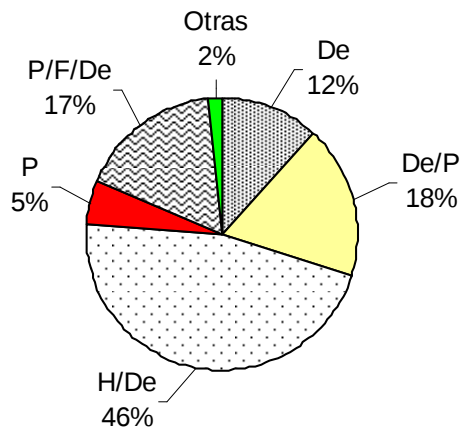


Figura 7. Abundancia de los principales grupos funcionales de las familias de Coleoptera adultos capturados en los remanentes de bosques del RUM, Puerto Rico. Abreviaciones véase figura 6.

5.1.1 Abundancia de las familias de Coleoptera

Se colectaron 38,126 individuos de coleópteros, de los cuales 26,613 (69.80%) se capturaron con las trampas de caída y NTP-80; mientras que 11,197 (29.37%) se capturaron con las trampas de luz y el restante manualmente (0.83%).

La mayor abundancia se presentó en el sitio 2 con 19,123 ejemplares; sin embargo, la diferencia con el sitio 1 fue sólo de 121 individuos (figura 8, anexo 1). Tanto en el sitio 1 como en el 2, la mayor abundancia se observó en las trampas NTP- 80 cebadas con el macerado de fruta, con 6,376 y 4,419 individuos, respectivamente. Las trampas NTP- 80 cebadas con pescado, las de caída, la trampa de luz blanca y la trampa de luz violeta fueron gradualmente menos productivas. Los valores de abundancia siempre fueron mayores para el sitio 2 con respecto al sitio 1, con excepción de los valores reportados para las trampas que tenían como atrayente el macerado de fruta y la captura manual (figura 8, anexo 1).

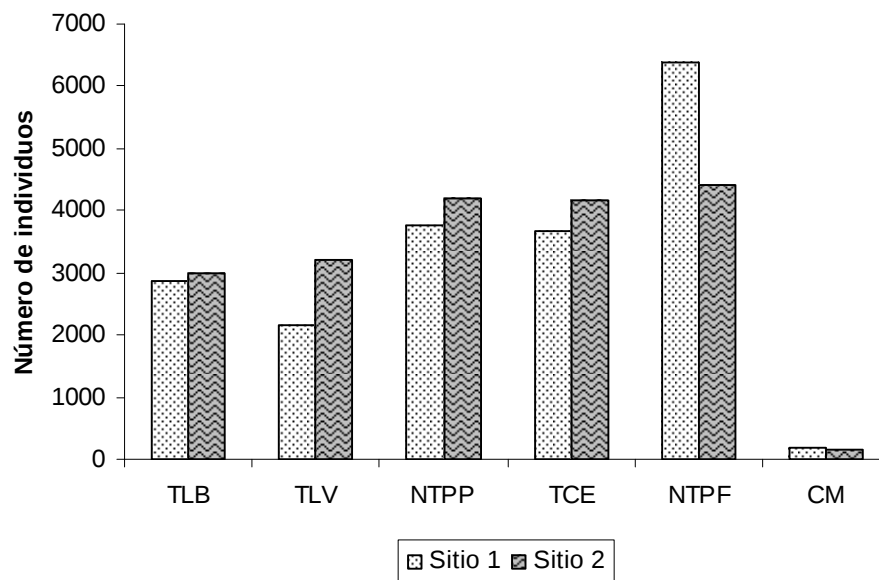


Figura 8. Abundancia de las familias del orden Coleoptera capturados con los diferentes métodos de colecta por sitio en los remanentes de bosques del Recinto Universitario de Mayagüez (RUM), Puerto Rico. Abreviaciones: trampa luz blanca (TLB), trampa luz violeta (TLV), trampa luz violeta (TLV), necrotrampa cebada con pescado (NTPP), trampa caída cebada con excremento (TCE), necrotrampa cebada con fruta (NTPF) y captura manual (CM).

Se observó la mayor abundancia en los meses de mayo y agosto en el sitio 1. En el sitio 2, agosto y noviembre fueron los meses de mayor abundancia. Los menores valores de abundancia se presentaron en el mes de abril con 685 y 784 ejemplares en los dos sitios, respectivamente (figura 9).

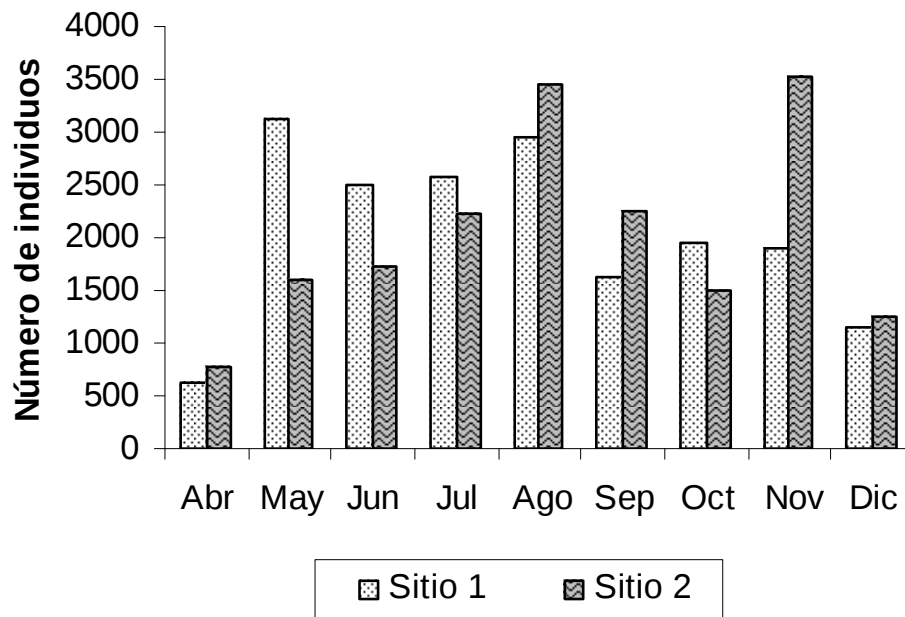


Figura 9. Variación espacial y temporal de la abundancia de familias de Coleoptera en remanentes de bosques en el Recinto Universitario de Mayagüez, Puerto Rico. Las barras representan la abundancia.

Las familias más abundantes durante todo el estudio fueron Curculionidae (17,637), Nitidulidae (6,853) y Staphylinidae con 6,117 individuos; mientras que las menos abundantes fueron Buprestidae y Trogidae, con dos y un ejemplar capturados, respectivamente (anexo 3). La familia Curculionidae con el 48.0% aportó casi la mitad de la abundancia de individuos en los remanentes de bosques del RUM. Le siguieron en orden descendente: Nitidulidae

(18.7%), Staphylinidae (16.7%), Scarabaeidae (5.6%), e Hydrophilidae (5.0%). Estas cinco familias aportaron un 94.0% a la abundancia total en el área de estudio (figura 10, anexo 4).

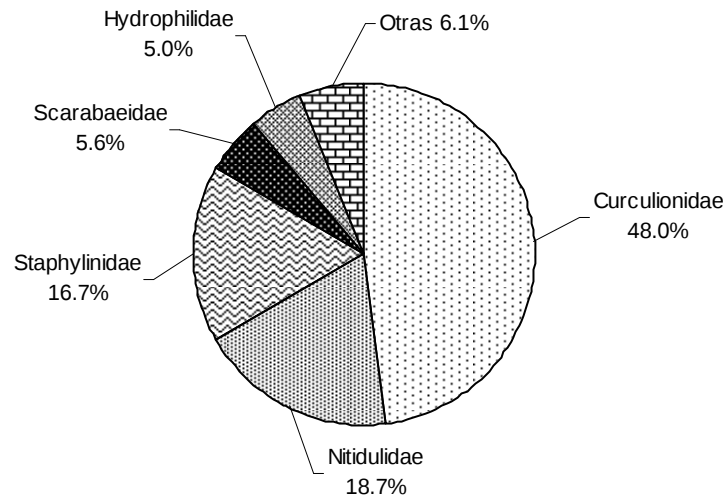


Figura 10. Abundancia de las principales familias de Coleoptera en remanentes de bosques en el Recinto Universitario de Mayagüez, según capturas realizadas entre abril y diciembre de 2005.

En el sitio 1, las familias Curculionidae (7,499) y Nitidulidae (5,476) fueron las más abundantes. En el sitio 2, los Curculionidae (10,138) y Staphylinidae (3,671) presentaron la mayor abundancia. Las familias con abundancia más baja en el sitio 1, fueron Anthribidae (2), Ptiliidae (2) y Trogidae (1). En el sitio 2, las familias Ptiliidae (3) y Buprestidae (2) son las menos abundantes (anexo 3).

Los Nitidulidae presentaron la mayor abundancia en el mes de mayo y la menor para el mes de diciembre en el sitio 1. Curculionidae presentó su mayor pico de abundancia en el mes de agosto y el menor valor para el mes de abril (figura 11). Por otro lado, Staphylinidae presentó su mayor número de individuos para el mes de agosto, Scarabaeidae e

Hydrophilidae para noviembre. La menor abundancia de Staphylinidae se presentó en el primer y último mes de muestreo y los Scarabaeidae en los tres primeros meses del estudio. La familia Hydrophilidae mostró menor abundancia durante los cuatro primeros meses, el séptimo y último mes del estudio (figura 11).

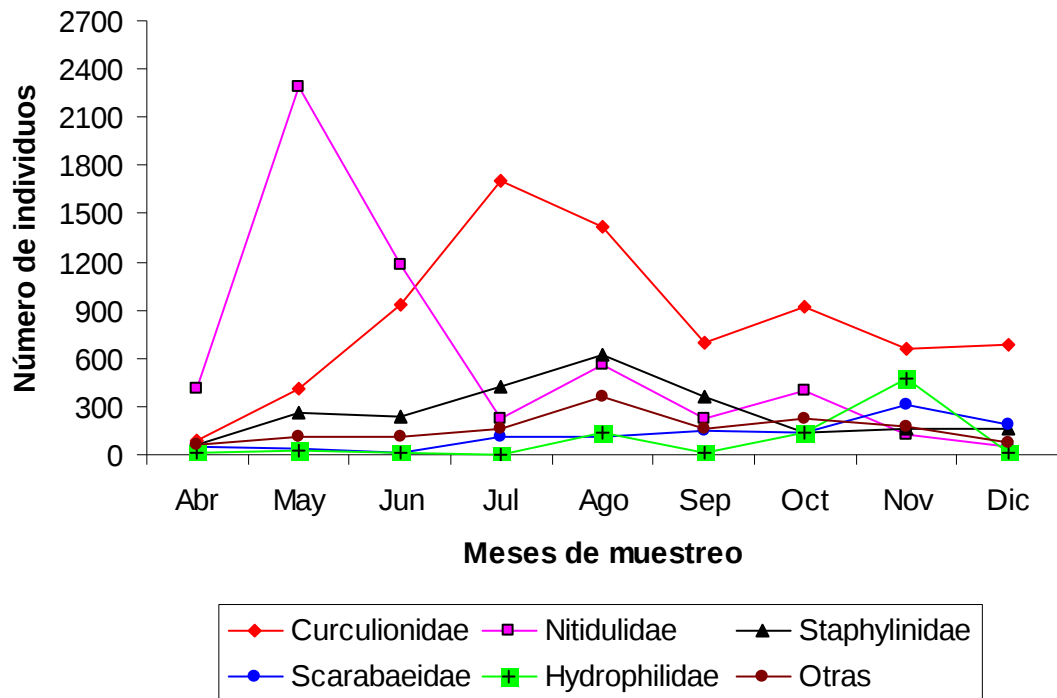


Figura 11. Variación mensual de la abundancia de las principales familias de Coleoptera en el sitio 1, en los fragmentos de bosques del RUM, Puerto Rico.

En el sitio 2, las mayores abundancias para las familias Curculionidae y Nitidulidae concuerdan con lo observado para el sitio 1. Los Scarabaeidae presentaron mayores abundancias en el mes de julio y los Staphylinidae e Hydrophilidae para el mes de noviembre (figura 12). En el mes de abril se registró la menor abundancia para las familias Curculionidae y Staphylinidae con 458 y 63 individuos respectivamente. Las familias Nitidulidae (50) en diciembre y Scarabaeidae (26) en junio, evidenciaron la menor

abundancia. Durante los dos primeros meses de muestreo no se capturó ningún ejemplar de Hydrophilidae (figura 12).

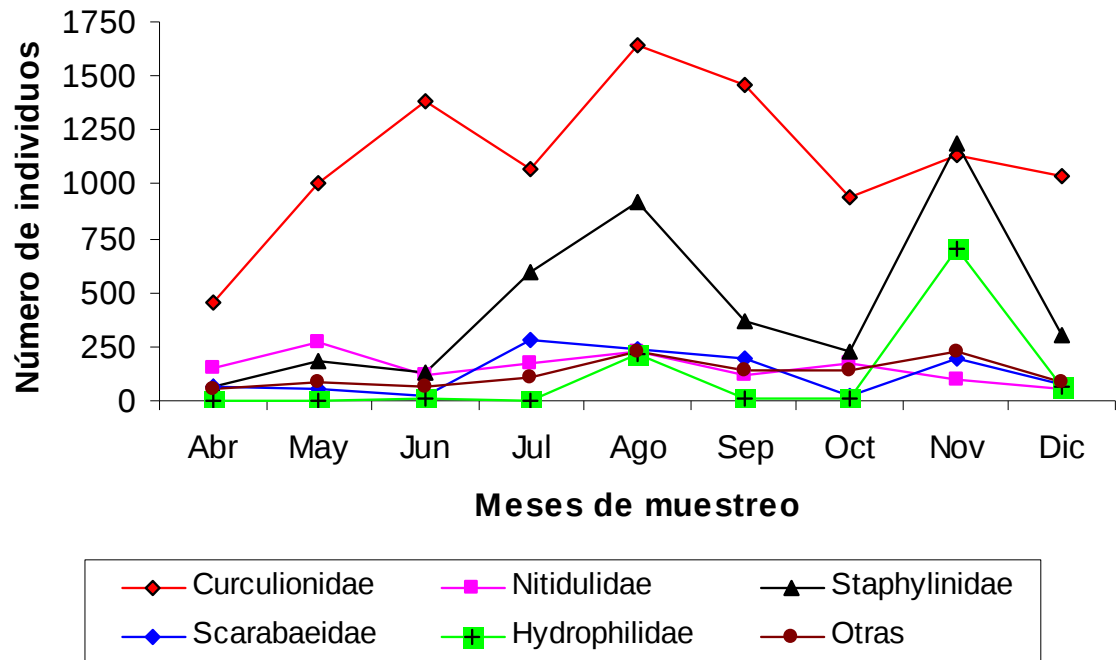


Figura 12. Variación mensual de la abundancia de las principales familias de Coleoptera en el sitio 2, en los fragmentos de bosques del RUM, Puerto Rico.

5.1.2 Familias del orden Coleoptera y las variables ambientales

El valor más alto de precipitación se presentó para el mes de octubre, con 288.54 mm, y el menor en abril, con 87.12 mm. La humedad relativa presentó sus mayor valor para el mes de octubre (86.47%), y el menor valor para junio (78.01). La mayor temperatura se registró en junio (promedio: 28 °C), y la menor en diciembre (promedio: 24 °C; figura 13). No se evidenció un patrón entre las anteriores variables y los valores de riqueza para ambos sitios. Los valores de correlación calculados son muy bajos, y sólo la relación entre la riqueza y la temperatura presentó un valor relativamente alto, con 0.505 (Tabla 2). En ambos sitios, los

mayores picos de abundancia se observaron en agosto y los menores en abril (figura 9, anexo 3). El coeficiente de correlación más alto de la abundancia se presentó con la precipitación (0.403) y el menor con la temperatura (0.280; véase tabla 2).

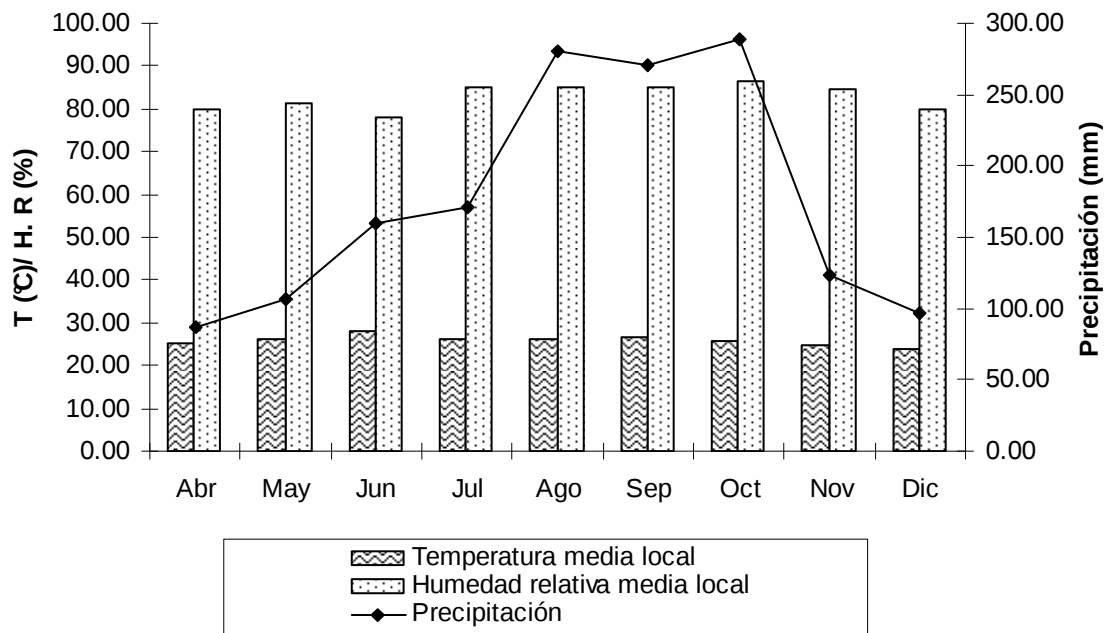


Figura 13. Variación Mensual de temperatura, humedad relativa y precipitación durante los meses de muestreo en los remanentes de bosques del Recinto Universitario de Mayagüez

Tabla 2. Coeficientes de Correlación de Pearson entre la riqueza y abundancia de familias de Coleoptera y especies de Scarabaeoidea con la temperatura, la humedad relativa y precipitación.

Coeficiente deCorrelación		Temperatura	Humedad relaiva	Precipitación
Riqueza (S)	Familia	0.505	-0.030	0.239
	Especie	0.632	0.311	-0.034
Abundancia	Familia	0.280	0.370	0.403
	Especie	-0.202	0.078	0.408

5.1.3 Representatividad del estudio

El número de muestreos utilizados permitió capturar el 100% de las familias esperadas o predichas por cada uno de los estimadores, en los dos sitios estudiados (figuras 14 y 15).

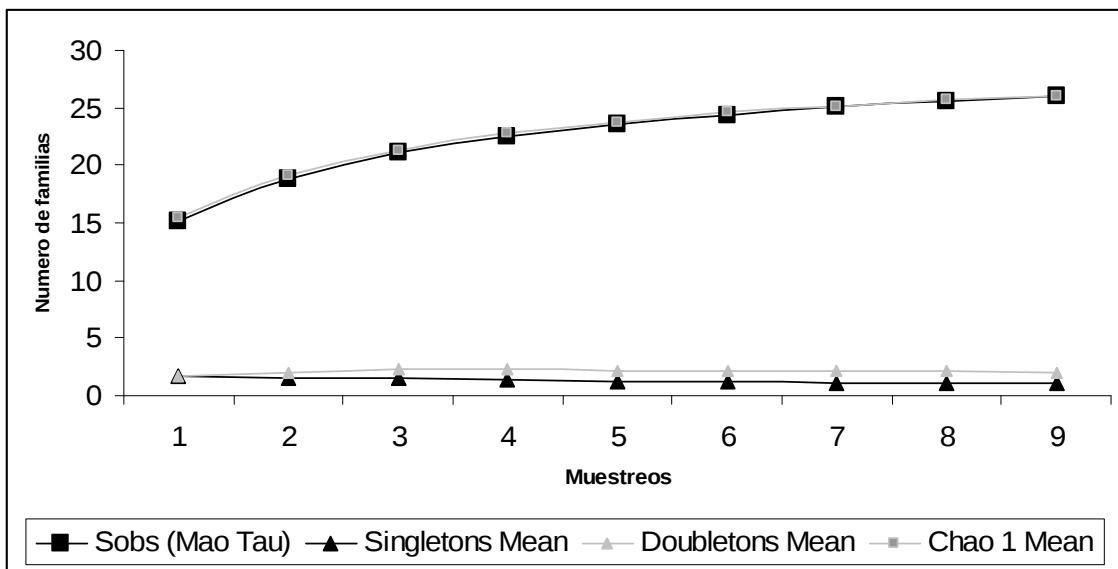


Figura 14. Curva de acumulación en el muestreo de las familias de Coleoptera en el sitio 1 de los remanentes de bosque del RUM, Puerto Rico. Las muestras representan los meses de muestreo.

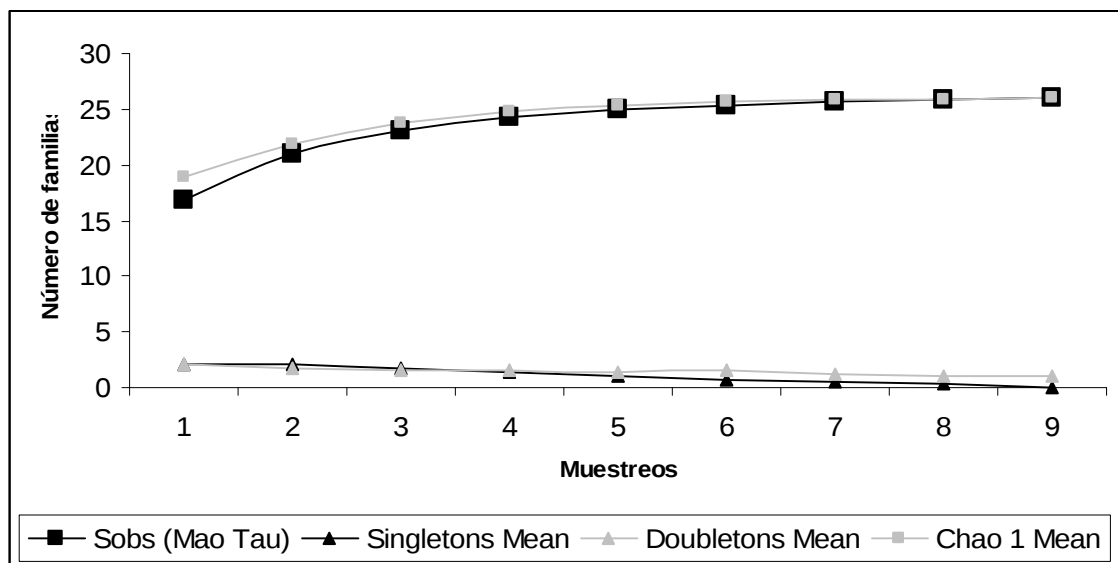


Figura 15. Curva de acumulación en el muestreo de las familias de Coleoptera en el sitio 2 de los remanentes de bosque del RUM, Puerto Rico. Las muestras representan los meses de muestreo.

5.2.COMPOSICIÓN Y RIQUEZA DE ESPECIES DE LA SUPERFAMILIA SCARABAEOIDEA

Se colectaron ejemplares pertenecientes a 14 especies, distribuidos en 10 géneros, cinco subfamilias y cuatro familias (tabla 3). De estas 14 especies, 13 fueron capturadas con trampas de luz, NTP- 80 y de caída. En ambos sitios, el mayor número de especies se capturó

con las trampas de luz blanca y luz violeta, mientras que el menor número se reportó para las trampas de caída y las NTP-80 cebadas (figura 16, anexo 5).

Se capturaron tres especies manualmente, de las cuales dos coincidieron con los otros métodos de captura. Donde, *Spasalus crenatus* Macleay aumentó el inventario taxonómico de los Scarabaeoidea.

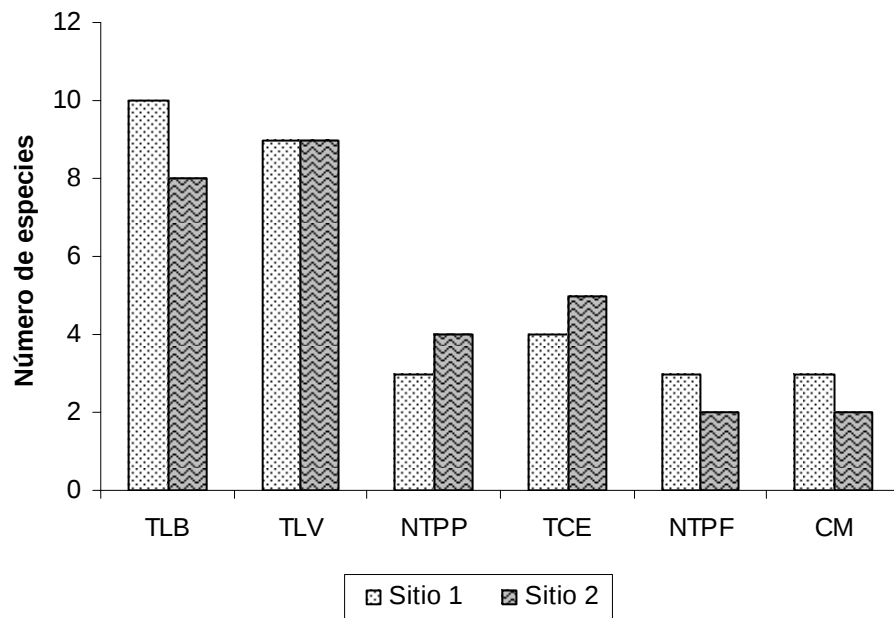


Figura 16. Riqueza de las especies de Scarabaeoidea capturadas con los diferentes métodos de colecta separados por sitio, en los remanentes de bosques del Recinto Universitario de Mayagüez (RUM), Puerto Rico. Abreviaciones: véase figura 4.

Se capturaron un total de 13 especies en cada sitio. Del total de especies, 12 fueron comunes para ambos sitios de muestreo, con excepción de *Trox suberosus* Fabricius que sólo se capturó en el sitio 1, mientras que *Aphodius lividus* Olivier fue exclusiva para el sitio 2 (anexo 6).

La familia que presentó mayor riqueza fue Scarabaeidae, con cuatro géneros y siete especies. La familia Trogidae con un género y una especie presentó la menor riqueza (tabla 3). El género con el mayor número de especies fue *Canthochilum* Chapin con tres especies, seguido por *Phyllophaga* Harris y *Ataenius* Harold con dos especies cada uno (tabla 3). Con respecto a la riqueza de Margalef (d), el menor valor se presentó en el sitio 1 con 5.89 y el mayor valor en el sitio 2 con 6.89 (Tabla 6).

Tabla 3. Especies de Scarabaeoidea capturadas en los remanentes de bosques del RUM, Puerto Rico

Familia	Subfamilia	Genero/ especie	Sitio 1	Sitio 2	Total	Grupo Funcional
Scarabaeidae	Aphodiinae	<i>Aphodius lividus</i>	0	2	2	coprófago
		<i>Ataenius heinekeni</i>	5	5	10	coprófago
		<i>Ataenius sp</i>	29	9	38	coprófago
	Scarabaeinae	<i>Canthochillum andyi</i>	483	657	1140	coprófago
		<i>Canthochillum borinquensis</i>	74	50	124	coprófago
		<i>Canthochillum taino</i>	324	349	673	coprófago
		<i>Canthonella parva</i> Chapin	3	8	11	coprófago
Melolonthidae	Dynastinae	<i>Chalepides barbata</i> Fabricius	6	6	12	fitófago
		<i>Dyscinetus picipes</i> Burmeister	5	12	17	fitófago
		<i>Phileurus valgus</i> Linnaeus	3	10	13	saproxilófago
	Melolonthinae	<i>Phyllophaga vandinei</i>	119	94	213	fitófago
		<i>Phyllophaga citri</i>	22	40	62	fitófago
Passalidae	Passalinae	<i>Spasalus crenatus</i>	37	46	83	xilófago
Trogidae	N/A	<i>Trox suberosus</i>	1	0	1	necrófago

La mayor riqueza de especies de Scarabaeoidea se obtuvo en los meses de junio y agosto y los menores valores para el primer y último mes de los muestreos (figura 17). Comparando la riqueza entre ambos sitios de muestreo, durante el mes de junio se observó la mayor riqueza con 11 especies para el sitio 1 y el mes de agosto con 12 para el sitio 2. Los meses de abril con cuatro especies en el sitio 2 y septiembre con tres en el sitio 1 fueron los meses con menor número de especies capturadas (figura 17, anexo 6).

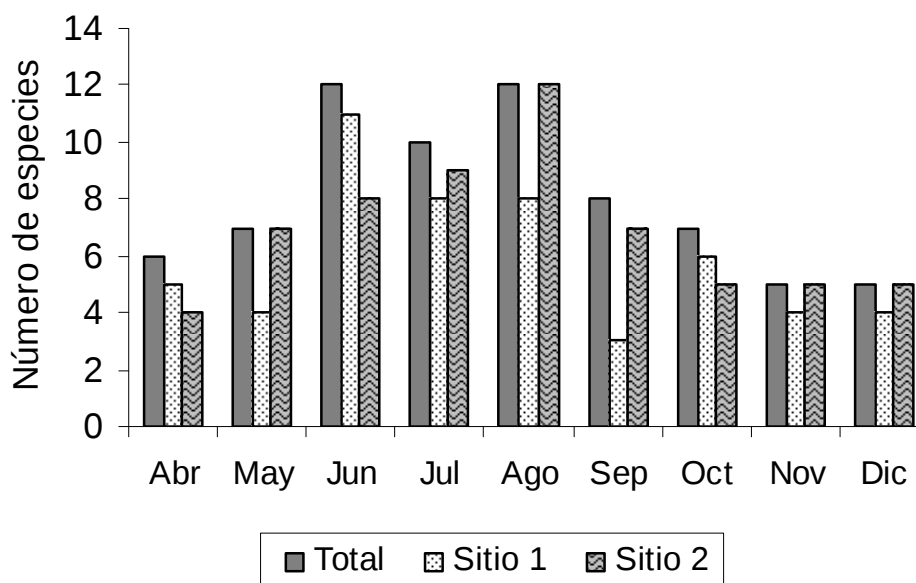


Figura 17. Variación de la riqueza de las especies de Scarabaeoidea capturados en los diferentes meses de muestreo, en los remanentes de bosques del Recinto Universitario de Mayagüez (RUM), Puerto Rico.

5.2.1 Abundancia de las especies de Scarabaeoidea

Se colectaron 2,399 ejemplares de Scarabaeoidea, de los cuales 135 se capturaron manualmente y 2,264 con las trampas de caída, NTP-80 y luz (figura 18, anexo 5). La abundancia total (incluyendo la colecta manual) en el sitio 1 con 1,111 individuos fue menor con respecto al sitio 2 (1,288). El número de individuos capturados con las trampas fue mayor en el sitio 2 (1,200). Sin embargo, la diferencia con respecto al sitio 1 fue sólo de 136 individuos (anexo 5). En el sitio 1 y 2, la mayor abundancia se presentó en las trampas de caída cebadas con excremento, con 641 y 568 individuos respectivamente. Las trampas NTP-80 cebadas con pescado, las trampas de luz violeta, las de luz blanca y por último las NTP-80 cebadas con el macerado de fruta fueron las menos productivas (figura 18, anexo 5). En

ambos sitios, se observó que las trampas NTP- 80 cebadas con macerado frutas (17 y 5) fueron las menos eficientes (figura 18, anexo 5).

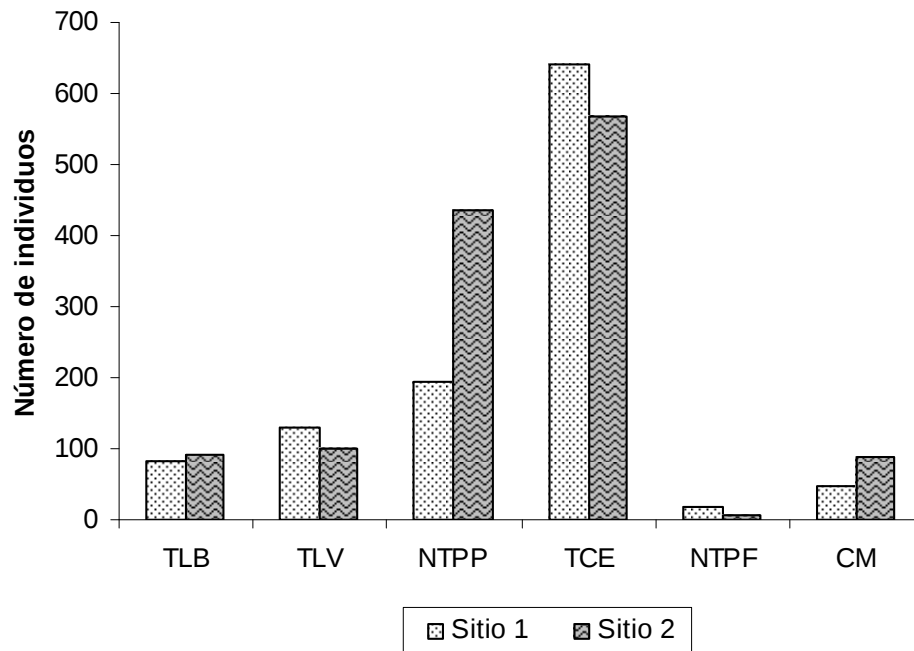


Figura 18. Abundancia de las especies de Scarabaeoidea capturadas con los diferentes métodos de colecta separados por sitio, en los remanentes de bosques del Recinto Universitario de Mayagüez (RUM), Puerto Rico. Abreviaciones: véase figura 4.

Las especies de Scarabaeoidea que presentaron mayor abundancia fueron *Canthochilum andyi* Chapin (1,095) y *Canthochilum taino* n.sp (673) individuos. Las menos abundantes fueron las especies *Aphodius lividus* y *Trox suberosus* con dos y un ejemplar capturados (Tabla 3, anexo 7). La especie *C. andyi* con el 47.9% aporta casi la mitad de la abundancia de individuos en los remanentes de bosques del RUM. Le siguieron en orden descendente: *Canthochilum taino* (29.5%), *Phyllophaga vandinei* Smyth (9.3%) y *Canthochilum borinquenses* Matthews (5.4%). Las especies mencionadas aportan un 93% a la abundancia total en área de estudio (figura 19).

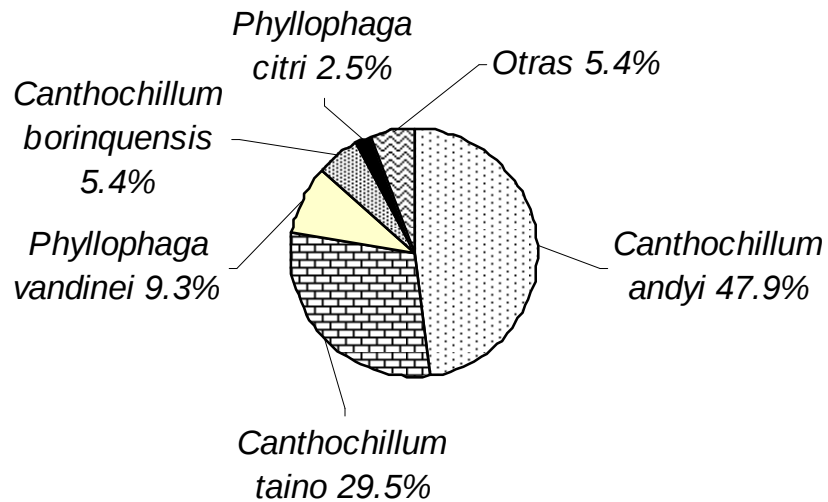


Figura 19. Abundancia de las principales especies de Scarabaeoidea capturados en los remanentes de bosques del Recinto Universitario de Mayagüez (RUM), Puerto Rico.

Las especies *C. andyi* y *C. taino* fueron las más abundantes en ambos sitios. *T. suberosus* con un individuo para el sitio 1 y *A. lividus* con dos ejemplares para el sitio 2 son las menos abundantes (tabla 3).

Los mayores picos de abundancia se observaron en los meses de julio y noviembre. Los menores valores en los tres primeros meses del muestreo (figura 20). En el sitio 1, el mes de mayor abundancia fue noviembre y julio en el sitio 2. Junio en el sitio 1 y octubre en el 2, fueron los meses de menor abundancia (figura 20, anexo 7).

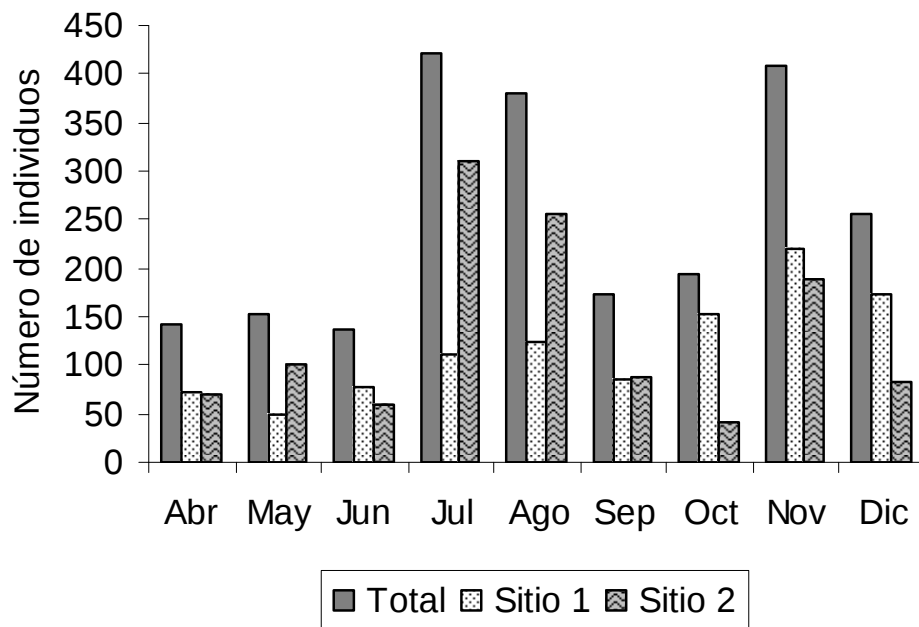


Figura 20. Variación de la abundancia de las especies de Scarabaeoidea capturados en los diferentes meses de muestreo, en los remanentes de bosques del Recinto Universitario de Mayagüez (RUM), Puerto Rico.

En el sitio 1, se observó que *C. andyi* presentó mayor abundancia durante agosto y octubre con 81 individuos para cada mes. El mayor número de individuos de *P. vandinei* se observó en abril (53) y *C. taino* en noviembre (123). La mayor abundancia de *C. borinquenses* se observó en diciembre y la de *Phyllophaga citri* Smyth en junio (figura 21, anexo 8).

En el sitio 2, *C. andyi* presentó mayor abundancia en el mes de julio (229). El mayor número de individuos de *C. taino* se observó en agosto (120) y de *P. vandinei* en mayo (33). *C. borinquenses* y *P. citri* presentaron su pico de abundancia en julio (16) y junio ((10) respectivamente (figura 22, anexo 8).

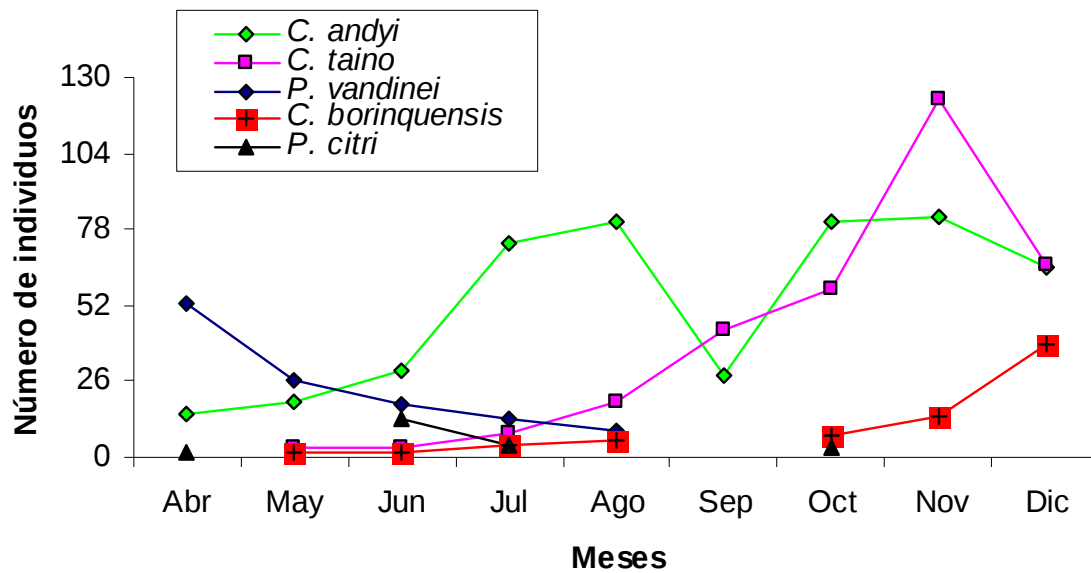


Figura 21. Variación temporal de la abundancia de las principales especies de Scarabaeoidea capturadas en el sitio 1; en los remanentes de bosques del Recinto Universitario de Mayagüez (RUM), Puerto Rico.

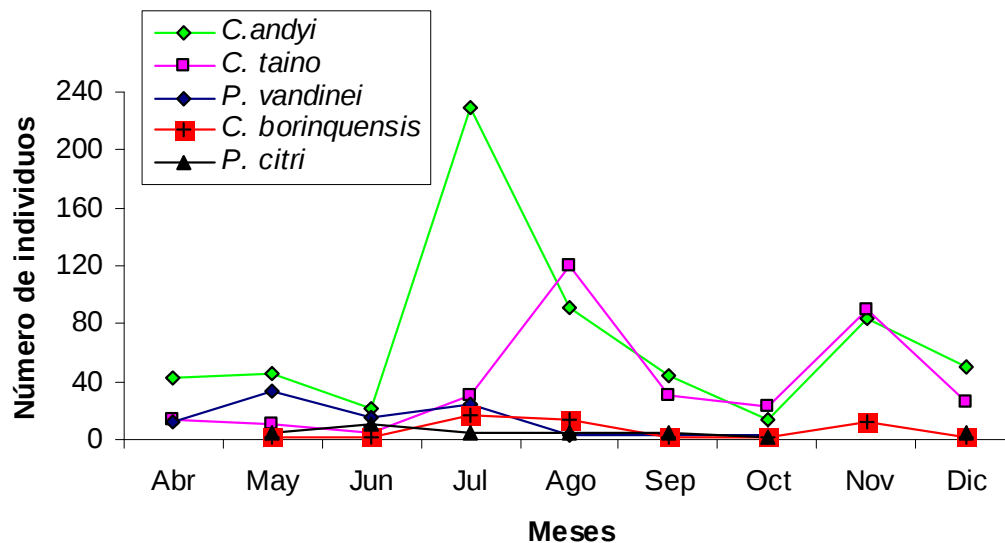


Figura 22. Variación temporal de la abundancia de las principales especies de Scarabaeoidea capturadas en el sitio 2 de los remanentes de bosques del Recinto Universitario de Mayagüez (RUM), Puerto Rico.

5.2.2 Patrón espacial y temporal

El análisis de similitud (ANOSIM) evidenció un patrón temporal en la composición y estructura en dos grandes grupos (figura 23). Uno conformado por los meses de la época lluviosa (A) y el otro por los meses de las épocas de transición y verano (B).

El patrón temporal fue estadísticamente significativo ($R = 0.66$; $P = 0.1\%$). La diferencia se observó entre la época lluviosa con la de transición y verano. Las dos últimas no presentaron diferencias estadísticas (Tabla 4).

El análisis de ANOSIM demostró que no existe un patrón espacial. La composición y estructura de la superfamilia Scarabaeoidea entre los dos sitios no presentó ningún tipo de diferencia ($R = 0.07$; $P = 26.1\%$; figura 24).

Tabla 4. Resultados ANOSIM para el análisis temporal de la composición y estructura de la superfamilia Scarabaeoidea en remanentes de bosques del RUM, Puerto Rico.

Comparación	Estadístico R	Nivel de significancia (%)
Lluvioso Vs. Transición	0.607	0.9
Lluvioso Vs. Verano	0.769	0.1
Transición Vs. Verano	0.5	6.0

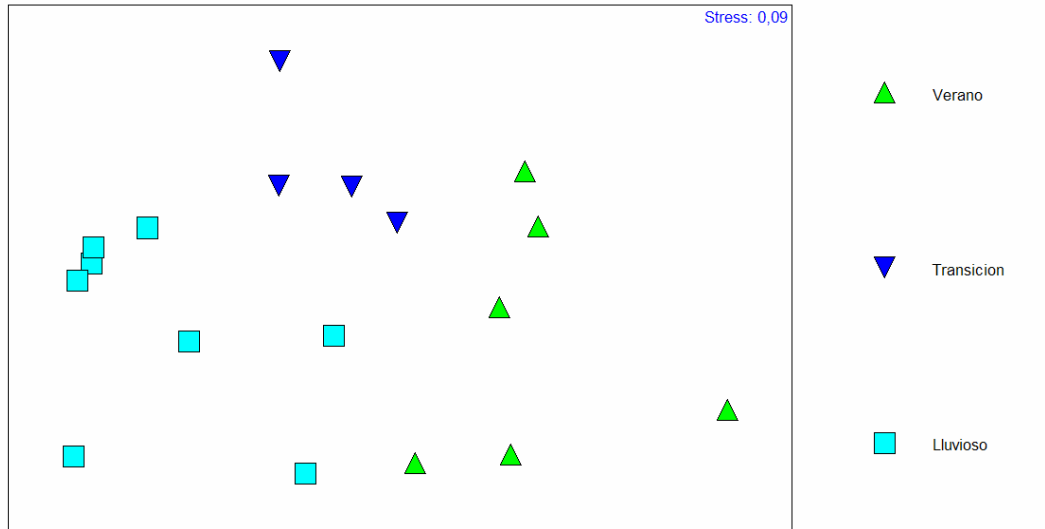


Figura 23. ANOSIM temporal de la composición y estructura de la superfamilia Scarabaeoidea en remanentes de bosques del RUM, Puerto Rico.

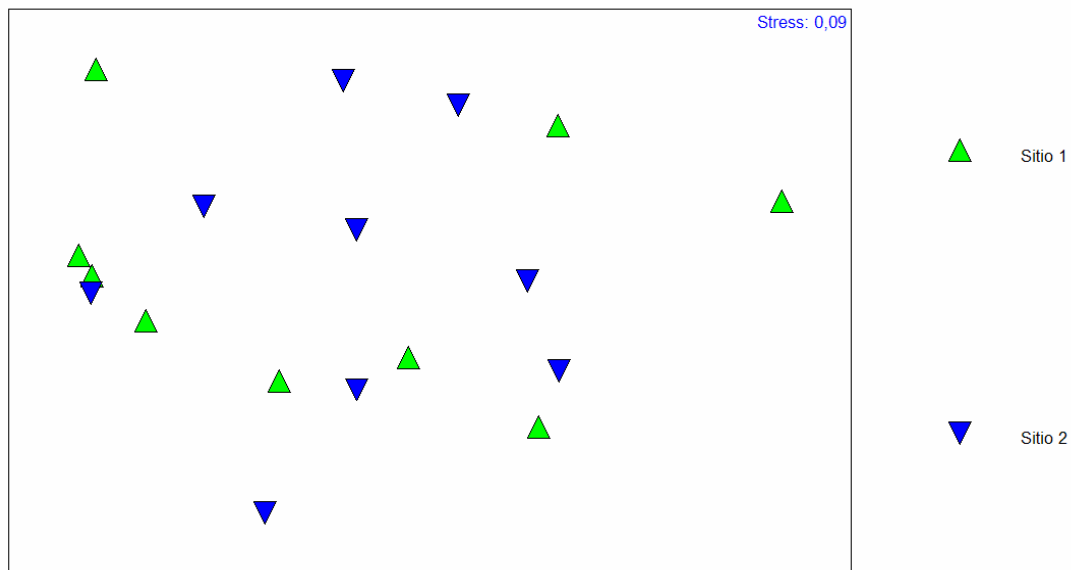


Figura 24. ANOSIM espacial para la composición y estructura de la superfamilia Scarabaeoidea en remanentes de bosques del RUM, Puerto Rico.

5.2.3 Análisis de tipificación y discriminación por SIMPER

La época de verano fue tipificada por *Canthochillum andyi*, *Phyllophaga vandinei* y *C. taino*, las cuales aportaron en un 85% a la abundancia total de esta época (tabla 5). La época de transición se caracterizó por cuatro especies: *C. andyi*, *C. taino*, *P. vandinei* y *C. borinquensis*. La época lluviosa fue tipificada únicamente por dos especies: *C. andyi* y *C. taino*.

El análisis SIMPER también identificó las especies que discriminaron las épocas climáticas comparadas. Se observó que cinco especies (*C. andyi*, *C. taino*, *P. vandinei*, *C. borinquensis* y *P. citri*) hacen que la época lluviosa sea diferente a la de verano. Las mismas cinco especies hacen que verano y transición sean diferentes. Las épocas lluviosa y transición se discriminaron por cinco especies: *C. andyi*, *C. taino*, *P. vandinei*, *C. borinquensis* y *Ataenius heinekeni* Wollaston (Tabla 5).

En la curva de dominancia–diversidad, la pendiente o equitabilidad de la curva permite analizar la distribución de la abundancia entre las especies. Se comportó de manera diferente en las tres épocas, presentando un patrón diferencial e indicando una desigual equitabilidad de las especies (figura 25).

Tabla 5. Análisis de tipificación y discriminación de las especies de Scarabaeoidea para las épocas climáticas en los remanentes de bosques del RUM, Puerto Rico.

Análisis de tipificación			Análisis de discriminación		
Época climática	Contr. (%)	Acum. (%)	Épocas climáticas comparadas	Contr. (%)	Acum. (%)
Verano			Verano vs. lluviosa		
Especie			Especie		
<i>Canthochillum andyi</i>	47.15	47.15	<i>C. taino</i>	37.82	37.82
<i>Phyllophaga vandinei</i>	38.93	86.08	<i>C. andyi</i>	24.15	61.98
<i>C. taino</i>	6.04	92.12	<i>P. vandinei</i>	21.73	83.71
Prom. de similaridad	62.24		<i>C. borinquensis</i>	5.81	89.52
			<i>P. citri</i>	4.06	93.59
Transición			Prom. de disimilaridad	62.99	
<i>C. andyi</i>	70.40	70.40	Verano vs. transición		
<i>P. vandinei</i>	6.30	76.70	<i>C. andyi</i>	51.78	51.78
<i>C. taino</i>	12.55	89.25	<i>C. taino</i>	21.31	73.09
<i>C. borinquenses</i>	5.20	94.45	<i>P. vandinei</i>	10.88	83.97
Prom. de similaridad	58.81		<i>C. borinquensis</i>	4.96	88.93
Lluviosa			<i>P. citri</i>	3.12	92.05
<i>C. andyi</i>	48.43	48.43	Prom. de disimilaridad	59.52	
<i>C. taino</i>	46.50	94.93	Transición vs. lluviosa		
Prom. de similaridad	61.98		<i>C. andyi</i>	42.87	42.87
			<i>C. taino</i>	31.44	74.31
			<i>P. vandinei</i>	8.30	82.61
			<i>C. borinquensis</i>	6.80	89.41
			<i>Ataenius heinekeni</i>	2.89	92.30
			Prom. de disimilaridad	44.72	

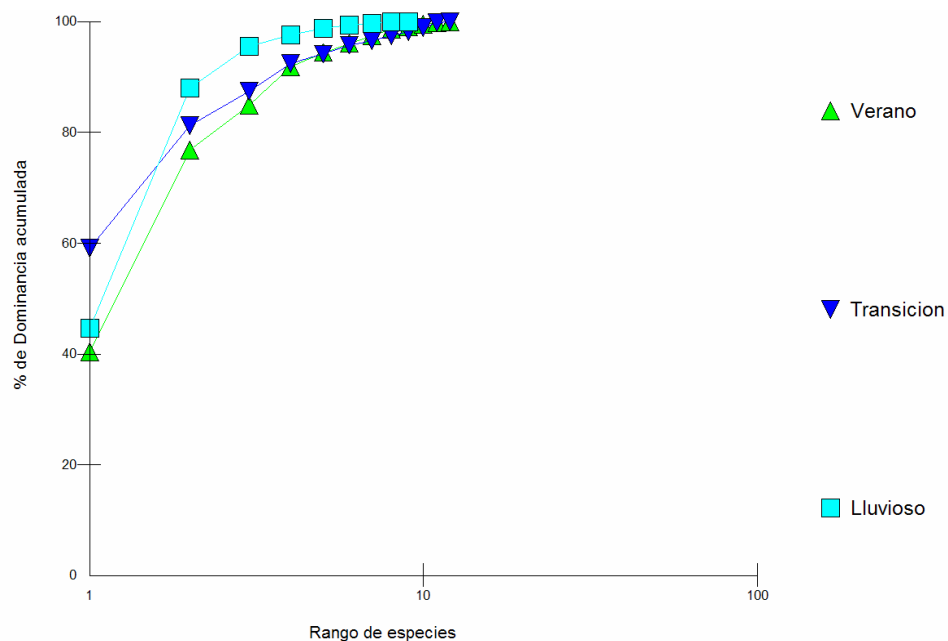


Figura 25. Curva de dominancia-diversidad de las especies de Scarabaeoidea en remanentes de bosques del RUM, Puerto Rico.

5.2.4 Diversidad de Scarabaeoidea

Los índices calculados presentaron mayor valor en el sitio 2, con excepción del índice de equidad de Pielou. Sin embargo la diferencia entre los valores es mínima entre los dos sitios (tabla 6).

Tabla 6. Valores de diversidad de los índices de riqueza de Margalef (d), Pielou (J'), Shannon- Wiener (H'), Simpson ($1 - \lambda$), Fisher, los números de Hill (1 y 2), riqueza total (S) y el número de individuos (N) para las especies de Scarabaeoidea capturadas en los remanentes de bosques del RUM, Puerto Rico.

Sitios muestreo	Indices Diversidad							
	S	d	J'	Fisher	H'	1- λ	N1	N2
1	5.889	1.058	0.670	1.436	1.599	0.585	3.151	2.508
2	6.889	1.241	0.637	1.647	1.707	0.608	3.374	2.659
Area estudio	6.389	1.150	0.653	1.542	1.653	0.596	3.263	2.583

5.2.5 Representatividad del estudio

Se observó que los muestreos realizados en cada sitio permitieron capturar el 100% de las especies esperadas o estimadas (figura 26 y 27) con la metodología utilizada.

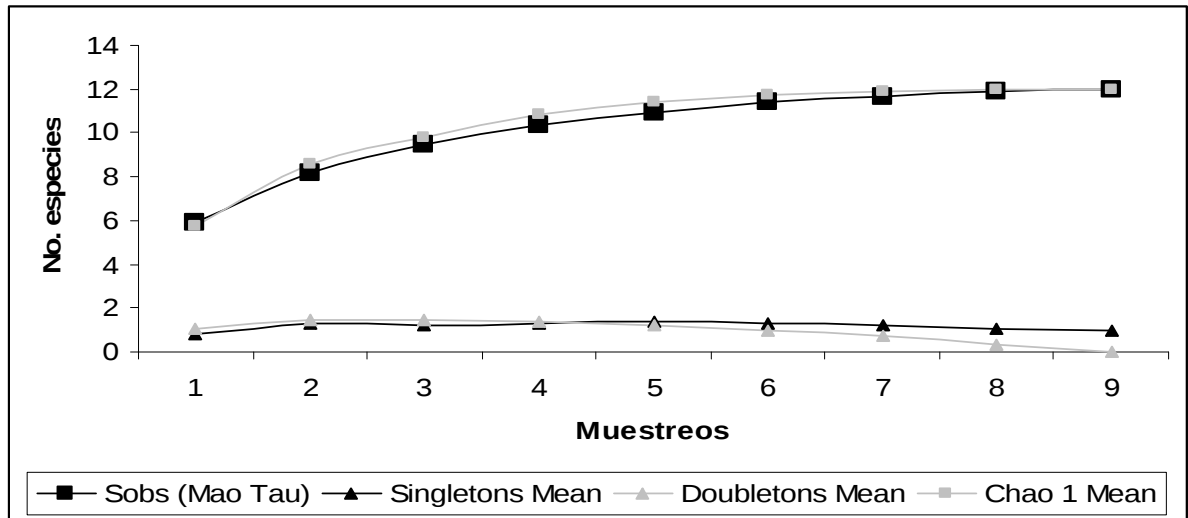


Figura 26. Curva de acumulación de especies en el muestreo de Scarabaeoidea en el sitio 1, en los remanentes de bosque del RUM, Puerto Rico. Las muestras representan los meses de muestreo.

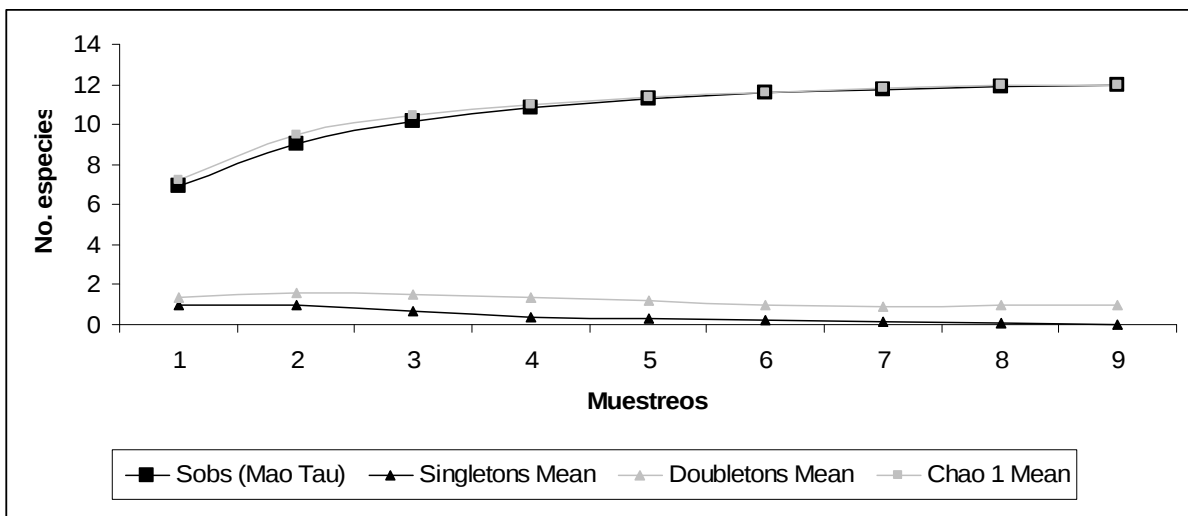


Figura 27. Curva de acumulación de especies en el muestreo de Scarabaeoidea en el sitio 2, en los remanentes de bosque del RUM, Puerto Rico. Las muestras representan los meses de muestreo.

5.2.6 Superfamilia Scarabaeoidea y las variables ambientales

Los valores altos y bajos de las variables ambientales son los mismos que los reportados para familia (figura 13). En el mes de junio se reportó la mayor temperatura promedio (28 °C) y menor humedad relativa (78.1%). En abril se presentó el menor promedio de precipitación (figura 13). Los valores de correlación calculados son muy bajos, y sólo la relación entre la riqueza y la temperatura presentó un valor relativamente alto, con 0.632 (Tabla 2). En ambos sitios, Los mayores picos de abundancia se observaron en agosto y los menores en abril (figura 20, anexo 3). El coeficiente de correlación más alto de la abundancia se presentó con la precipitación (0.408) y el menor con la temperatura (-0.202; véase tabla 2).

6. DISCUSIÓN

6.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA DE FAMILIAS DE COLEOPTERA

Este trabajo constituye uno de los primeros esfuerzos sistemáticos para el conocimiento de las familias del orden Coleoptera y de la fauna de Scarabaeoidea en los remanentes de bosque del Recinto Universitario Mayagüez (RUM), Puerto Rico. Las familias de Coleoptera capturadas en este estudio representan el 18.1% de las reportadas por Lawrence y Newton (1995) y Lawrence *et al.* (1999) en todo el mundo. El total de familias registradas representa alrededor del 43.5% de las conocidas para las indias occidentales (Leng y Mutchler, 1914) y el 48.3% de las reportadas para la isla de Puerto Rico (Wolcott, 1923; 1936; 1948; Maldonado y Navarro, 1962). Además, el número de familias capturadas en este estudio es superior al descrito por Medina *et al.* (2003) y representan el 83.33% de las familias de Coleoptera asociadas a plantas de importancia económica en Puerto Rico (Martorell, 1976). Por lo tanto, los remanentes de bosque que aun persisten en el RUM conservan una gran proporción de la coleopterofauna de la isla.

El número de familias capturadas en este estudio es igual al reportado por Lozada *et al.* (2004) en Topes de Collantes, Cuba. Sin embargo, es inferior a los reportados para otros lugares del trópico. Tal es el caso de los trabajos realizados por Lassau *et al.* (2005) en Australia y Didham *et al.* (1998), Ganho y Marinoni (2003, 2006), Marinoni y Ganho (2003), Iannuzzi *et al.* (2003) en Brasil. La inferioridad de la coleopterofauna en los remanentes del RUM se puede atribuir a su pequeña escala, si se compara con los lugares mencionados

anteriormente. También la estructura y arquitectura de la vegetación de los remanentes de bosques del RUM influyen en la diversidad de coleópteros.

Al comparar los resultados de este trabajo con otros realizados en zonas tropicales, la riqueza de familias de Coleoptera en los fragmentos del RUM es mayor. Se puede mencionar los trabajos realizados por Briones y Jerez (2004), Goehring *et al.* (2002), Jerez (2000), Lachat *et al.* (2006), Mendoza y Jerez (2001), Peck *et al.* (1998) y Pinho (2003).

La riqueza de familias en los fragmentos del RUM, también es mayor si se compara con la riqueza en monocultivos de alfalfa (Grez y Zaviezo, 2002; Zaviezo *et al.*, 2004). Esto mismo se cumple para la riqueza calculada en plantaciones de *Eucalyptus* (Iturre *et al.*, 1995; Pinto *et al.*, 2000; Pinto *et al.*, 2004).

El valor de riqueza de familias entre los dos sitios de muestreo fue muy similar, lo que se puede atribuir a la cercanía de los dos sitios, la similaridad en la composición florística, régimen de precipitaciones, temperatura y humedad. Lo anterior explica que 27 familias sean comunes para ambos sitios. La ausencia de algunas familias en uno de los sitios se debe más que todo a la presencia de algunas familias raras y no en función del estado de preservación de los sitios estudiados.

Con las trampas de luz se capturó el 76.6% de las familias de Coleoptera en el área de estudio. Este tipo de trampas son un potencial para el monitoreo de este grupo de insectos, ya que muchas de las especies de las familias tienen un fototactismo positivo. Esto permite capturar coleópteros del suelo, sotobosque y dosel de la vegetación.

La mayor riqueza de coleópteros en los parches de bosque del RUM, aumenta con el inicio de las lluvias en agosto. La menor riqueza en los meses con alta precipitación se debe a la pérdida de eficiencia de las trampas; lo cual influye en el número de familias capturadas. Además, las lluvias pueden afectar la disponibilidad de recursos para los insectos y el aumento de la mortalidad durante la etapa larval (Pinheiro *et al.*, 2002). Este mismo autor sostiene 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 reportadas para el mes de abril en los remanentes de bosque del RUM.

Los valores de riqueza, diversidad y abundancia variaron muy poco entre los meses que se realizó el estudio, por que el orden Coleoptera se caracteriza por presentar familias con diferentes niveles tróficos. Por lo tanto, este grupo puede responder con diferentes estrategias para explorar fuentes de alimento dependiendo de la disponibilidad del recurso. Por esto se observó muy pocos cambios en la comunidad de escarabajos en los bosques del RUM, tal como se observa para muchos bosques tropicales (Pinheiro *et al.*, 2002). Además, la heterogeneidad de oferta de recursos en la hojarasca, vegetación y la estabilidad ambiental en estos fragmentos, les permite abrigar grandes poblaciones de coleópteros. Estos aspectos, conllevan a que la composición y diversidad fluctúen muy poco entre los meses de muestreo.

Los valores obtenidos de riqueza, diversidad y abundancia son casi iguales entre los dos sitios, lo que nos permite afirmar que no se observó un patrón espacial. Lo que demuestra que la diversidad no se ve influenciada por la distancia de los fragmentos.

Por otro lado, a pesar de las variaciones en la riqueza y abundancia de las familias de Coleoptera en algunos meses del muestreo, los factores ambientales que se tuvieron en cuenta en este trabajo no mostraron una correlación significativa. La reducción de sus poblaciones y riqueza en ciertos meses con respecto a otros es escasa. Lo anterior significa que el comportamiento de la comunidad de coleópteros en los remanentes de bosques del RUM no se puede explicar con estos parámetros. Esto coincide con lo registrado para los bosques tropicales de Cerrado y Caatinga en Brasil (Pinheiro *et al.*, 2002; Iannuzzi *et al.*, 2003).

Los índices de diversidad calculados para las familias de Coleoptera son muy bajos en los parches de bosques del RUM. Con respecto al índice de Shannon- Wiener (H') se ve afectado por que en estos fragmentos existen muchas familias que fueron capturadas con pocos especímenes y los valores de riqueza cambiaron muy poco entre las muestras y cada muestreo. En contraste, el índice Simpson ($1 - \lambda$) se ve afectado por aquellas familias que presentaron una gran abundancia en las muestras como Curculionidae, Nitidulidae, Staphylinidae, Scarabaeidae e Hydrophilidae.

Los valores de los índices calculados en este estudio fueron superiores a los reportados en trabajos realizados en Costa Rica (Goehring *et al.*, 2002) y Nueva Zelanda (Hutcheson, 1990, 1999; Hutcheson y Kimberley, 1999). Estos resultados reindican que los fragmentos de bosques del RUM mantienen un gran diversidad de familias de Coleoptera, donde la coleopterofauna de la isla de Puerto Rico esta bien representada. Estas familias se convierten como predictoras de diversidad en este tipo de ecosistemas. Por otro lado, se pueden obtener

conclusiones mas confiables cuando la identificación se lleve a un nivel taxonómico inferior (Iannuzzi *et al.*, 2003).

La comunidad de escarabajos de los fragmentos estudiados esta representada por la mayoría de los grupos funcionales, indicando que hay recursos para los diferentes niveles tróficos (Barberena y Aidé, 2003). La diversidad de grupos funcionales es una tendencia que suele presentarse en bosques secundarios maduros, como es el caso de los fragmentos objeto de estudio. En estos relictos, aumenta la cantidad de detritos, hojarasca y biomasa; proporcionando un incremento en la fuente de recursos y la complejidad de hábitats (Barberena y Aidé, 2003).

La mayor proporción de familias e individuos herbívoros, depredadores y detritívoros en estos fragmentos es una tendencia de estos grupos a mantener sus proporciones dependiendo de las etapas de sucesión de la vegetación (Hutcheson y Kymberley, 1999). La riqueza y abundancia de coleópteros herbívoros en estos fragmentos se debe a la diversidad de plantas con diferentes estratos, lo que proporciona una heterogeneidad de hábitats y recursos para este grupo de escarabajos generalistas (Barbosa *et al.*, 2005). En estos parches se observa una mayor producción de hojarasca y sombra que provee material orgánico en descomposición. Esto conlleva a una mayor disponibilidad de hongos, número de presas y restos de cadáveres. Los anteriores recursos son aprovechados por depredadores y detritívoros; incidiendo de esta forma en el aumento de su riqueza y abundancia en estos fragmentos. La abundancia y riqueza de grupos funcionales en los parches de bosques del RUM crea un efecto de cascada, causando un incremento en los otros grupos funcionales; tal

como fue observado por Barberena y Aidé (2003) en bosques secundarios húmedos de 30 y 60 años de edad en Puerto Rico.

La predominancia de individuos herbívoros se debe al número de individuos de la familia Curculionidae; mientras que el grupo de los detritívoros esta relacionado con la gran abundancia de familias como Nitidulidae, Hydrophilidae y Scarabaeidae. Los depredadores por la alta incidencia de individuos de la familia Staphylinidae y el aporte proveniente de especies de las familias mencionadas anteriormente y en menor escala especímenes de familias como Carabidae, Histeridae, Lampyridae y Cantharidae. La secuencia de los grupos funcionales mencionados, son semejantes a los obtenidos por Santos *et al.* (2003) en la región de Pantanal de Poconè, Brasil y Davies *et al.* (1997) en Venezuela.

La abundancia de la fauna de Coleoptera en los remanentes de bosques del RUM se explicó por cinco familias: Curculionidae, Staphylinidae, Nitidulidae, Scarabaeidae e Hydrophilidae. Estas son características de la fauna de la hojarasca y se encuentran entre las 14 familias que representan el 90% de todos los escarabajos (Crowson, 1981). Estas cinco familias presentan individuos con hábitos alimenticios variados; lo cual justifica su abundancia a través del tiempo.

El número de individuos capturados fue relativamente alto en comparación con otros sitios en las antillas; como el trabajo realizado por Lozada *et al.* (2004) en Topes de Collante, Cuba. También, es mayor si se compara con los trabajos realizados en Costa Rica (Hall, 2001), México (Morón y Terrón, 1984), Brasil (Iannuzzi *et al.*, 2003; Ganho y Marinoni, 2003; Marinoni y Ganho, 2003) y Australia (Lassau *et al.*, 2005).

La mayor abundancia de la familia Curculionidae se relacionó con el alto número de especímenes capturados pertenecientes a la subfamilia Scolytinae. Estos gorgojos se alimentan de madera en descomposición y son atraídos por ciertas sustancias químicas como el etanol (Iturre *et al.*, 1995). La utilización de este alcohol en las trampas estaría facilitando la mayor captura de estos individuos. El predominio de la familia Curculionidae concuerda con los trabajos realizados por Iturre *et al.* (1995) en la estación experimental de San Carlos (Chile) y Hall (2001) en cuatro plantaciones de café y la reserva los Cusingos; en Costa Rica. Santos *et al.* (2003) también reporta a esta familia como la de mayor abundancia y biomasa en el Matto Grosso Brasileiro y Andrew y Hughes (2004) en la línea costera Australiana.

La abundancia de las familias Staphylinidae, Nitidulidae, Scarabaeidae e Hydrophilidae en estos fragmentos, se debe a la disponibilidad de recursos alimenticios que favorecen a cada unas de las familias. También es posible que se presente un proceso de sustitución de taxones de un mismo grupo trófico adaptados a diferentes condiciones orgánicas del suelo (Marinoni y Ganho, 2003).

En este trabajo se reporta un alto número de familias de Coleoptera. Sin embargo, su abundancia es muy baja para la mayoría de ellas, lo que indica que están representadas por un pequeño número de individuos. Este mismo patrón fue observado por Pinheiro *et al.* (1998) en tres tipos de fisionomías en bosque cerrado Brasileño. Las familias de Coleoptera más abundantes en este estudio (Curculionidae, Staphylinidae, Nitidulidae, Scarabaeidae e Hydrophilidae) coinciden en su gran mayoría con las reportadas por Morón y Terrón (1984) en Hidalgo, México. Estas cinco familias se encuentran entre las siete con mayor abundancia en el Parque Estatal de Vila Velha, Brasil (Marinoni y Ganho, 2003). Nitidulidae,

Curculionidae y Scarabaeidae también se reportan como abundantes en plantaciones de café en Costa Rica (Hall, 2001).

Los picos poblacionales están influenciados por familias que predominan en cierta época del año. En el sitio 1, el pico poblacional en el mes de mayo se debe a la alta presencia de individuos pertenecientes a la familia Nitidulidae quienes son atraídos por el alcohol acidulado de las trampas (Morón y Terrón, 1984). Además, en esta época existe una cantidad de árboles frutales como el mango, con una alta proporción de frutos. Estos frutos cuando caen al suelo emanan olores que son atractivos para los Nitidulidae, lo que estaría incidiendo en los valores observados de abundancia para esta familia. En el sitio 2, se observó un pico poblacional en los meses de octubre y noviembre. En esta época los árboles frutales de guanábana, guineo, café y cítricos que existen en estos fragmentos empiezan la producción de frutos. Esto último estaría explicando el pico de abundancia en el mes de noviembre para el sitio 2. Además, familias como Hydrophilidae y Staphylinidae tienen su máxima explosión demográfica para esta época del año y son fácilmente atraídos por trampas de luz. Las luces urbanas en este sitio están mas retiradas, lo que aumenta la eficiencia de estas trampas. En agosto, el pico poblacional de los coleópteros en ambos sitios coincide con el inicio de la temporada de lluvias. Esto último conlleva a que aumente la cobertura vegetal en los parches de bosque del RUM. Esto contribuye a una mayor heterogeneidad de recursos que son aprovechados por los insectos en esta época del año, provocando un leve incremento en sus poblaciones (Pinheiro *et al.*, 2002).

Las curva de acumulación, sugieren que los esfuerzos de colecta fueron 100% eficientes para caracterizar la fauna de Coleoptera en el área de estudio con las técnicas

utilizadas. Estos resultados presentan valores de eficacia superiores a los reportados por Borges y Brown (2003) sobre la riqueza de artrópodos en pastizales de las islas Azores; utilizando los métodos de succión y trampas de caída. Con las técnicas utilizadas las curvas empiezan a estabilizarse entre el quinto y sexto muestreo para los dos sitios. Los estimadores calculados; en especial singleton, demostró que independientemente de la variedad de hábitos alimenticios que se presentan en el orden Coleoptera; las trampas de luz, NTP- 80 y de caída son fiables para estimar la riqueza de familias en los fragmentos de bosque del RUM. Se recomienda el uso simultáneo de estas técnicas en estos remanentes para estimar la riqueza de los coleópteros.

6.2. COMPOSICION Y RIQUEZA DE LA SUPERFAMILIA SCARABAEOIDEA

Las especies de Scarabaeoidea capturadas en los remanentes de bosque RUM representan el 41.2% de las especies mencionadas para la isla por Wolcott (1923, 1936, 1941, 1948).). La taxonomía de estas especies ha sido revisada durante los últimos años, dando lugar a muchas sinonímias, por lo que el porcentaje reportado en este estudio puede ser mayor.

Martorell (1976) cita 14 especies de Scarabaeoidea en su catalogo de insectos, de las cuales cuatro (*Chalepides barbatus*, *Dyscinetus picipes*, *Phyllophaga citri* y *P. vandinei*) se capturaron en este estudio. Estas mismas cuatro especies son citadas por Medina *et al.* (2003) asociadas a plantas de importancia económica en Puerto Rico.

Canthochilum es el género que más aporte hace a la riqueza de los fragmentos con tres especies. La gran mayoría de las especies capturadas en este estudio son reportadas para el

área de Mayagüez por Wolcott (1936), a excepción de *Spasalus crenatus*, *Canthochilum borinquenses*, *C. taino*, *C. andyi* y *Dyscinetus picipes*. Chalumeau (1982) describe ocho géneros de Scarabaeoidea para las antillas, de los cuales, cuatro están representados en este estudio. Matthews (1966) reportó ocho géneros de Scarabaeinae para las antillas mayores, de los cuales dos fueron capturados en los parches de bosque del RUM. Este mismo autor describió 6 especies de Scarabaeinae para Puerto Rico; capturándose cuatro especies en este trabajo. El número de géneros y especies de Scarabaeoidea en los remanentes de bosques del RUM es prácticamente igual al reportado por Lozada *et al.* (2004) en las montañas de Topes de Collantes, Cuba. Por consiguiente, la fauna de Scarabaeoidea que existe en los parches de bosques del RUM, es bastante representativa y contribuyen sustancialmente a la riqueza regional de los Scarabaeoidea.

La riqueza de Scarabaeoidea en los fragmentos del RUM es mayor, si se compara con otros trabajos realizados en parches de bosques secundarios e intervenidos en zonas tropicales. Se pueden mencionar los trabajos realizados en México (Morón y Terrón ,1984); Costa Rica (Goehring *et al.*, 2002); Colombia (García y Pardo, 2004) y Brasil (Pinheiro *et al.*, 1998; Barbosa *et al.*, 2005; Durães *et al.*, 2005). También es mayor si se compara con la riqueza en monocultivos de palma de chontaduro (Medina y Kattan, 1996) y en plantaciones de café (Goerhing *et al.*, 2002). Esto reindica que los fragmentos de bosques del RUM son una alternativa de refugio para diversas especies de Scarabaeoidea. Estas especies son importantes en la dinámica de los bosques tropicales y como excelentes modelos para estudios de comportamiento y procesos ecológicos. Por esto se hace indispensable mantener estos lugares y contribuir a su conservación.

Por otro lado, el número de especies de Scarabaeoidea capturadas en este estudio fue inferior a los reportados en otros lugares. Tal es el caso de los trabajos realizados por Schiffler (2003); Milhomem *et al.* (2003); Durães *et al.* (2005); Ronqui y Lopes (2006) en Brasil. En México (Morón, 1994; Carrillo y Morón, 2003.); Florida (Buss, 2006) e Italia (Barbero *et al.*, 1999; Borghesio *et al.*, 2001) también reportaron mayor número de especies de Scarabaeoidea. La inferioridad en el número de especies de Scarabaeoidea en los remanentes bosques del RUM se puede atribuir a los cambios y reducción de los bosques durante las décadas pasadas en la isla de Puerto Rico. Además, el número de especies de esta superfamilia reportadas para la isla es bajo.

La riqueza, abundancia y diversidad de especies entre los dos sitios de muestreo fue muy similar. Por consiguiente, en este estudio no fue posible observar un patrón espacial. La conexión de los fragmentos estudiados no permite un aislamiento en la fauna de Scarabaeoidea, observándose 12 especies que son comunes en ambos sitios. Además, la cercanía de los dos sitios y la similitud en la composición florística, régimen de precipitaciones, temperatura y humedad, también contribuyen a que la mayoría de las especies sean comunes en ambos lugares. La ausencia de algunas de ellas (*A. lividus* y *T. suberosus*) en uno de los sitios se debe más que todo a la presencia de algunas especies raras y no en función del estado de preservación de los sitios muestreados, ya que la vulnerabilidad de estos fragmentos es bastante alta por encontrarse en un ambiente altamente antropogénico.

Los valores de los índices ecológicos reflejan lo mismo que lo observado para la estructura de la comunidad. No se observó un patrón espacial; en este caso la dominancia y equitatividad entre los dos sitios es muy similar. El índice de Pielou presentó valores

intermedios, lo que demuestra que los individuos de las especies dominantes en el área de estudio presentan una distribución ligeramente equitativa. Los valores altos del índice de Simpson reflejan cierto grado de dominancia de ciertas especies (*Canthochilum andyi* y *C. taino*) y ocurren de manera uniforme durante el periodo de estudio. Por otro lado, el índice de diversidad (H') presentó valores bajos, si se compara el número de especies con respecto al número individuos capturados. Lo anterior demuestra la ocurrencia de muchas especies de Scarabaeoidea que están representadas por pocos individuos (Ronqui y Lopes, 2006). Los valores de H' obtenidos en este estudio, son muy semejantes a los reportados por Ronqui y Lopes (2006) y Medri y Lopes (2001b). Sin embargo, fueron mayores a los calculados por Milhomem *et al.* (2003) en los bosques Cerrado de Brasil.

El 71% de las especies fueron capturadas con las trampas de luz, por lo cual la mayoría tienen fototactismo positivo. Sin embargo algunas especies de Aphodiinae (*A. lividus*) y Scarabaeinae (*C. borinquenses* y *C. parva*) coprófagos fueron capturadas exclusivamente con las trampas de caída y NTP- 80. La abundancia que se observó en las trampas de caída es producto de la forma como pocas especies utilizan recursos alimentarios efímeros como la carroña y el excremento (Carrillo y Morón, 2003). La eficacia de las trampas utilizadas en este estudio, arrojó resultados positivos a nivel genérico y específico, convirtiéndolas en un mecanismo importante para coleccionar los especímenes de esta superfamilia. Por otro lado, *S. crenatus* sería difícil su captura con las trampas utilizadas y se hace indispensable la recolecta manual, ya que se alimenta de madera muerta y esta restringida al interior de troncos en descomposición. Este grupo de coleópteros saproxilófagos estrictos permanecen activos a lo largo del año por que su hábitat es prácticamente estable (Carrillo y Morón,

2003). La ausencia de individuos en meses como octubre (sitio 1), abril y julio (sitio 2) se debe al método de colecta empleado

El patrón temporal que se observó en la estructura y composición de las especies de Scarabaeoidea se debe a las características del ciclo vital y el patrón fenológico de cada una de las especies capturadas. Las especies de Melolonthidae tienen un comportamiento univoltino y las otras familias tienen ciclo multivoltino. Esto permite explicar las fluctuaciones de los Scarabaeoidea en los parches de bosque. Además, las especies de Melolonthidae prefieren los meses secos y cálidos como mayo y junio. Esto coincide con la época donde las plantas renuevan follaje, empieza la floración y aumento de frutos en descomposición y el promedio de precipitación es inferior a 100 mm (Morón, 1994; Carrillo y Morón, 2003). Por otro lado, existe otro grupo de Scarabaeoidea que inicia su actividad cuando la precipitación excede los 200 mm y esto sería la causa del aumento en la riqueza que se observó en el mes de agosto. La baja riqueza en abril se debe a la poca actividad de algunas especies por la baja precipitación; mientras que en septiembre el aumento de las lluvias provocó un descenso en la diversidad de Scarabaeoidea. Los resultados obtenidos concuerdan con los propuestos por Morón (1994) para la zona de Otongo, México.

Se observó una ligera estacionalidad en la abundancia, a pesar de que no se encontró una correlación positiva con la precipitación. Con la llegada de las lluvias fuertes en agosto se observó un aumento en la captura, ya que esta variable está relacionada con un conjunto de factores que garantizan la reproducción y desenvolvimiento postembrionario de estos escarabajos (Ronqui y Lopes, 2006). Los resultados de este estudio concuerdan con los propuestos por Ronqui y Lopes (2006) y Flechmann *et al.* (1995), quienes describen mayor

densidad poblacional de escarabajos lamelicornios cuando empieza la estación lluviosa, utilizando trampas de luz.

La mayor actividad de especies como *Phyllophaga vandinei* y *P. citri* en meses cálidos como mayo y junio se debe a las lluvias de verano. En esta época, los insectos rizófagos-filófagos estrictos y facultativos aumentan su actividad, tal como lo describe Morón (1994). Los picos de actividad de los Scarabaeinae entre junio y agosto y cuando la lluvia decrece en los meses de noviembre y diciembre se debe al comportamiento reproductivo de las especies o la existencia de un recurso alimenticio en especial. Por lo tanto, este tipo de estrategias de sobrevivencia, permiten que las actividades de reproducción ocurran en condiciones ideales de temperatura, precipitación y humedad relativa, favoreciendo la abundancia de oferta de alimento (Ronqui y Lopes, 2006). Por otro lado, las variables que se midieron en este estudio no son un factor importante para explicar la estructura y composición de los Scarabaeoidea en los remanentes de bosques del RUM; tal como lo demuestra la baja correlación encontrada en este trabajo. Las variaciones se deben a una estrategia para alternarse a lo largo del año con el fin de permitir la coexistencia de especies y de esta forma disminuir la competencia por el recurso (Hanski y Cambefort, 1991). Esto último es uno de los factores que controlan la estacionalidad de los insectos en los bosques tropicales (Wolda 1988; citado por Escobar y Chacón, 2000).

La abundancia de Scarabaeoidea en los remanentes de bosque del RUM esta representada por cinco especies: *C. andyi*, *C. taino*, *C. borinquensis*, *P. vandinei* y *P. citri*. Las tres primeras pertenecen al grupo de las copro-necrófagas y los periodos de actividad de estas especies no se solapan con el fin de evitar la competencia por el recurso. *C. andyi* y *C.*

taino presentaron dos picos de abundancia, lo que demuestra que estas especies son multivoltina. Esto, hace posible la captura de individuos durante la mayor parte del año. *C. borinquenses* mostró una leve variación durante dos meses diferentes. Este patrón concuerda con el establecido para las dos primeras especies de Scarabaeinae. Los rizófagos–filófagos como *P. vandinei* presentó su mayor actividad en el mes de abril cuando las precipitaciones son bajas. Por otro lado, *P. citri* presentó los mayores valores cuando empiezan las lluvias de verano en mayo y el comienzo de las fuertes lluvias en agosto. Durante los muestreos se observó un solo pico de actividad para ambas especies. Este patrón concuerda con el reportado por Buss (2006), para las especies de *Phyllophaga* capturadas en la Florida. Esto propicia la concentración de adultos en la época mas favorable para la reproducción y el desarrollo inicial de las larvas, con el fin de aprovechar los recursos alimentarios que tienen una distribución espacio- temporal homogénea y constante (Alcázar *et al.*, 2003).

El número de Scarabaeoidea capturadas en el área de estudio es inferior a los reportados en trabajos realizados por Morón (1994), Carrillo y Morón (2003), Reyes y Morón (2005) en México. Ronquis y Lopes (2006), también reportan un mayor número de individuos capturados con trampas de luz y colecta manual en Brasil.

La condición univoltina de las especies de Melolonthinae (*P. vandinei* y *P. citri*) y la multivoltina de los Scarabaeinae (*C. andyi*, *C. taino*, *C. borinquenses*) juegan un papel importante a la hora de discriminar los patrones temporales observados en este estudio. La mayor actividad de *P. vandinei* durante las lluvias de verano contribuye en forma considerable a tipificar esta época. Además, la presencia de individuos adultos de las especies de Scarabaeinae durante la mayoría de los muestreos también tipifican las

respectivas épocas. Cada una de estas especies tiene unas preferencias ecológicas y patrones fenológicos. Por lo tanto, la actividad de los adultos disminuye la competencia entre las respectivas especies (Carrillo y Morón, 2003). Además, lo anterior influye en que la equitabilidad de las épocas no sea igual, ya que algunas especies contribuyen de manera significativa con su abundancia. Esto permitió observar que la forma de las curvas no fuera igual para cada una de las épocas.

Las curva de acumulación, sugieren que los esfuerzos de colecta fueron 100% eficientes para caracterizar la fauna de Scarabaeoidea en el área de estudio con las técnicas utilizadas. Las curvas empiezan a estabilizarse entre el cuarto y quinto muestreo en los dos sitios. Los estimadores calculados; en especial singleton, revelaron que a nivel local se capturó el mayor porcentaje de especies y para lograr aumentar este número se debe ampliar el área de cobertura de este estudio. Las trampas de luz, las NTP- 80 y las de caída son fiables para estimar la riqueza de Scarabaeoidea en los fragmentos de bosque del RUM. Se recomienda el uso simultáneo de estas técnicas en estos remanentes para estimar la riqueza de Scarabaeoidea.

7. CONCLUSIONES

- Las familias capturadas en este estudio representan el 48.3% de las reportadas para Puerto Rico; mientras que las especies de Scarabaeoidea constituyen el 41.2% de las especies mencionadas para la isla.
- Las familias de Coleoptera capturadas en este estudio han sido descritas para Mayagüez, al igual que la gran mayoría de las especies de Scarabaeoidea con excepción de *Spasalus crenatus*, *Canthochilum borinquenses*, *C. taino*, *C. andyi* y *Dyscinetus picipes*.
- La riqueza y abundancia de las familias de Coleoptera y de las especies de Scarabaeoidea es bastante representativa; por lo cual los fragmentos de bosques del RUM son una alternativa de refugio que contribuyen a mantener parte de la fauna original. De esta forma se hace indispensable mantener estos lugares y contribuir a su conservación.
- La estructura y composición tanto a nivel de especies, como de familias, es muy similar entre los dos sitios estudiados; reindicando que los fragmentos estudiados están conectados. Además, la similitud en la composición florística, régimen de precipitaciones, temperatura y humedad, también contribuyen a que la mayoría de las familias y especies sean comunes en ambos lugares.
- La mayor riqueza de familias y especies se capturó en las trampas de luz, mientras que en las trampas de caída se capturó el mayor número de individuos. El uso de estas

técnicas permitió obtener un estudio representativo de la composición y estructura a nivel de familias y de especies.

- Las familias Curculionidae Staphylinidae, Nitidulidae, Scarabaeidae e Hydrophilidae y las especies *C. andyi*, *C. taino*, *C. borinquenses*, *P. vandinei* y *P. citri* representan la abundancia de la fauna de Coleoptera en los remanentes de bosques del RUM
- La riqueza y abundancia de los grupos funcionales de los coleópteros esta representada en su gran mayoría por herbívoros de carácter generalistas, detritívoros y depredadores.
- Se observó un patrón temporal en la estructura y composición de las especies de Scarabaeoidea; debido a las características de sus ciclos vitales y el patrón fenológico de cada una de las especies capturadas.
- La riqueza y abundancia a nivel de familias, como de especies no presentó una correlación significativa con la temperatura, precipitación y humedad relativa. Se debe tener en cuenta otros parámetros la fenología de la vegetación y la cantidad de hojarasca para explicar la composición y estructura de la coleopterofauna.
- Las variaciones que se presentaron en la abundancia y riqueza a nivel de familias entre los meses de muestreo se debe a una estrategia para alternarse a lo largo del año el recurso. Esto último es uno de los factores que controlan la estacionalidad de los insectos en los bosques tropicales
- Los resultados de los estimadores de familias y especies revelaron que a nivel local se capturó el mayor porcentaje de taxones con la técnicas de captura utilizadas.

8. SUGERENCIAS

- Aumentar el área de cobertura en futuros trabajos que se piensen realizar en los fragmentos de bosques del sector de Mayagüez y de toda la parte oeste de la isla con el fin de tener un mayor análisis sobre la estructura y composición de los taxones estudiados.
- Aumentar el tiempo de muestreo para tener un conocimiento más puntual de su dinámica poblacional en los remanentes de bosques del RUM y otros fragmentos que se encuentren en la isla.
- Se sugiere utilizar un mayor número de trampas de luz con el fin de establecer diferencias en la estructura y composición de las familias del orden Coleoptera y las especies de Scarabaeoidea en los diferentes fragmentos que se quieran estudiar en un futuro.
- Para futuras correlaciones tener en cuenta otras variables adicionales como la fenología de la vegetación, dinámica temporal de la cantidad de hojarasca y estructura del suelo.

9. BIBLIOGRAFÍA

Adis, J. 1987. Extraction of arthropods from Neotropical soils with a modified Kempson apparatus. *Journal of Tropical Ecology* 3 (2): 131- 138.

Adis, J.; J. W. De Morais, E. F. Ribeiro y J. C. Ribeiro. 1989. Vertical distribution and abundance of arthropods from white sand soil of a Neotropical Campinarama forest during the rainy season. *Studies on Neotropical Fauna & Environment* 24 (4): 193- 200.

Ahrens, D. 2005. Illustrated key of phytophagous scarabs of the Chitwan Region (Nepal) including figures of adults of white grubs recorded in the IPM project Identification of white grub species in Nepal“ NE36 (43636) version 1.2 July 2005. 22p.

Aide, T. M., J. K. Zimmerman, L. Herrera, M. Rosario y M. Serrano. 1995. Forest recovery in abandoned tropical pastures in Puerto Rico. *Forest Ecology and Management* 77: 77-86.

Alcázar-Ruiz, J., A. Morón y M. A. Morón. 2003. Fauna de Coleoptera Melolonthidae de Villa Las Rosas, Chiapas, México. *Acta Zoológica Mexicana* 88: 59-86.

Amézquita, S. J., A. Forsyth, A. Lopera T. y A. Camacho. 1999. Comparación de la composición y riqueza de especies de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) en remanentes de bosque de la Orinoquía Colombiana. *Acta Zoologica Mexicana* (n.s.) 76: 113-126.

Andreazze, R. y C. R. V. Fonseca. 1998. Dinastíneos (Coleoptera, Scarabaeoidea, Melolonthidae) em uma area de terra firme na Amazonia Central, Brasil. *Acta Amazónica* 28 (1): 59- 66.

Andreazze, R. y C. S. Motta. 2002. Besouros dinastíneos (Coleoptera, Scarabaeidae, Dynastinae) de Querari, município de São Gabriel da Cachoeira, Estado do Amazonas, Brasil. *Acta Amazónica* 32 (4): 725-727.

Andresen, E. 2005. Interacción entre primates, semillas y escarabajos coprófagos en bosques húmedos tropicales: un caso de diplocoria. *Universidad y Ciencia. Número Especial II*: 73-84.

Andrew, N. R. y L. Hughes. 2004. Species diversity and structure of phytophagous beetle assemblages along a latitudinal gradient: predicting the potential impacts of climate change. *Ecological Entomology* 29: 527-542.

Andrew, N. R. y L. Hughes. 2005. Herbivore damage along a latitudinal gradient: relative impacts of different feeding guilds. *Oikos* 108, 176-182.

- Aragón-García, A. A., M. Á. Morón, J. F. López-Olguín y L. M. Cervantes-Peredo. 2005. Ciclo de vida y conducta de adultos de cinco especies de *Phyllophaga* HARRIS, 1827 (Coleoptera: Melolonthidae; Melolonthinae). *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 21 (2): 87-99.
- Aragón, A., M. A. Morón, A. M. Tapia y R. Rojas. 2001. Fauna de Coleoptera Melolonthidae en el rancho “La Joya”, Atlixco, Puebla, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 83: 143-164.
- Arce- Pérez, R. y R. E. Roughley. 1999. Lista anotada y claves para los Hydradeephaga (Coleoptera: Adephaga: Dytiscidae, Noteridae, Haliplidae, Gyrinidae) de México. *Dugesiana* 6 (2): 69- 104.
- Arrelano, L. y G. Halffter. 2003. Gamma diversity: derived from and a determinant alpha diversity and beta diversity. An analysis of three forest tropical landscapes. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 90: 27- 76.
- Barberena-Arias, M. F.y A. M. Aide. 2003. Species diversity and trophic composition of litter insects during plant secondary succession. *Caribbean Journal of Science* 39 (2): 161–169.
- Barbero, E., C. Palestini y A. Rolando. 1999. Dung beetle conservation: effects of habitat and resource selection (Coleoptera: Scarabaeoidea). *Journal of Insect Conservation* 3: 75 84.
- Barbosa, V. S., I. R. Leal, L. Iannuzzi y J. Almeida-Cortez. 2005. Distribution pattern of herbivorous insects in a remnant of Brazilian Atlantic forest. *Neotropical Entomology* 34 (5): 701-711.
- Barbosa, O. y P. A. Marquet. 2002. Effects of forest fragmentation on the beetle assemblage at the relict forest of Fray Jorge, Chile. *Oecologia* 132: 296-306.
- Basset, Y. 2000. Insect herbivores foraging on seedlings in an unlogged rain forest in Guyana: spatial and temporal considerations. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 35: 115-129.
- Bertone, M., J. Green, S. Washburn, M. Poore, C. Sorenson, y D.W. Watson. 2005. Seasonal Activity and Species Composition of Dung Beetles (Coleoptera: Scarabaeidae and Geotrupidae) Inhabiting Cattle Pastures in North Carolina. *Annals of the Entomological Society of America* 98 (3): 309-321.
- Beutel, R. G. y F. Haas 2000. Phylogenetic relationships of the suborders of Coleoptera (Insecta). *Cladistics* 16: 103- 141.

- Bolger, D. T., A. V. Suárez, K. R. Crooks, S. A. Morrison y T. J. Case. 2000. Arthropods in urban habitat fragments in southern California: area, age, and edge effects. *Ecological Applications* 10 (4): 1230–1248.
- Borghesio, L., C. Palestini y P. Passerin- d'Entrèves. 2001. The dung beetles of Gran Paradiso National Park: a preliminary analysis (Insecta: Coleoptera: Scarabaeoidea). *Journal of Mountain Ecology* 6: 41- 48.
- Borges, P. A. V. y V. K. Brown. 2003. Estimating species richness of arthropods in Azorean pastures: the adequacy of suction sampling and pitfall trapping. *Graellsia* 59 (2-3): 7-24.
- Borror, D. J., C. A. Triplehorn y N. F. Johnson. 1989. An introduction to the study of insects. Sixth Edition. Saunders College Publishing, New York, 875 p.
- Bousquet, Y. 1990. Beetles associated with stored products in Canada: An identification guide. Biosystematics Research Centre Ottawa, Ontario. Research Branch Agriculture Canada Publication 1837. 215 p.
- Boving, A. G. 1942. Descriptions of the larvae of some West Indian Melolonthinae beetles and a key to the known larvae of the tribe. *Proceedings of the United States National Museum* 92: 167-176.
- Briones, R. y V. Jerez. 2004. Coleopteros asociados al follaje y fenología de *lithrea caustica* (MOL.) (Anacardiaceae) en un fragmento de bosque costero, VIII Región, Chile. *Gayana (Concepc.)* 68 (1): 43-52.
- Browne, D. J. y C. H Scholtz. 1995. Scarabaeiformia. Scarabaeoidea. Scarabs, stag beetles, dung beetles, rain beetles, etc. Version 01 January 1995 (under construction). <http://tolweb.org/Scarabaeoidea/9077/1995.01.01> in The Tree of Life Web Project, <http://tolweb.org/>
- Buss, E. 2006. Flight activity and relative abundance of phytophagous scarabs (Coleoptera: Scarabaeoidea) from two locations in Florida. *Florida Entomologist*. 89 (1): 32- 40.
- Cambeftort, Y. 1991. Biogeography and Evolution. In: *Dung beetle ecology*. Hanski, I. y Y. Cambeftort eds. Princeton University Press, Princeton. Pp. 51-67.
- Carrillo-Ruiz, H. y M. A. Morón. 2003. Fauna de coleópteros Scarabaeoidea de Cuetzalán del Progreso, Puebla, México. *Acta. Zoológica. Mexicana* 88: 87-121.
- Castillo, M. L. y J. M. Lobo. 2004. A comparison of Passalidae (Coleoptera, Lamellicornia) diversity and community structure between primary and secondary tropical forest in Los Tuxtlas, Veracruz, Mexico. *Biodiversity and Conservation* 13: 1257–1269.

- Cejudo-Espinosa, E. y D. Cuauhtémoc. 2005. Coleoptera necrófilos del bosque de *Pinus hartwegii* del nevado de Toluca, México. *Folia Entomológica Mexicana* 44 (1): 67-73.
- Chalumeau, F. 1981. Un nouveau Pentodontini (Dynastinae) d'Hispaniola: Endroedianibe, n. g. *Bulletin Mensuel de la Société Linéenne de Lyon* 50: 219-22.
- Chalumeau, F. 1982. Contribution à l'étude des Scarabaeoidea des Antilles (III). *Nouvelle Revue d'Entomologie* 12 (4): 321- 345.
- Chalumeau, F. 1983. Batesiana et Martinezia, nouveaux genres d'Eupariini (Coleoptera: Scarabaeidae: Aphodiinae) du nouveau monde. *Bulletin Mensuel de la Société Linéenne de Lyon* 52:142–153.
- Chalumeau, F. 1985. Un Dynastinae des Antilles décrit: Endroedianibe Chalumeau. *Bulletin Mensuel de la Société Linéenne de Lyon* 54: 98-100.
- Chalumeau, F. 1988. Phileurini américains: nouvelle espèce, notes et synonymie (Coleoptera, Scarabaeidae). *Nouvelle Revue d'Entomologie* (n.s) 5: 397-400.
- Chalumeau, F. y H. Özdikmen. 2006. *Martineziana* nom. nov., a replacement name for the preoccupied genus name *Martineziella* Chalumeau, 1986 (Coleoptera: Scarabaeidae). *Munis Entomology & Zoology* 1 (1): 69-70.
- Chapin, E. A. 1935. New species of Scarabaeidea (Coleoptera) from Puerto Rico and the Virgin Islands. *Journal of Agriculture, University of Puerto Rico* 19: 67-71.
- Choate, P.M. 2001. Manual for the identification of the ground beetles (Coleoptera: Carabidae) (including tiger beetles) of Florida. ©. 40 p.
- Christie, F. J., y D. F. Hochuli. 2005. Elevated levels of herbivory in urban landscapes: are declines in tree health more than an edge effect? *Ecology and Society* 10(1): 10. [Online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol10/iss1/art10/>.
- Clarke K. R., y R. M. Warwick. 2001. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation, 2nd ed. PRIMER-E, Plymouth, United Kingdom.
- Colwell, R. K. 2005. EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples. Versión 7.5. Guía de usuario y aplicación disponibles en: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/EstimateS>.
- Colwell, R. K. y J. A. Coddington. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society (Series B)* 345: 101-118.

Costa, C. 2000. Estado del conocimiento de los Coleoptera Neotropicales, p. 99-114. In: F.M. Piera, J.J. Morone & A. Melic (Eds). Hacia um proyecto CYTED para el inventario y estimación de la diversidad entomológica em Iberamérica: PrIBES2000. Zaragoza, Gorfi, 326p.

Crowson, R. A. 1981. The biology of Coleoptera. London, Academic Press Inc. (London) Ltd., xii + 802 p.

Davis, A. J., J. D. Holloway, H. Huijbregts, J. Krikken, A. H. Kirk-Spriggs y S. L. Sutton. 2001. Dung beetles as indicators of change in the forests of Northern Borneo. *The Journal of Applied Ecology* 38: 593-616.

Davies, J. G., N. E. Stork, M. J. D. Brendell y S. J. Hine. 1997. Beetle species diversity and faunal similarity in Venezuelan rainforest tree canopies. p. 85-103. In: N. E. STORK; J. ADIS & R. K. DIDHAM (eds.). *Canopy arthropods*. London, Chapman & Hall, 567 p.

Dechambre, R. P. 1979. Nouveaux Dynastidae Pentodontini Américains (Coleoptera Scarabaeoidea). *Revue Française d'Entomologie (NS)* 1 (3): 101- 103.

Delgado, L. y J. Márquez. 2006. Estado del conocimiento y conservación de los coleópteros Scarabaeoidea (insecta) del estado de Hidalgo, México. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)* 22 (2): 57-108.

Didham, R.K., J. Ghazoul, N.E. Stork y A.J. Davis. 1996. Insects in fragmented forests: A functional approach. *TREE* 11: 255-260.

Didham, R. K., P.M. Hammond, J.H. Lawton y N.S. Peggletton 1998. Beetles species responses to tropical forest fragmentation. *Ecology. Monographs* 68: 295- 323.

Dirzo, R. 1990. La biodiversidad como crisis ecológica actual “qué sabemos”? *Ciencias (Nº Especial)* 4: 48- 55.

Dirzo, R. y A. Miranda 1990. Contemporary Neotropical defaunation and forest structure, function and diversity- A sequel to John Terborgh. *Conservation Biology* 4 (4): 444- 447.

Dorval, A. y O. Peres-Filho. 2001. Levantamento e flutuação populacional de coleópteros em Vegetação do cerrado da Baixada Cuiabana, MT. *Ciência Florestal* 11 (20): 171-182.

Duraes, R., M. Waldney y Vaz-de-Mellos. 2005. Dung beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) assemblages across a natural forest-cerrado ecotone in Minas Gerais, Brazil. *Neotropical. Entomology* 34 (5): 721-731.

Dutra, R. R. C. y R. D. Miyazaki. 1995. Famílias de Coleoptera capturadas com armadilha malaise em duas localidades da Ilha do Mel, Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil. *Arquivos de Biologia e Tecnologia*, Curitiba 38 (1): 175-190.

Endrödi, S. 1966. Monographie der Dynastinae (Coleoptera: Lamellicornia) I Teil. *Entomologische Abhandlungen Museum Tierkunde, Dresden*, Bd. 33: 1-457.

Erwin, T. L. 1983. Tropical forest canopies: The last biotic frontier. *Bulletin of the Entomological Society of America* 29: 14-19.

Escobar, F. 1994. Excremento, coprófagos y deforestación en bosques de montaña al sur occidente de Colombia. Tesis de Pregrado. Universidad del Valle, Cali, Colombia.

Escobar, F. 1997. Estudio de la Comunidad de Coleópteros (Scarabaeidae) en un Remanente del Bosque Seco del Norte del Tolima, Colombia. *Caldasia* 19 (3): 419-430.

Escobar, F. 2000a. Diversidad de coleópteros coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) en un mosaico de hábitat en la Reserva Natural Nukak, Guaviare, Colombia. *Acta Zoológica Mexicana* (ns) 79: 103-121.

Escobar, F. 2000b. Diversidad y distribución de los escarabajos del estiércol (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de Colombia. P. 197- 210 In: F.M. Piera, J.J. Morone & A. Melic (Eds). *Hacia un proyecto CYTED para el inventario y estimación de la diversidad entomológica en Ibero América: PrIBES2000*. Zaragoza, Gorfi, 326p.

Escobar, F. y P. Chacón. 2000. Distribución espacial y temporal en un gradiente de sucesión de la fauna de coleópteros coprófagos (Scarabaeinae Aphodiinae) en un bosque tropical montano, Nariño-Colombia. *Revista de Biología Tropical* 48 (4): 961-975.

Escobar, F. y C. Medina. 1996. Coleópteros Coprófagos (Coleóptero: Scarabaeidae) de Colombia.: Estado Actual de su Conocimiento. En Andrade, G., Amat, G. Y F. Fernandez (Eds.) *Insectos de Colombia*. Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.

Estrada, A. y R. Coates-Estrada. 2002. Dung beetles in continuous forest, forest fragments and in an agricultural mosaic habitat island at Los Tuxtlas, Mexico. *Biodiversity and Conservation* 11: 1903–1918.

Evans, A. V. y A. B. T. Smith. 2005. An Electronic Checklist of the New World Chafers (Coleoptera: Scarabaeidae: Melolonthinae). Version 1. Electronically published, Ottawa, Canada. 344 pp.

Ezcurra, E. 1990. ¿Por que hay tantas especies raras? La riqueza y rareza biológicas en las comunidades naturales. Ciencias (N° Especial) 4: 82- 88.

Ferreira, R.L. y M. M. Marques. 1998. A fauna de Artrópodes de Serrapilheira de áreas de monocultura con *Eucalyptus sp* e mata secundária heterogegénea. Anais da Sociedad Entomológica do Brasil 27 (3): 395- 403.

Flechtmann, C. A. H., S. R. Rodrigues y H. T. Z. Couto. 1995. Controle biológico da mosca-doschifres (*Haematobia irritans irritans*) em Selvíria, Mato Grosso do Sul. Comparação entre métodos de coleta de besouros coprófagos (Scarabaeidae). Revista Brasileira de Entomología 39 (2): 259- 276.

Fortes, C. 2004. Diversidade de Coleoptera do Solo: Estudo de Caso Parque Baía das Pedras – SESC Pantanal, Poconé-MT Brasil. 95- 110: Curso de Ecologia de Campo, 2004. C. Tasso-Callil; J. M. Ferreira (organizadores). – Cuiabá, MT: s. ed.,2004. 147 p.

Franqui, R. A., J. A. Santiago-Blay, S. Medina- Gaud y E. Abreu. 1997. The “museo de entomologia y biodiversidad tropical” of the agricultural experiment station, University of Puerto Rico. Florida Entomologist 80 (4): 490- 492.

Fuente, J. A. de la. 1994. Zoología de Artrópodos. Interamericana. Madrid. 805 p.

Galindo-Cardona, A. 2003. Bess Beetle (Coleoptera: Passalidae) fauna of Puerto Rico. Coleopterists Bulletin 57 (1): 105-107.

Ganho, N. G. y 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. Revista Brasileira de Zoologia 20 (4): 727-736.

Ganho, N. G. y R. C. Marinoni. 2005. A diversidade inventarial de Coleoptera (Insecta) em uma paisagem antropizada do Bioma Araucária. Revista Brasileira de Zoologia 49 (4): 535-543.

Ganho, N. G. y R. C. Marinoni. 2006. A variabilidade espacial das famílias de Coleoptera (Insecta) entre fragmentos de Floresta Ombrófila Mista Montana (Bioma Araucária) e plantação de *Pinus elliottii* Engelman, no Parque Ecológico Vivat Floresta, Tijucas do Sul, Paraná, Brasil. Revista Brasileira de Zoologia 23 (4): 1159–1167.

García-Cárdenas, R., I. Armbrrecht y P. Ulloa-Chacon. 2001. Staphylinidae (Coleoptera): Composición y mirmecofilia en bosques secos relictuales de Colombia. Folia Entomológica Mexicana 40 (1): 1-10.

García, R. y P. Chacón de Ulloa. 2005. Estafilínidos (Coleoptera: Staphylinidae) en fragmentos de bosque seco del valle geográfico del río Cauca. *Revista Colombiana de Entomología* 31 (1): 43-50.

García, J. C. y 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.

Gibb, H. y D. F. Hochuli. 2002. Habitat fragmentation in an urban environment: Large and small fragments support different arthropod assemblages. *Biology Conservation* 106: 91-100.

Gillogly, A. R y M. A. Ivie. 2005. Provisional Key to the Genera of West Indian Passalidae. <http://virgin.msu.montana.edu/WestIndies/Polyphaga/Scarabaeoidea/Passalidkey.html>.

Giraldo, A. y G. A. Arellano. 2003. Resiliencia de la comunidad epígea de Coleoptera en las Lomas de Lachay después del evento el niño 1997-98. *Ecología Aplicada* 2 (1): 60- 68.

Giraldo, A. y G. Arellano. 2002. Equivalencia entre series temporales de diversidad para dos niveles taxonómicos. *Ecología Aplicada* 1 (1): 43- 49.

Gnaspini, P.; R.B. Francini- Filho y M.R. Burgierman 2000. Abundance seasonal activity of beetles (Coleoptera) in an Atlantic forest reservation in Sao Paulo City (Brazil). *Revista Brasileira de Zoologia* 44 (3-4): 115- 127.

Goehring, D. M., G. C. Daily y Ç.H. Squekerçioğlu. 2002. Distribution of ground-dwelling arthropods in tropical countryside habitats. *Journal of Insect Conservation* 6: 83–91.

Gomes de Oliveira, H., T. V. Zanuncio, J. C. Zanuncio y G. P. Santos. 2001. Coleópteros associados à eucaliptocultura na região de Nova Era, Minas Gerais, Brasil. *Ciencia Florestal* 8 (1): 52– 60.

Grebennikov, V. V. y C. H. Scholtz. 2004. The basal phylogeny of Scarabaeoidea (Insecta: Coleoptera) inferred from larval morphology. *Invertebrate Systematics* 18: 321–348.

Greze, A. A. y T. Zaviezo. 2002. Efectos inmediatos de la fragmentación del hábitat sobre la abundancia de insectos en alfalfa. *Ciencia e Investigación Agraria* 29 (1): 29- 34.

Greze, A. A., T. Zaviezo y S. Reyes. 2004. Short-term effects of habitat fragmentation on the abundance and species richness of beetles in experimental alfalfa microlandscapes. *Revista Chilena de Historia Natural* 77: 547-558.

Halfpeter, G. 1987. Biogeography of the montane entomofauna of Mexico and Central America. *Annual Review of Entomology* 32: 95- 114.

Halffter, G. 1991. Historical and ecological factors determining the geographical distribution of beetles (Coleoptera: Scarabaeidae Scarabaeinae). *Folia Entomológica Mexicana* 82: 195-238.

Halffter, G., M. E. Favila y L. Arellano. 2000. Spatial distribution of there groups of Coleoptera along an altitudinal transect in the Mexican transition zone and its biogeogrraphical implications. *Elytron* 9: 151-185.

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.y J. F. Lawrence.1989. Mycophagy in insects: a summary. In: Insect–fungus interactions: 14th 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.

Hanski, I. y Y. Cambefort. 1991. Resource partitioning. p. 331- 349. In I. Hanski & Y. Cambefort (eds.). *Dung beetles ecology*. Princeton University, New Jersey.

Henle, K.; K. Davies, M. Kleyers, CH. Margules y J. Settele 2004. Predictors of species sensitivity to fragmentation. *Biodiversity and Conservation*. 13: 207- 251.Hogue, C.L. 1993. *Latin American insects and entomology*. Berkley, University of California Press, xiv + 536 p.

Howden, H.F. 1982. Larval and adult characters of *Frickius* Germain, its relationship to the *Geotrupini*, and a phylogeny of some major taxa in the *Scarabaeoidea* (Insecta: Coleoptera). *Canadian Journal of Zoology* 60: 2713-2724.

Hutcheson, J. 1990. Characterization of terrestrial insect communities using Malaise trapped Coleoptera. *Ecological Entomology* 15: 143-151.

Hutcheson, J. 1999: Characteristics of Mapara insect communities as depicted by Malaise trapped beetles: changes with time and animal control. *Science for Conservation* 135. 21 p.

Hutcheson, J. A. y M. O. Kimberley. 1999. A pragmatic approach to characterising insect communities in New Zealand: Malaise trapped beetles. *New Zealand Journal of Ecology* 23 (1): 69-79.

Hutton, S. A. y P. S. Giller. 2003. The effects of the intensification of agriculture on northern temperate dung beetle communities. *Journal of Applied Ecology* 40: 994–1007.

Iannuzzi, L., A. C. D. Maia, C. E. B. Nobre, D.K. Suzuki y F.J. de A. Muniz. 2003. Padrões locais de diversidade de Coleoptera (Insecta) em vegetação de caatinga, p.367- 389. In I.R. Leal, M. Tabarelli & J.M.C. da Silva (eds), Ecologia e conservação da caatinga. Recife, Editora Universitária da UFPE, 804p.

InfoStat. 2005. InfoStat versión 2005. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt- IAVH. 2002. Caracterización Biológica de la Región de Sisavita, Municipio de Cucutilla, Norte de Santander. Caracterización Biológica de Sisavita - Grupo GEMA, IAVH, Programa de inventarios de biodiversidad Villa de Leyva, 46 p.

Iturre, M., M., E. Darchuck y L. Diodato. 1995. Relevamiento y fluctuación de coleópteros presentes en plantación experimental de *Eucalyptus tereticornis* en Santiago del Estero. Quebracho (3): 58– 64.

Ivie, M. A. y B. C. Ratcliffe. 1999. West Indian Dynastinae.
<http://virgin.msu.montana.edu/WestIndies/Polyphaga/Scarabaeoidea/Scarabaeidae/Dynastinae/frame.html>.

Jameson, M. L. y B. C. Ratcliffe. 1999a. Guide to the genera of New World pleurostict scarab beetles.
<http://www-museum.unl.edu/research/entomology/guide/index4>.

Jameson, M. L. y B. C. Ratcliffe. 1999b. [NSF/PEET: Systematics Studies of New World Scarab Beetles](http://www-museum.unl.edu/research/entomology/peet2). <http://www-museum.unl.edu/research/entomology/peet2>

Jameson, M. L. y B. C. Ratcliffe. 1999c. Team Scarab in Venezuela.
<http://www-museum.unl.edu/research/entomology/Venezuela>.

Jameson, M. L. y B. C. Ratcliffe. 2002. Chapter 29. Series Scarabaeiformia Crowson 1960, Superfamily Scarabaeoidea Latreille 1802, The Scarabaeoid Beetles. In, Arnett and Thomas (eds.), American Beetles: A Handbook of the Beetles of Nearctic America. CRC Press.

Janzen, D. 1983. Seasonal changes in abundance of large nocturnal dung beetles (Scarabaeidae) in Costa Rica deciduous forest and adjacent horse pasture. Oikos 33: 274-283.

Jerez, V. 2000. Diversidad y patrones de distribución geográfica de insectos Coleópteros en ecosistemas desérticos de la región de Antofagasta, Chile. Revista Chilena Historia Natural 73 (1): 9-18.

Joly, L. J. y H. Escalona. 2002. Review of the genus *Chalepides* Casey, 1915 (Coleoptera: Scarabaeidae: Dynastinae: Cyclocephalini). *Entomotropica* 17 (1): 37-90.

Klein, B. 1989. Effects of forest fragmentation on dung and carrion beetle communities in Central Amazonia. *Ecology* 70:1715–1725.

Kohlmann, B. y M. A. Morón. 2003. Análisis histórico de la clasificación de los Coleoptera Scarabaeoidea o Lamellicornia. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 90: 175-280.

Koller, W. W., A. Gomes, C. A. Flechtmann, S.R. Rodrigues, I. Bianchin y M. R. Honer. 1997. Ocorrência e sazonalidade de besouros copro/necrófagos (Coleoptera; Scarabaeidae), em massas fecais de bovinos, na região de Cerrados Do Mato Grosso Do Sul. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 48: 1-5.

Koller, W. W., A. Gomes, S. R. Rodrigues y R. G. Alves. 1999. Besouros coprófagos (Coleoptera; Scarabaeidae) coletados em Campo Grande, MS, Brasil. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 28 (3): 403- 412.

Krebs, C.J. 1998. *Ecological methodology*. New York, Benjamin/Cummings Publishers, 620p.

Kristensen, N. 1999. Phylogeny of endopterygote insects, the most successful lineage of living organisms. *European Journal of Entomology* 96: 237-253.

Lachat, T., S. Attignon, G. Djego, P. Nagel, B. Sinsin y R. Peveling. 2006. Arthropod Diversity in Lama Forest Reserve (South Benin), a Mosaic of Natural, Degraded and Plantation Forests. *Biodiversity and Conservation* 15 (21): 3-23.

Larsen. T. H. y A. Forsyth. 2005. Trap Spacing and Transect Design for Dung Beetle Biodiversity Studies1. *Biotropica* 37 (2): 322–325.

Lassau, S. A., D. F. Hochuli, G. Cassis y Ch. A. M. Reid. 2005. Effects of habitat complexity on forest beetle diversity: do functional groups respond consistently? *Diversity and Distributions* (Diversity Distrib.) 11: 73–82.

Laurance, W. F., T. E. Lovejoy, H. L. Vasconcelos, E. M. Bruna, R. K. Didham, P. C. Stouffer, C. Gascon, R. O. Bierregaard, S. G. Laurance y E. Sampaio. 2002. Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: a 22-year investigation. *Conservation Biology* 16: 605-618.

Lawrence, J. F. y E. B. Britton. 1991. Coleoptera (beetles). In C.S.I.R.O. (ed.), *Insects of Australia*. 2nd Edition. Volume 2, 543-683. Carlton: Melbourne University Press

Lawrence, J.F. y E. B. Britton.1994. Australian Beetles. Melbourne University Press, Melbourne. 192 p.

Lawrence, J.F., A.M. Hastings, M. J. Dallwitz, T. A. Paine y 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. y A. F. Newton. 1982. Evolution and classification of beetles. Annual Review of Ecology and Systematics 13: 261-290.

Lawrence, J.F. y A. F. Newton. 1995. Families and subfamilies of Coleoptera (with selected genera, notes, references and data on family-group names), Warszawa, Muzeum i Instytut Zoologii PAN 2 (i-vi): 779-1092.

Leng, A. J., y A. J. Mutchler.1914a. A preliminary list of the Coleoptera of the West Indies as recorded to Jan. 1, 1914. Bulletin of the American Museum of Natural History 33: 391-493.

Leng, A. J., y A. J. Mutchler.1914b. Supplement to preliminary list of the Coleoptera of the West Indies. Bulletin of the American Museum of Natural History 33: 191- 220.

Lingafelter, S. W. y C. J. Micheli. 2004. New species of Cerambycidae (Coleoptera) from Puerto Rico with records and notes for other species. Journal New York Entomology Society 112(1):37-55.

Lobo, J. y M. Morón. 1993. La modificación de las comunidades de coleópteros Melolonthidae y Scarabaeidae en dos áreas protegidas mexicanas tras dos décadas de estudios faunísticos. Giornale italiano di Entomologia 6: 391-406.

Lozada, A., I. Fernández y M. Trujillo. 2004. Lista preliminar de los coleópteros (Insecta, Coleoptera) de Topes de Collantes, Trinidad, Sancti Spíritus, Cuba. Boletín. S.E.A. 34: 101 – 106.

Machado, I.C., A.V. Lopes y K.C. Porto. 1998. (eds.) Reserva Ecológica de Dois Irmãos: Estudos em um remanescente de mata Atlântica em área urbana (Recife – Pernambuco – Brasil). Recife, Editora Universitária da UFPE, 326p.

Maddison, D. R. 1998. Neoptera.

<http://phylogeny.arizona.edu/tree/eukaryotes/animals/arthropoda/hexapoda/neoptera.html>

Maddison, D. R. 1999a. Strepsiptera. Twisted-wing parasites

<http://phylogeny.arizona.edu/tree/eukaryotes/animals/arthropoda/hexapoda/strepsiptera/strepsiptera.html>.

- Maddison, D. R. 1999b. Coleoptera. Beetles
<http://phylogeny.arizona.edu/tree/eukaryotes/animals/arthropoda/hexapoda/coleoptera/coleoptera.html>.
- Maes, J. M., B. Ratcliffe y M. L. Jameson. 2003. Catalogo de insectos y artrópodos terrestres de Nicaragua. Coleoptera. Scarabaeidae. Dynastinae. Revista electrónica insectarium virtual. <http://www.insectariumvirtual.com/termiteiro/nicaragua/FAUNA%20ENTOMOLOGICA%20ODE%20NICARAGUA/COLEOPTERA/SCARABAEIDAE/DYNASTINAE.htm>.
- Magurrán, A., 1989. Diversidad ecológica y su medición. Traducción. A.M. Cirer. Barcelona, España. Ediciones Vedral. 200 p.
- Maldonado- Capriles, J. 1982. The genus *Ataenius* (Coleoptera: Scarabaeidae) in Puerto Rico. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico 68 (1): 111- 112.
- Maldonado- Capriles, J. 1996. The status of insect alpha taxonomy in Puerto Rico after the scientific survey. Annals of the New York Academy of Sciences 776 (1): 201–216
- Maldonado-Capriles, J. y C. A. Navarro. 1962. Number of insect species reported from Puerto Rico. Caribbean Journal of Science 2 (1): 22- 26.
- Maldonado-Capriles, J. y C. A. Navarro. 1967. Additions and corrections to Wolcott's «insects of Puerto Rico. Caribbean Journal of Science 7 (1-2): 45- 64.
- Marcano, H., T. M. Aide y D. Baez. 2002. Forest regeneration in abandoned coffee plantations and pastures in the Cordillera Central of Puerto Rico. Plant Ecology 161: 75-87.
- Marchiori, C.H. 2003. Insects (Arthropoda: Insecta) collected on bovine feces after different times of field exposure in Itumbiara, Goias, Brazil. Arquivos do Instituto Biológico São Paulo 70 (3): 377-380.
- Marinho, C.G.S., S.M. Soares y T.M.C. Della Lucia. 1997. Diversidade de invertebrados edáficos em áreas de eucalipto e mata secundária. Acta Biologica Leopoldensia 19: 157-164.
- Marinoni, R. C. y R. R. C. Dutra. 1991. Levantamento da fauna entomológica no estado do Paraná. I. Introdução. Situações climáticas e florísticas de oito pontos de coleta. Dados faunísticos de agosto de 1986 a julho de 1987. Revista Brasileira de Entomologia 8: 31-73.
- Marinoni, R. C. y R. R. C. Dutra. 1997. Famílias de Coleoptera capturadas com armadilha malaise em oito localidades do Estado do Paraná, Brasil. Diversidades alfa e beta. Revista Brasileira de Entomologia 14 (3): 751-770.

Marinoni, R. C. y N. G. Ganho. 2003. A Fauna de Coleoptera en 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. Revista Brasileira de Entomologia 20 (4): 737-744.

Marinoni, R. C. y N. G. Ganho. 2006. A diversidade diferencial beta de Coleoptera (Insecta) em uma paisagem antropizada do Bioma Araucária. Revista Brasileira de Entomologia 50 (1): 64- 71.

Marquis, R. J. y H. E. Braker. 1994. Plant-herbivore interactions: Diversity, specificity, and impact, p.261- 281. In L.A. McDade, K.S.Bawa, H.A. Hespenheide & G.S. Hartshorn (eds.), La Selva, ecology and natural history of a neotropical rain forest. Chicago, The University of Chicago Press, 486p.

Marshall, S. A. 2006. Insects their natural history and diversity. With a photographic guide to insects of eastern North America. New York, A Firefly Books Ltd. 718p.

Martínez, I. y J. P. Lumaret. 2006. Las prácticas agropecuarias y sus consecuencias en la entomofauna y el entorno ambiental. Folia Entomológica Mexicana 45 (1): 57-68.

Martorell, L. F. 1945. A survey of the forest insects of Puerto Rico. Part II. The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico. Agricultural Experiment Station, Rio Piedras, P.R. Page 355-608.

Martorell, L. 1976. Annotated food plant catalog of the insects of Puerto Rico. Agricultural Experiment Station. University of Puerto Rico. Department of Entomology. 303 p.

Matthews. E. G. 1963a. Observations on the ball-rolling behavior of *Canthon pilularius* (L.)(Coleoptera, Scarabaeidae). Psyche 70: 75-93.

Matthews, E. G. 1963b. Description of the larv and pupa of *Cathochilum histeroides* (Harold) with notes on its biology (Coleoptera: Scarabaeidae). Coleopterists' Bulletin 17:110-116.

Matthews. E. G. 1965. The taxonomy, geographical distribution, and feeding habits of the Canthonines of Puerto Rico (Coleoptera: Scarabaeidae). Transactions of the American Entomological Society 91:431-465.

Matthews. E. G. 1966. A taxonomic and zoogeographic survey of the Scarabaeinae of the Antilles (Coleoptera, Scarabaeidae). Memoirs of the American Entomological Society 21:1-312.

Matthews. E. G. 1969. New data on Antillean Scarabaeinae beetles, and two new species from Hispaniola. *Psyche* 76: 114-125.

Medina, C., F. Escobar y G. Kattan. 2002. Diversity and habitat use of dung Beetles in a restored Andean landscape. *Biotropica* 34 (1): 181- 187.

Medina, C. y G. Kattan. 1996. Diversidad de coleópteros coprófagos (Scarabaeidae) de la reserva forestal de Escalerete. *Cespedesia* 21 (68): 89- 102.

Medina, S., L. F. Martorell y J. Maldonado. 2003. Catalogo de los nombres comunes de insectos y acarinos de importancia económica de Puerto Rico. Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez, Estación Experimental Agrícola Río Piedras, Puerto Rico. 149 p.

Medri, I. y J. Lopes. 2001a. Coleopterofauna em floresta e pastagem no norte do Paraná, Brasil, coletada com armadilha de solo. *Revista Brasileira de Entomologia* 18 (Supl.1): 125-133.

Medri, I. y J. Lopes. 2001b. Scarabaeidae (Coleoptera) do Parque Estadual Mata dos Godoy e de área de pastagem, no norte do Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de entomologia* 18 (Supl.1): 135-141.

Mendoza, G. y V. Jerez. 2001. Coleopteros asociados a *Peumus boldus* mol. En la Reserva Nacional Isla Mocha. Chile (Insecta - Coleoptera). *Gayana (Concepc.)* 65 (2): 129-136.

Milhomem, M. S., F. Z. Vaz de Mello y I. R. Diniz. 2003. Técnicas de coleta de besouros copronecrófagos no Cerrado (1). *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Brasília 38 (11): 1249-1256.

Micheli, Ch. J. y E. H. Nearn. 2005. Two new species of *Plectromerus* Haldeman (Coleoptera: Cerambycidae) from the West Indies. *Zootaxa* 1028: 23–36.

Moreno, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M & T- Manuales y tesis SEA, Vol. 1, Zaragoza, 84p.

Morello, J. y A. F. Rodríguez. 2001. Funciones educativas de las manchas de naturaleza en las ciudades y sus bordes: el caso de Buenos Aires. Ponencia presentada en las Primeras Jornadas Nacionales sobre Reservas Naturales Urbanas, Organizado por Aves Argentinas, agosto 2001. 21 p.

Morón, M. A. 1981. Fauna de coleópteros Melolonthidae de la Reserva de la Biosfera «La Michilia», Durango, México. *Folia Entomológica Mexicana* 50: 3-69.

Morón, M. A. 1984. Escarabajos, 200 millones de años de evolución. Publicación 14. Instituto de Ecología, México. 131 p.

Morón, M. A. 1991. Los escarabajos fitófagos, un ejemplo de la riqueza biótica de Mesoamérica (Coleoptera: Scarabaeoidea). *Giornale Italiano di Entomologia* 5 (27): 209-218.

Morón, M. A. 1993. Los lamellicornios (Insecta: Coleoptera) de las Sierras Húmedas del estado de Hidalgo, México: Una síntesis taxonómica y ecológica (pp. 181-211). En: Villavicencio, M. A., Y. Marmolejo & B. E. Pérez Escandon (Eds.). Investigaciones recientes sobre Flora y Fauna de Hidalgo, México. Universidad Autónoma de Hidalgo, Pachuca.

Morón, M. A. 1994. Fauna de Coleoptera Lamellicornia en las montañas del noreste de Hidalgo, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 63: 7-59.

Morón, M. A. 1996a. Melolonthidae (Coleoptera) (pp. 287-307). En: Llorente-Bousquets, J., A. N. García-Aldrete & E. González-Soriano (Eds.). Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento. CONABIO y UNAM, México.

Morón, M. A. 1996b. Scarabaeidae (Coleoptera) (pp. 309-328). En: Llorente-Bousquets, J., A. N. García-Aldrete & E. González-Soriano (Eds.). Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento. CONABIO y UNAM, México.

Morón, M. A. 1997. Colección de Referencia de Coleópteros Mexicanos. Instituto de Ecología, A. C. Base de datos REMIB-CONABIO. Xalapa, Veracruz, México. Consultada en: <http://www.conabio.gob.mx/remib/doctos/remibnodosdb.html?>

Morón, M. A. 2003. Atlas de los Escarabajos de México. Vol. II. Argania Editio, Barcelona. 227 p.

Morón, M. A. y A. Aragón. 2003. Importancia ecológica de las especies americanas de Coleóptero. *Dugesiana* 10 (1): 13-29.

Morón, A. y M. A. Morón. 2001. La Fauna de Coleoptera Melolonthidae de la reserva de la biosfera El Triunfo, Chiapas, México. *Acta Zoológica Mexicana* 84: 1-25.

Morón, A., y R. A. Terrón. 1984. Distribución altitudinal y estacional de los insectos necrófilos de la Sierra Norte de Hidalgo, México. *Acta Zoológica Mexicana* 3: 1- 47.

- Morrone, J. J. 2004. Panbiogeografía, componentes bióticos y zonas de transición. *Revista Brasileira de Entomologia* 48 (2): 149-162.
- Moura, M. O. 2004. Variação espacial como mecanismo promotor da coexistência em comunidades de insetos necrófagos. *Revista Brasileira de Entomologia* 21 (3): 409–419.
- Obrist, M. K. y P. Duelli. 1996. Trapping efficiency of funnel- and cup-traps for epigeal arthropods. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft*. 69:361-369.
- Pardo, L. C. y M. Puerta. 1990. Contribución al registro taxonómico y ecología de las familias de Coleoptera (Insecta) de la zona plana del Valle del Cauca-Colombia. *Revista Cespadesia* (59): 7-30.
- Peck, S. B. y A. Forsyth. 1982. Composition, structure, and competitive behavior in a guild of Ecuadorian rain forest dung beetles (Coleoptera, Scarabaeidae). *Canadian Journal of Zoology* 60 (7): 1624- 1634.
- Peck, S. B., A. E. Ruiz-Baliú y G. F. Garcés- González. 1998. The cave-inhabiting beetles of Cuba (Insecta: Coleoptera): diversity, distribution and ecology. *Journal of Cave and Karst Studies* 60(3): 156-166.
- Pielou, E.C. 1984. The interpretation of ecological data. Wiley, New York. 288 p.
- Pineda, E., A. Moreno, F. Escobar, y G. Halfpeter. 2005. Frog, bat, and dung beetle diversity in the cloud forest and coffee agroecosystems of Veracruz, Mexico. *Conservation Biology* 19: 400–410.
- Pinheiro, F., I. R. Diniz, D. Coelho y M. P. S. Bandeira. 2002. Seasonal pattern of insect abundance in the Brazilian Cerrado. *Austral Ecology* 27: 132-136.
- Pinheiro, F., I. R. Diniz y K. Kitayama. 1998. Comunidade Local de Coleoptera em Cerrado: diversidade de espécies e tamanho do corpo. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 27 (4): 543-550.
- Pinho, N. G. C. 2003. Diversidade da Artropodofauna do Solo no Pantanal de Poconé – MT. Cuiabá: Instituto de Biociências da Universidade Federal de Mato Grosso. Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, do Instituto de Biociências, para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação da Biodiversidade. 68p.
- Pinto, R., J. Salazar-Zanuncio, J. A. Marinho- Ferreira y J. C. Zanuncio. 2000. Flutuação populacional de Coleoptera em plantio de *Eucalyptus urophylla* no município de Três Marias, Minas Gerais. *Ciência Florestal* 7 (1): 143 - 151.

Pinto, R.; J. J. Salazar, T.V. Zanoncio, J. C. Zanoncio y M. C. Lacerda. 2004. Coleópteros coletados com armadilhas luminosas em plantio de *Eucalyptus urophylla* na Região Amazônica Brasileira. *Ciência Florestal* 14 (1): 111- 119.

Plank, H. K. 1948. Life-history, habits and control of the *Coconut rhinoceros* beetle in Puerto Rico. *Bulletin of the Federal Experiment Station, Mayagüez* 45: 1-35.

Price, D. L. 2004. Species diversity and seasonal abundance of Scarabaeoid dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae, Geotrupidae and Trogidae) attracted to cow dung in Central New Jersey. *Journal- New York Entomological Society* 112 (4):334–347.

Quintero, I. y T. Roslin. 2005. Rapid recovery of dung beetle communities following Habitat fragmentation in Central Amazonia. *Ecology* 86 (12):3303–3311.

Ramírez, D., H. Dante, S. E. Pérez, S. Sánchez y G. Arellano. 2002. Esfuerzo de muestreo para la evaluación de la diversidad colectada en pitfall en la reserva nacional de Lachay – Perú. *Ecología Aplicada* 1 (1): 37- 42.

Ratcliffe, B. C. 1999. Faunistic Survey of the Dynastine scarab beetles on Honduras, Nicaragua, and El Salvador. <http://www-museum.unl.edu/research/entomology>.

Ratcliffe, B. C. 2003. Key to tribes of Dynastinae (Scarabaeidae). <http://www-museum.unl.edu/research/entomology/Guide/Scarabaeoidea/Scarabaeidae/Dynastinae/Dynastinae-Key/Dynastinae-key.pdf>.

Ratcliffe, B. y M.L. Jameson (eds.). 2002. Generic guide to New World scarab beetles. <http://www-museum.unl.edu/research/entomology/Guide/index4>.

Ratcliffe, B. R. y A. B. T. Smith. 1999. New species of *Canthonella* Chapin (Scarabaeidae: Scarabaeinae) from Amazonian Brazil. *The Coleopterists Bulletin* 53 (1): 1–7.

Rice, M. E. y E. G. Riley. 2000. Biodiversity and rarity of *Phyllophaga* (Coleoptera: Scarabaeidae) in a temperate hardwood forest. *Annals of the Entomological Society of America* 93 (2). 277- 281.

Reyes, E. y M. A. Morón. 2005. Fauna de Coleoptera Melolonthidae y Passalidae de Tzucacab y Conkal, Yucatán, México. *Acta Zoológica Mexicana* 21 (2): 15-49.

Rodrigues, J. M. G. 1992. Abundância e densidade vertical de coleopteros do solo em capoeira de terra firme na região de Manaus- AM- Brasil. *Acta Amazonica* 22 (3): 323- 333.

- Rodrigues, S.R. y L. C. Marchini. 1998. Besouros coprófagos (Coleoptera; Scarabaeidae) coletados em Piracicaba, Brasil. SP. Scientia Agricola 55 (1): 53-58.
- Ronqui, D. y J. Lopes. 2006. Composition and diversity of Scarabaeoidea (Coleoptera) attracted by light trap in the rural areas of Northern Paraná. Iheringia, Sér. Zool. 96 (1): 103-108.
- Sánchez, D. y G. Amat-García. 2005. Diversidad de la fauna de artrópodos terrestres en el humedal Jaboque, Bogotá-Colombia. Caldasia 27 (2): 311 -329.
- Santos, G. B., M. I. Marques, J. Adis y C. R. De Musis. 2003. Artrópodos associados à copa de *Attalea phalerata* Mart. (Arecaceae), na região do Pantanal de Poconé, Mato Grosso, Brasil. Revista Brasileira de Entomologia 47 (2): 211-224.
- Schiffler, G. 2003. Fatores determinantes da riqueza local de espécies de Scarabaeidae (Insecta: Coleoptera) em fragmentos de floresta estacional semidecídua. Dissertação (Mestrado) – UFLA. -- Lavras: UFLA 68 p.
- Scholtz, C. H. 1990. Phylogenetic trends in the Scarabaeoidea. Journal of Natural History 24: 1027- 1066.
- Short, A.E.Z. 2004. Review of the *Enochrus* THOMSON of the West Indies (Coleoptera: Hydrophilidae). Koleopterologische Rundschau 74: 351- 361.
- Schulze, S. C. y T. Tschamtkke. 2005. Changes of dung beetle communities from rainforests towards agroforestry systems and annual cultures in Sulawesi (Indonesia). Biodiversity and Conservation 14: 863–877.
- Schuster, J. y E. Cano. 2005. Clave para los géneros de los Passalidae Americanos. <http://www.museum.unl.edu/research/entomology/Guide/Scarabaeoidea/Passalidae/Passalidae-Key/Passalidaekey>
- Schuster, J.C., E. Cano y C. Cardona. 1997. Prioritización para la conservación de los bosques nubosos de Guatemala usando pasálidos (Coleoptera: Passalidae) como organismos indicadores. Memorias del III Congreso de Escarabaeidología, Xalapa, Veracruz, México.
- Segnini, S. 2000. Medición de la diversidad en una comunidad de Insectos. Boletín. Entomológico de Venezuela 10 (1): 105-113.
- Sikes, D. S. 2003. The beetle fauna of the state of Rhode Island, USA (Coleoptera): 656 new state records. Zootaxa 340: 1–38.

Smith, A. B. T. 2006. A review of the family-group names for the superfamily Scarabaeoidea (Coleoptera) with corrections to nomenclature and a current classification. Coleopterists Society Monograph Number 5: 144–204.

Smyth, E. G. 1920. The white-grubs injuring sugar cane in Porto Rico. Journal of the Department of Agriculture of Porto Rico 4: 3-29.

Solís, A. 1994. Los Lamelicornios de Costa Rica. Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio). Heredia, Costa Rica. www.inbioi.ac.cr/papers/lameli/index.html

Solís, A. 2002. Escarabajos de Costa Rica: Las familias y Subfamilias más comunes. Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio) segunda edición, Costa Rica, 132 p.

Solís, A. 2004. La Superfamilia Scarabaeoidea de Costa Rica. www.inbioi.ac.cr/papers/lameli/index.html.

Stebnicka, Z. 2001. The New World species of *Ataenius* HAROLD, 1867. I. Revision of the *A. crenator*-group, *A. nugator*-group and *A. perforatus*-group (Coleoptera: Scarabaeidae: Aphodiinae: Eupariini). Acta Zoológica Cracoviensia 44 (3): 253-283.

Stebnicka, Z. 2003. The New World species of *Ataenius* HAROLD, 1867. III. Revision of the *A. imbricatus*-group sensu lato (Coleoptera: Scarabaeidae: Aphodiinae: Eupariini). Acta Zoológica Cracoviensia 46 (3): 219-249.

Stebnicka, Z. 2004. The New World species of *Ataenius* HAROLD, 1867. IV. Revision of the *A. strigicauda*-group (Coleoptera: Scarabaeidae: Aphodiinae: Eupariini). Acta Zoológica Cracoviensia 47 (3-4): 211-228.

Stebnicka, Z. 2005. The New World species of *Ataenius* HAROLD, 1867. VI. Revision of the *A. aequalis-platensis*-group (Coleoptera: Scarabaeidae: Aphodiinae: Eupariini). Acta Zoológica Cracoviensia 48B (1-2): 99-138.

Stebnicka, Z. 2006. The New World species of *Ataenius* HAROLD, 1867. VII. Revision of the *A. complicatus*-group (Scarabaeidae: Aphodiinae: Eupariini). Acta Zoológica Cracoviensia 49B (1-2): 89-114.

Stebnicka, Z. y P. K. Lago. 2005. The New World species of *Ataenius* Harold, 1867. V. Revision of the *A. strigatus* group (Scarabaeidae: Aphodiinae: Eupariini). Insecta Mundi 19 (1-2): 55- 83.

Stebnicka, T. Z. y P. E. Skelley. 2005. Review of some New World Aphodiine genera and descriptions of new species (Coleoptera: Scarabaeidae: Aphodiinae). Acta Zoológica Cracoviensia 48 B (1-2): 23-42.

Terrón, R. A., S. Anduaga y M. G. Morón. 1991. Análisis de la coleopterofauna necrófila de la Reserva de La Biosfera "La Michilia", Durango, México. *Folia Entomológica Mexicana* 81:315-324.

Thomazini, M. J. 2002. Levantamento de insetos e análise entomofaunística em floresta, capoeira e pastagem no sudeste Acreano, Rio Branco. Embrapa Acre. Boletim de pesquisa e Desenvolvimento N 35. 41 p.

Thomazini, M. J. y A. P. Thomazini. 2000. Fragmentação florestal e a diversidade de insetos nas florestas tropicais úmidas. Rio Branco: Embrapa Acre, 21p. (Embrapa Acre. Documentos, 57).

Thomlinson, J. R., M. I. Serrano, T. M. Lopez, T. M. Aide y J. K. Zimmerman. 1996. Land-use dynamics in a post-agricultural Puerto Rican landscape. *Biotropica Special Issue* 28: 525-536.

Triplehorn, C. A. y N. F. Johnson. 2005. Borror and Delong's Introduction to the Study of Insects. Seventh Edition. Belmont, USA; Thompson Brooks/Cole. 864p.

Vaz-de-Mello, F. Z. y J. N. C. Louzada. 1997. Considerações sobre forrageio arbóreo por Scarabaeidae (Coleoptera, Scarabaeoidea), e dados sobre sua ocorrência em floresta tropical do Brasil. *Acta Zoológica Mexicana* 72: 55-61.

Villareal, H., M. Alvares, S. Cordoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina y A. Umaña. 2004. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236 p.

Vulinec, K. 2000. Dung beetles (coleoptera: scarabaeidae), monkeys, and conservation in amazonia. *Florida Entomologist* 83 (3): 229- 241.

Wink, Ch., J. V. Carus- Guedes, C. K. Fagundes y A. P. Rovedder. 2005. Insetos edáficos como indicadores da qualidade ambiental. *Revista de Ciências Agroveterinárias* 4 (1): 60- 71.

Wolcott, G. N. 1923. Insectae Portoricensis- A preliminary Checklist of the insects of Porto Rico, with descriptions of some new species. *Journal of the Department of Agriculture. Puerto Rico* 7 (1): 1- 312.

Wolcott, G.N. 1933a. An economic entomology of the West Indies. San Juan, PR, Entomological Society of Puerto Rico. p. 1-688.

Wolcott, G. N. 1933b. The larval period of *Diaprepes abbreviatus*. University. of Puerto Rico, Journal of Agriculture 17: 257- 264.

Wolcott, G. N. 1933c. The changed status of some insect pests in Puerto Rico. Universidad de Puerto Rico, Journal of Agriculture 17: 265-270.

Wolcott, G.N. 1934. The diapause portion of the larval period of *Diaprepes abbreviatus*. University. of Puerto Rico, Journal of Agriculture 18:417-428.

Wolcott, G. N. 1936a. Insectae Borinquenses. Journal of Agriculture, University of Puerto Rico 20: 1-627.

Wolcott, G. N. 1936b. The life history of *Diaprepes abbreviatus*, L., at Rio Piedras. Universidad de Puerto Rico, Journal of Agriculture 20: 883-914.

Wolcott, G. N. 1948. The insects of Puerto Rico: Coleoptera. Universidad de Puerto Rico, Journal of Agriculture 32: 225- 416.

Wolcott, G. N. 1951. Insects of Puerto Rico. The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico. 32 (1-4): 975 pp.

Wolda, H. 1988. Insect seasonality: Why? Annual Review of Ecology and Systematics 19: 1-18.

Work, T. T., Ch. M. Buddle, L. M. Korinus y J. R. Spence. 2002. Pitfall trap size and capture of three taxa of litter-dwelling arthropods: Implications for biodiversity studies. Environmental Entomology 31: 438-448.

Zaviezo, T., A. A. Grez y D. Donoso. 2004. Dinámica temporal de coleópteros asociados a alfalfa. Ciencia e Investigación Agraria. 31 (1): 29- 38.

ANEXOS

Anexo 1. Riqueza y abundancia de familias del orden Coleoptera capturados con diferentes métodos de captura y por sitio en los remanentes de bosques del RUM, UPR- Puerto Rico. Trampa luz blanca (TLB), trampa luz violeta (TLV), trampa NTP-80 cebada con pescado (NTPP), trampa NTP-80 cebada con macerado frutas (NTPF), trampa de caída cebada con excremento (TCE) y captura manual (CM).

Familias	SITIO 1							SITIO 2							Número de individuos
	TLB	TLV	NTPP	TCE	NTPF	CM	Total	TLB	TLV	NTPP	TCE	NTPF	CM	Total	
Anthrybidae	2	0	0	0	0	0	2	1	4	0	4	0	0	9	11
Attelabidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2
Bostrichidae	3	3	0	0	0	0	6	12	5	2	0	0	0	19	25
Brentidae	1	2	0	0	1	0	4	2	1	0	2	0	0	5	9
Buprestidae	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	10	12	12
Cantharidae	44	34	0	0	0	0	78	24	24	0	0	0	0	48	126
Carabidae	82	113	0	6	0	0	201	161	158	12	8	21	17	377	578
Cerambycidae	0	4	4	0	1	2	11	4	1	9	0	8	0	22	33
Chrysomelidae	11	3	0	0	0	3	17	6	5	0	0	4	3	18	35
Cleridae	2	27	0	0	0	0	29	15	7	0	2	0	0	24	53
Coccinelidae	0	0	0	0	0	16	16	0	0	0	0	0	19	19	35
Cucujidae	2	6	0	0	0	0	8	8	11	0	0	0	0	19	27
Curculionidae	1294	984	2105	1116	2000	2	7501	1620	1123	2338	2412	2645	0	10138	17639
Dermestidae	0	0	11	0	0	0	11	0	0	19	2	0	0	21	32
Dytiscidae	320	216	0	0	0	0	536	112	58	0	0	0	0	170	706
Elateridae	4	5	0	0	0	5	14	6	6	0	0	1	3	16	30
Histeridae	0	0	237	39	103	1	380	0	2	122	11	61	1	197	577
Hydrophilidae	562	278	0	0	0	14	854	228	780	0	0	0	9	1017	1871
Lampyridae	17	13	0	0	0	0	30	10	31	0	0	0	0	41	71
Lycidae	3	0	0	0	0	0	3	4	3	0	0	0	0	7	10
Melolonthidae	26	34	0	0	0	0	60	44	32	0	0	0	2	78	138
Nitidulidae	72	124	444	1279	3557	76	5552	111	17	246	334	669	8	1385	6937
Passalidae	0	0	0	0	0	39	39	0	0	0	0	0	54	54	93
Ptiliidae	0	2	0	0	0	0	2	2	1	0	0	0	0	3	5
Rhysodidae	0	0	9	1	2	0	12	0	0	5	0	0	1	6	18
Scaphidiidae	3	6	0	0	0	0	9	8	8	0	0	0	0	16	25
Scarabaeidae	36	23	312	736	11	10	1128	7	26	511	810	5	4	1363	2491
Sthaphylinidae	362	252	631	500	701	0	2446	589	890	928	581	990	0	3978	6424
Tenebrionidae	15	17	9	6	0	6	53	6	15	15	0	15	8	59	112
Trogidae	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Total Individuos	2862	2146	3762	3683	6376	174	19003	2982	3208	4207	4166	4419	141	19123	38126
Total Familias (S)	21	20	9	8	8	11	28	23	23	11	10	10	14	29	30

Anexo 2. Riqueza y abundancia de las familias del orden Coleoptera capturadas en los dos sitios y por meses de muestreo en los remanentes de bosques del RUM, UPR- Puerto Rico.

Familias	Sitio 1 (Bosque Biología- Zoológico Puerto Rico)									Sitio 2 (Finca Laboratorio Alzamora)									Total. individuos por familia
	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	
Anthrybidae	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	4	0	2	1	0	0	2	11
Bostrichidae	4	0	0	0	0	2	0	0	0	4	2	0	3	2	0	0	0	8	25
Brentidae	2	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	4	0	0	0	0	9
Attelabidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
Buprestidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	5	0	0	1	12
Cantharidae	5	2	6	7	25	15	7	2	9	7	0	4	4	16	5	1	4	7	126
Carabidae	2	41	43	29	26	19	19	10	12	0	11	13	23	72	57	93	57	51	578
Cerambycidae	0	2	2	0	2	1	1	3	0	3	8	5	1	0	3	1	1	0	33
Chrysomelidae	2	1	3	3	8	0	0	0	0	2	8	3	1	2	0	1	1	0	35
Curculionidae	84	405	934	1707	1419	698	916	659	679	458	1008	1388	1073	1645	1455	937	1132	1042	17639
Coccinelidae	0	3	4	3	6	0	0	0	0	3	7	2	4	3	0	0	0	0	35
Dermestidae	0	4	0	0	5	2	0	0	0	3	2	4	3	5	4	0	0	0	32
Dytiscidae	6	35	19	15	86	45	165	139	26	6	4	9	6	6	10	7	122	0	706
Elateridae	1	4	0	4	5	0	0	0	0	0	2	0	1	7	0	2	4	0	30
Hydrophilidae	16	30	15	4	138	18	142	477	14	3	3	9	5	219	11	9	697	61	1871
Histeridae	10	7	1	80	170	63	26	9	14	10	8	2	48	54	24	30	15	6	577
Lampyridae	5	3	6	4	5	0	0	7	0	2	2	2	2	14	7	7	3	2	71
Lycidae	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	4	0	1	1	0	1	0	10
Nitidulidae	490	2292	1188	229	561	222	395	126	49	155	267	117	170	231	123	175	97	50	6937
Melolonthidae	26	7	18	5	3	0	1	0	0	6	26	11	9	12	6	4	0	4	138
Scarabaeidae	57	34	18	113	110	153	144	316	183	67	55	26	283	237	194	230	191	80	2491
Staphylinidae	64	267	242	426	618	366	139	163	161	63	187	127	592	913	369	231	1189	307	6424
Tenebrionidae	0	2	4	8	14	11	4	4	6	0	12	0	0	20	10	0	17	0	112
Rhysodidae	1	0	4	0	4	3	0	0	0	0	0	1	0	2	3	0	0	0	18
Trogidae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Passalidae	1	5	5	6	3	5	0	8	6	4	7	9	0	6	8	5	3	12	93
Cleridae	0	0	2	14	10	3	0	0	0	2	3	0	10	7	0	2	0	0	53
Meloidae	0	5	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	3	5	0	8	0	25
Cucujidae	0	0	0	0	0	0	0	0	8	3	0	0	0	0	0	0	10	6	27
Ptillidae	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	5
Número de individuos	776	3150	2517	2657	3219	1627	1963	1925	1169	802	1622	1740	2240	3489	2301	1735	3553	1641	38126
Total Familias	17	20	20	17	21	17	13	14	13	19	19	19	19	26	20	16	19	16	30

Anexo 3. Riqueza y abundancia total de las familias del orden Coleoptera capturadas por sitios y por meses de muestro con las diferentes trampas que se utilizaron los remanentes de bosques del RUM, UPR- Puerto Rico.

Familias	Sitio 1 (Bosque Biología- Zoológico Puerto Rico)										Sitio 2 (Finca Laboratorio Alzamora)										Total Ind.
	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	total	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total	Familias
Curculionidae	82	405	934	1707	1419	698	916	659	679	7499	458	1008	1388	1073	1645	1455	937	1132	1042	10138	17637
Nitidulidae	414	2292	1188	229	561	222	395	126	49	5476	147	267	117	170	231	123	175	97	50	1377	6853
Staphylinidae	64	267	242	426	618	366	139	163	161	2446	63	187	127	592	913	369	231	1189	37	3671	6117
Scarabaeidae	5	34	18	113	11	153	142	316	182	974	67	55	26	279	237	194	23	191	8	1080	2054
Hydrophilidae	11	28	15	4	138	15	138	477	14	840	0	0	9	5	219	1	7	697	61	999	1839
Dytiscidae	6	35	19	15	86	45	165	139	26	536	6	4	9	6	6	1	7	122	0	161	697
Histeridae	1	6	1	8	17	63	26	9	14	145	1	8	2	48	53	24	3	15	6	160	305
Carabidae	2	41	43	29	26	19	19	1	12	192	0	11	13	23	72	57	88	45	51	360	552
Melolonthidae	26	7	18	5	3	0	1	0	0	60	6	24	11	9	12	6	4	0	4	76	136
Cantharidae	5	2	6	7	25	15	7	2	9	78	7	0	4	4	16	5	1	4	7	48	126
Tenebrionidae	0	0	4	8	14	11	0	4	6	47	0	12	0	0	2	1	0	9	0	24	71
Lampyridae	5	3	6	4	5	0	0	7	0	30	2	2	2	2	14	7	7	3	2	41	71
Cleridae	0	0	2	14	1	3	0	0	0	20	2	3	0	1	7	0	2	0	0	15	35
Dermeestidae	0	4	0	0	5	2	0	0	0	11	3	2	4	3	5	4	0	0	0	21	32
Cerambycidae	0	0	2	0	2	1	1	3	0	9	3	8	5	1	0	3	1	1	0	22	31
Chrysomelidae	2	1	3	3	5	0	0	0	0	14	2	8	3	1	0	0	1	0	0	15	29
Cucujidae	0	0	0	0	0	0	0	0	8	8	3	0	0	0	0	0	0	1	6	10	18
Bostrichidae	4	0	0	0	0	2	0	0	0	6	4	2	0	3	2	0	0	0	8	19	25
Meloidae	0	5	0	0	0	0	4	0	0	9	0	0	0	0	3	5	0	8	0	16	25
Elateridae	1	2	0	2	4	0	0	0	0	9	0	2	0	1	4	0	2	4	0	13	22
Rhysodidae	1	0	4	0	4	3	0	0	0	12	0	0	0	0	2	3	0	0	0	5	17
Anthrybidae	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	4	0	2	1	0	0	2	9	11
Lycidae	0	0	2	0	0	1	0	0	0	3	0	0	4	0	1	1	0	1	0	7	10
Brentidae	2	1	0	0	1	0	0	0	0	4	1	0	0	0	4	0	0	0	0	5	9
Ptiliidae	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	5
Buprestidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	2
Trogidae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Número de individuos	631	3133	2508	2574	2945	1619	1953	1908	1162	18433	775	1603	1728	2221	3452	2260	1489	3520	1249	18297	36730
Total Familias (S)	16	16	18	15	19	16	12	13	12	26	16	16	16	17	22	18	15	17	13	26	27

Anexo 4. Abundancia mensual y total de las principales familias del orden Coleoptera capturadas con las diferentes trampas en los remanentes de bosques del RUM, UPR- Puerto Rico.

Familias	Sitio 1 (Bosque Biología Zoológico Puerto Rico)										Sitio 2 (Finca Laboratorio Alzamora)										Número Individuos
	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total	
Curculionidae	82	405	934	1707	1419	698	916	659	679	7499	458	1008	1388	1073	1645	1455	937	1132	1042	10138	17637
Nitidulidae	414	2292	1188	229	561	222	395	126	49	5476	147	267	117	170	231	123	175	97	50	1377	6853
Staphylinidae	64	267	242	426	618	366	139	163	161	2446	63	187	127	592	913	369	231	1189	37	3671	6117
Scarabaeidae	5	34	18	113	11	153	142	316	182	974	67	55	26	279	237	194	23	191	8	1080	2054
Hydrophilidae	11	28	15	4	138	15	138	477	14	840	0	0	9	5	219	1	7	697	61	999	1839
Otras	55	107	111	95	198	165	223	167	77	1198	40	86	61	102	207	118	116	214	88	1032	2230
Total Individuos	631	3133	2508	2574	2945	1619	1953	1908	1162	18433	775	1603	1728	2221	3452	2260	1489	3520	1249	18297	36730

Anexo 5. Riqueza y abundancia de las especies de Scarabaeoidea capturados con diferentes métodos de captura y por sitio en los remanentes de bosques del RUM, UPR- Puerto Rico. Trampa luz blanca (TLB), trampa luz violeta (TLV), trampa NTP-80 cebada con pescado (NTPP), trampa NTP-80 cebada con macerado frutas (NTPF), trampa de caída cebada con excremento (TCE) y captura manual (CM).

Especies	Sitio 1 (Bosque Biología- Zoológico Puerto Rico)							Sitio 2 (Finca Laboratorio Alzamora)							Total Individuos Especie
	TLB	TLV	NTPP	TCE	TCF	CM	Total	TLB	TLV	TCP	TCE	NTPF	CM	Total	
<i>Aphodius lividus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	2
<i>Ataenius sp</i>	4	1	0	0	0	0	5	2	3	0	0	0	0	5	10
<i>Ataenius heinekeni</i>	22	6	0	0	0	1	29	3	6	0	0	0	0	9	38
<i>Canthochillum andyi</i>	4	11	119	330	10	9	483	4	9	238	367	3	36	657	1140
<i>Canthochillum borinquensis</i>	0	0	30	43	1	0	74	0	0	23	27	0	0	50	124
<i>Canthochillum taino</i>	3	5	45	265	6	0	324	0	8	173	166	2	0	349	673
<i>Canthonella parva</i>	0	0	0	3	0	0	3	0	0	2	6	0	0	8	11
<i>Chalepides barbata</i>	3	3	0	0	0	0	6	4	2	0	0	0	0	6	12
<i>Dyscinetus picipes</i>	3	2	0	0	0	0	5	9	3	0	0	0	0	12	17
<i>Spasalus crenatus</i>	0	0	0	0	0	37	37	0	0	0	0	0	46	46	83
<i>Phileurus valgus</i>	2	1	0	0	0	0	3	7	3	0	0	0	0	10	13
<i>Phyllophaga citri</i>	10	12	0	0	0	0	22	15	19	0	0	0	6	40	62
<i>Phyllophaga vandinei</i>	30	89	0	0	0	0	119	46	48	0	0	0	0	94	213
<i>Trox suberosus</i>	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Total Individuos	82	130	194	641	17	47	1111	90	101	436	568	5	88	1288	2399
Total especies(S)	10	9	3	4	3	3	13	8	9	4	5	2	2	13	14

Anexo 6. Riqueza y abundancia de las especies de Scarabaeoidea capturadas en los dos sitios y por meses de muestreo en los remanentes de bosques del RUM, UPR- Puerto Rico.

Especies	Sitio 1 (Bosque Biología- Zoológico Puerto Rico)										Sitio 2 (Finca Laboratorio Alzamora)										Total
	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic			
<i>Aphodius lividus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2		
<i>Ataenius sp</i>	0	0	1	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	4	0	0	1	0	10		
<i>Ataenius heinekeni</i>	0	0	2	7	1	13	1	1	4	0	0	0	1	4	0	0	2	2	38		
<i>Canthochillum andyi</i>	22	19	30	73	81	28	83	82	65	43	46	21	242	114	44	14	83	50	1140		
<i>Canthochillum borinquensis</i>	0	2	2	4	6	0	7	14	39	0	1	2	16	14	2	1	12	2	124		
<i>Canthochillum taino</i>	0	3	3	8	19	44	58	123	66	14	10	5	30	120	31	23	90	26	673		
<i>Canthonella parva</i>	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	2	1	3	2	0	0	0	11		
<i>Chalepides barbata</i>	1	0	2	0	3	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0	0	0	0	12		
<i>Dyscinetus picipes</i>	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	5	3	4	0	0	0	0	0	17		
<i>Spasalus crenatus</i>	1	5	5	6	3	1	0	8	8	0	7	6	0	5	8	5	3	12	83		
<i>Phileurus valgus</i>	1	0	2	0	0	0	0	0	0	1	2	0	1	5	1	0	0	0	13		
<i>Phyllophaga citri</i>	2	0	13	4	0	0	3	0	0	0	7	14	5	5	4	1	0	4	62		
<i>Phyllophaga vandinei</i>	53	26	18	13	9	0	0	0	0	12	33	15	25	3	3	3	0	0	213		
<i>Trox suberosus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
Total Individuos	80	55	82	118	126	86	154	228	182	70	111	70	327	281	95	47	191	96	2399		
Nº Especies	6	5	12	9	9	4	6	5	5	4	8	9	10	12	8	6	5	6	14		

Anexo 7. Riqueza y abundancia mensual y total de las especies de Scarabaeoidea capturadas con las diferentes trampas en los remanentes de bosques del RUM, UPR- Puerto Rico.

Especies	Sitio 1 (Bosque Biología- Zoológico Puerto Rico)										Sitio 2 (Finca Laboratorio Alzamora)									
	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
<i>Canthochillum andyi</i>	15	19	30	73	81	28	81	82	65	474	43	46	21	229	91	44	14	83	50	621
<i>Canthochillum taino</i>	0	3	3	8	19	44	58	123	66	324	14	10	5	30	120	31	23	90	26	349
<i>Phyllophaga vandinei</i>	53	26	18	13	9	0	0	0	0	119	12	33	15	25	3	3	3	0	0	94
<i>Canthochillum borinquensis</i>	0	2	2	4	6	0	7	14	39	74	0	1	2	16	14	2	1	12	2	50
<i>Phyllophaga citri</i>	2	0	13	4	0	0	3	0	0	22	0	5	10	5	5	4	1	0	4	34
<i>Ataenius heinekeni</i>	0	0	2	7	1	13	1	1	3	28	0	0	0	1	4	0	0	2	2	9
<i>Dyscinetus picipes</i>	0	0	3	2	0	0	0	0	0	5	0	5	3	0	4	0	0	0	0	12
<i>Phileurus valgus</i>	1	0	2	0	0	0	0	0	0	3	1	2	0	1	5	1	0	0	0	10
<i>Chalepides barbata</i>	1	0	2	0	3	0	0	0	0	6	0	0	2	2	2	0	0	0	0	6
<i>Canthonella parva</i>	0	0	0	1	2	0	0	0	0	3	0	0	2	1	3	2	0	0	0	8
<i>Ataenius sp</i>	0	0	1	0	2	0	2	0	0	5	0	0	0	0	4	0	0	1	0	5
<i>Aphodius lividus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
<i>Trox suberosus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nº Individuos	72	50	77	112	123	85	152	220	173	1064	70	102	60	310	257	87	42	188	84	1200
Riqueza (S)	5	4	11	8	8	3	6	4	4	12	4	7	8	9	12	7	5	5	5	12

Anexo 8. Abundancia mensual y total de las especies de Scarabaeoidea capturadas con las diferentes trampas en los remanentes de bosques del RUM, UPR- Puerto Rico.

Especies	Meses Muestreo																		Total
	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
<i>Canthochillum andyi</i>	15	19	30	73	81	28	81	82	65	43	46	21	229	91	44	14	83	50	1095
<i>Canthochillum taino</i>	0	3	3	8	19	44	58	123	66	14	10	5	30	120	31	23	90	26	673
<i>Phyllophaga vandinei</i>	53	26	18	13	9	0	0	0	0	12	33	15	25	3	3	3	0	0	213
<i>Canthochillum borinquensis</i>	0	2	2	4	6	0	7	14	39	0	1	2	16	14	2	1	12	2	124
<i>Phyllophaga citri</i>	2	0	13	4	0	0	3	0	0	0	5	10	5	5	4	1	0	4	56
Otras	2	0	11	10	8	13	3	1	3	1	7	7	5	24	3	0	3	2	103

Anexo 9. Familias de Coleoptera (adultos) y su respectiva abundancia obtenidos en los remanentes de bosques del RUM, Puerto Rico; con la indicación de los grupos funcionales propuestos por Hammond y Lawrence (1989), Lawrence y Britton (1994) y Hutcheson y Kimberley (1999). Detritófagos generalistas (De), depredador (P), herbívoro (H), madera muerta (**DW**).

Familias	Abundancia Sitio 1	abundancia Sitio 2	Total	Grupos funcionales
Anthrybidae	2	9	11	DW/De
Bostrichidae	6	19	25	DW
Brentidae	4	5	9	DW
Attelabidae	0	2	2	H
Buprestidae	0	12	12	H
Cantharidae	78	48	126	P/H
Carabidae	201	377	578	P
Cerambycidae	11	22	33	H
Chrysomelidae	17	18	35	H
Curculionidae	7501	10138	17639	H/De
Coccinellidae	16	19	35	P/H/De
Dermostidae	11	21	32	De/H
Dytiscidae	536	170	706	P
Elateridae	14	16	30	P/H
Hydrophilidae	854	1017	1871	De
Histeridae	380	197	577	P
Lampyridae	30	41	71	P
Lycidae	3	7	10	H/P
Nitidulidae	5552	1385	6937	De/P
Melolonthidae	60	78	138	H
Scarabaeidae	1128	1363	2491	De
Staphylinidae	2446	3978	6424	P/De
Tenebrionidae	53	59	112	De
Rhysodidae	12	6	18	DW
Trogidae	1	0	1	De
Passalidae	39	54	93	DW
Cleridae	29	24	53	P
Meloidae	9	16	25	H
Cucujidae	8	19	27	De/P
Ptilidae	2	3	5	De
Número Individuos	19003	19123	38126	

Anexo 10. Promedios de temperatura, humedad relativa y precipitación en los remanentes de bosque del RUM. Puerto Rico

Meses	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%).	Precipitación (mm).
Abr	25.40	79.87	87.12
May	26.30	81.18	106.43
Jun	28.00	78.01	159.77
Jul	26.40	84.92	170.94
Ago	26.30	84.99	280.16
Sep	26.50	84.97	270.51
Oct	25.80	86.47	288.54
Nov	25.00	84.42	123.70
Dic	24.00	80.10	96.45

Anexo 11. Fotografías de las principales especies de Scarabaeoidea capturadas en los remanentes de bosques del RUM, Puerto Rico.



Spassalus crenatus



Phileurus valgus



Dyscinetus picipes



Chalepides barbatus



Trox suberosus



Aphodius lividus



Canthochilum taino



C. borinquensis



C. andyi



Ataenius sp

Canthonella parva