



**ABUNDANCIA DE COLEÓPTEROS (INSECTA:
COLEOPTERA) EN DOS ÓRDENES DE
MACROHONGOS (BASIDIOMYCOTA)
DE UN BOSQUE TROPICAL DE PANAMÁ**

**KARLASAMANTA ORELLANAARÉVALO¹
HÉCTOR BARRIOS²**

Universidad de Panamá,
Programa Centroamericano de Maestría en Entomología^{1,2}
Correo electrónico: samanta.orellana@gmail.com
Correo electrónico: hector.barriosv@up.ac.pa
Corresponding Author

RESUMEN

Se registró un total de 3423 coleópteros en 138 cuerpos fructíferos de macrohongos (i.e. Agaricales y Polyporales) colectados en el Parque Natural Metropolitano, durante abril, mayo y junio de 2017. El 54.8% de los ejemplares obtenidos son adultos (n=1875), el 45% son larvas (n=1541) y el 0.2% son pupas (n=7). Los coleópteros adultos se clasifican en 33 morfoespecies (msp), dentro de doce familias, mientras que los ejemplares inmaduros pertenecen a cinco familias distintas. Staphylinidae es la familia con mayor abundancia y riqueza (n=3118, 20 msp). El mes con mayor abundancia de coleópteros es abril (n=1383), sin presentar diferencia significativa con los otros meses de colecta ($X^2=2.193$, d.f.=2, p=0.4398, Kruskal-Wallis). El orden de hongos con mayor abundancia de coleópteros es Polyporales (n=1753) sin presentar diferencia significativa con Agaricales (n=1670) (W=137, p=0.21, Wilcoxon). Las familias Ptiliidae, Ciidae y Tenebrionidae están más relacionadas con los hongos Polyporales, mientras que Erotylidae y Nitidulidae son más afines a hongos Agaricales (NMDS, stress= 0.087, R²=0.992).

INTRODUCCIÓN

Las relaciones tróficas entre las plantas y los insectos comprenden cerca del 40% de la biota terrestre (Price, 2002), con mayor énfasis en los trópicos. El entendimiento de esta relación nos puede permitir entender mejor la diversidad tropical (Novotny, *et al.*, 2010).

El orden Coleoptera es uno de los grupos más abundantes y diversos entre los insectos asociados a hongos (Schigel, 2012). Aproximadamente 44 familias han sido reportadas en cuerpos fructíferos de macrohongos (i.e. Ascomycota y Basidiomycota), donde se alimentan de manera obligatoria u ocasional (Triplehorn y Johnson, 2005; Amat-García *et al.*, 2004). Como en muchos otros grupos de insectos la abundancia, riqueza y ecología de estos coleópteros han sido poco estudiadas en los trópicos (Cuadro 1).

Cuadro 1

Estudios recientes que incluyen datos de abundancia y riqueza de Coleópteros Fungívoros, colectados en hongos de los órdenes agaricales y polyporales (*Basidiomycota*)

| REGIÓN | HÁBITAT | MESES COLECTA | HONGOS* | HEXAPODA/ INSECTA (n) | COLEOPTERA (n/familias) | AUTORES |
|--------------------|----------------|------------------|---------|--------------------------|----------------------------|------------------------------|
| ORIENTAL | | | | | | |
| Japón | Coníferas | 12 | 827 | 28152/43 | 24/2 | Yamashita <i>et al.</i> 2003 |
| Japón | Coníferas | 7 | 7374 | 3100/1425 | 385/10 | Takahashi <i>et al.</i> 2005 |
| PALEÁRTICA | | | | | | |
| China | Coníferas | 2 | 415 | /1427 | 1234/? | Komonen <i>et al.</i> 2003 |
| Finlandia | Coníferas | 2 | 297 | /1173 | 421/? | Komonen <i>et al.</i> 2003 |
| NEOTROPICAL | | | | | | |
| Colombia | Robledal | 9 | 309 | /5187 | ¿?/6 | Amat <i>et al.</i> 2004 |
| Guatemala | Selva tropical | 7 | 1057 | - | 477/12 | Orellana <i>et al.</i> 2015 |

(*) Número de cuerpos fructíferos

En Panamá, algunos estudios con métodos de colecta indirectos (p.e. fumigación del dosel) han dado indicios de la riqueza y abundancia de coleópteros fungívoros en bosques tropicales. Erwin y Scott (1980) reportaron un total de 200 especímenes clasificados en 69 especies y 11 familias, en la antigua Zona

del Canal. Posteriormente, Basset y colaboradores (2012) estimaron la presencia de hasta mil especies de coleópteros fungívoros (y alrededor de 5000 individuos) en 0.48 hectáreas de bosque tropical de la provincia de Colón. A pesar de las altas estimaciones, en este estudio se resalta la necesidad de un muestreo más intenso para obtener mejores resultados en cuanto al cálculo de la abundancia y riqueza de los coleópteros fungívoros. En ambos estudios se menciona la desventaja de los métodos indirectos en cuanto al reconocimiento de microhábitats de los coleópteros colectados, por lo que también se evidencia un vacío de información en cuanto a los hongos hospederos de los coleópteros. Además, los estudios anteriores tuvieron en cuenta únicamente a los adultos, pero evaluar la presencia de estadios inmaduros puede dar un mejor indicio acerca del uso que los coleópteros le dan al hongo donde son colectados. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue recabar información acerca de la abundancia y riqueza de coleópteros fungívoros (en todos los estados de desarrollo) en un bosque tropical de Panamá y obtener datos preliminares acerca de los hongos hospederos de cada grupo de Coleoptera.

PARTE EXPERIMENTAL

Área de estudio

Los muestreos se realizaron en el Parque Natural Metropolitano de Panamá (PNM) cercano al área urbana de la Ciudad de Panamá, el cual está ubicado en el corregimiento de Ancón, distrito de Panamá, provincia de Panamá. El PNM tiene una extensión de 232 hectáreas y tiene una edad aproximada de 80 años.

Entre las características físicas más relevantes del PNM, podemos mencionar que está conformado por pequeñas colinas, las zonas montañosas cubren aproximadamente dos terceras partes de la sección noreste del área, con elevaciones que varían de 10 a 1150 msnm.

El PNM presenta un bosque tropical seco, semidecídulo, de tierras bajas que una vez estuvo ampliamente distribuido a lo largo de la costa del Pacífico de Mesoamérica desde México hasta Panamá. Este parque presenta una estación seca que comprende los meses de diciembre hasta abril, período durante el cual el bosque presenta características de semicaducifolio y una lluviosa de mayo a noviembre. El PNM con una temperatura promedio de 28°C y una precipitación anual de 1740 mm (Medianero y Barrios, 2001).

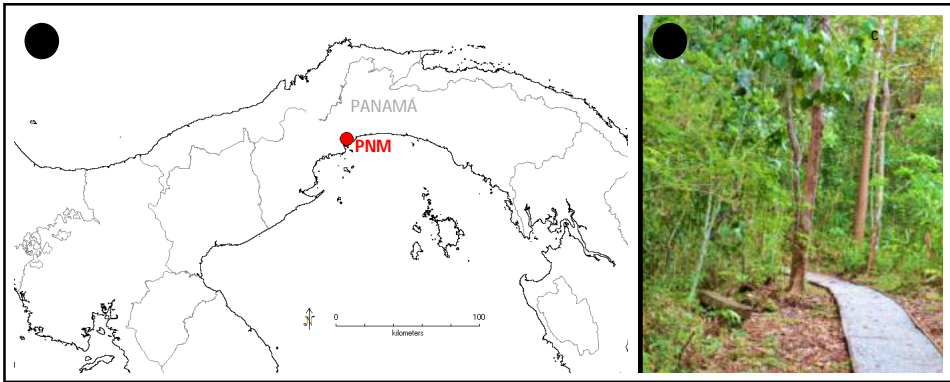


Figura 1. (a) Ubicación del Parque Natural Metropolitano –PNM– en la provincia de Panamá; (b) vista del sendero recorrido en el PNM. Mapa generado en DivaGis.

Colectas de Coleoptera asociados a hongos

Los macrohongos y coleópteros fueron colectados durante el inicio de la época lluviosa de 2017 (i.e. abril, mayo y junio), a lo largo de un sendero de aproximadamente 500 m, en el bosque tropical del PNM. Durante cada recorrido (dos horas cada uno), se ubicaron los cuerpos fructíferos de macrohongos (solitarios o en grupos) y se fotografiaron para registrar sus características generales. Posteriormente, cada cuerpo fructífero (o grupo de cuerpos fructíferos de la misma especie), fue almacenado en una bolsa hermética individual para prevenir la fuga de los insectos. Cada cuerpo fructífero, o grupo de cuerpos fructíferos de una misma especie, consistían en una muestra. El mismo día de la colecta, los hongos fueron llevados al laboratorio del Programa Centroamericano de Maestría en Entomología (PCMENT) de la Universidad de Panamá, donde se examinaron bajo el estereoscopio. Los coleópteros encontrados (i.e. larvas, pupas y adultos) fueron depositados en viales con alcohol al 70%, y cada uno fue etiquetado con los datos de colecta y el orden del hongo hospedero. Posteriormente a la extracción de insectos, se pesó cada muestra de macrohongos en una balanza analítica.

Identificación de Coleoptera

Los adultos fueron identificados a nivel de familia y subfamilia utilizando las claves de Triplehorn y Johnson (2005), y Navarrete-Heredia y colaboradores (2001). Las larvas y pupas fueron identificadas a nivel de familia con claves especializadas (Costa, Vanin y Casari, 1988). Los especímenes se depositaron en la colección de insectos del (PCMENT) de la Universidad de Panamá.

Asignación de grupos tróficos

Para la asignación de Fungívoro dentro de los grupos tróficos se utilizaron los propuestos por Hammond (1990); Lawrence *et al.* (2000); estos están basados en la información de los hábitos de las larvas debido a que se considera la etapa funcional más importante del ciclo de vida de los Coleoptera, así como la de más larga duración.

Análisis estadísticos

Abundancia y distribución temporal de hongos y coleópteros. Los datos de hongos y coleópteros fueron ingresados en Microsoft Excel® para elaborar una matriz y diseñar tablas y gráficas para representar la abundancia de hongos y coleópteros. Previamente a realizar los análisis estadísticos, se efectuó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk a los datos de abundancia y, al no ser normales, se utilizó el test no paramétrico de Wilcoxon, para comparar la abundancia por orden de hongo, y el test no paramétrico de Kruskal-Wallis para comparaciones múltiples.

Información de hongos hospederos. Para evaluar la relación de los coleópteros con cada grupo de macrohongo, se efectuó un análisis de ordenación NMDS (Escalamiento Multidimensional No Métrico) para las familias y subfamilias de coleópteros, con todas las morfoespecies de hongo obtenidas. El NMDS es una técnica multivariada que analiza la configuración de las muestras en el espacio de ordenación para que las distancias entre las muestras correspondan a las disimilitudes en la composición de especies (Leps y Smilauer, 1999). Los análisis estadísticos se realizaron con el programa R versión 3.4.0; el análisis NMDS forma parte del paquete Vegan (R Core Team, 2017).

RESULTADOS

Abundancia y distribución temporal de macrohongos

Se obtuvo un total de 46 muestras (n) de hongos y 138 cuerpos fructíferos (cf) clasificadas en al menos 29 especies dentro de los órdenes Agaricales y Polyporales (Basidiomycota) (Fig. 2). Los meses con mayor cantidad de muestras de macrohongos fueron mayo (n=16, cf=52) y junio (n=16, cf=46). El orden más abundante de hongos es Polyporales con el 56.5% de las muestras (n=26, cf=72) comparado con el 43.5% de las muestras de Agaricales (n=20,

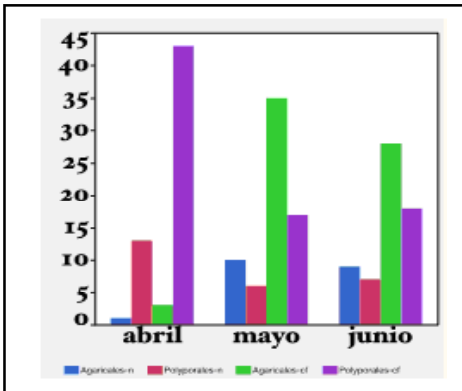
cf=66). No existe diferencia significativa entre el número de cuerpos fructíferos de ambos órdenes de hongos ($W=302.5$, $p=0.333$, Wilcoxon). Al evaluar los macrohongos por orden, se obtuvo una mayor abundancia de Polyporales en abril ($n=13$, $cf=43$), y una mayor abundancia de Agaricales en mayo ($n=10$, $cf=35$) y junio ($cf=28$) (Figura 3a).



Figura 2. Cuerpos fructíferos de macrohongos del Parque Natural Metropolitano. (a-c) Polyporales; (d-g) Agaricales. Fotografías no a escala.

Se evidenció una diferencia significativa entre el peso total de las muestras obtenidas por mes ($X^2=6.7432$, $g.l.=2$, $p=0.034$, Kruskal-Wallis); sin embargo, al realizar la prueba post hoc de Wilcoxon, con corrección de Bonferroni, se determinó que no existe diferencia significativa entre el peso de hongos por mes (abril-mayo, $p=0.087$; abril-junio, $p=0.067$; mayo-junio, $p=1$). Las muestras de cada orden no presentaron diferencias significativas entre sí en cuanto al peso (Polyporales: $X^2=19$, $g.l.=19$, $p=0.456$, Kruskal-Wallis; Agaricales: $X^2=0.717$, $g.l.=2$, $p=0.699$, Kruskal-Wallis). Por otro lado, no se evidenció diferencia significativa en el peso total de Polyporales por mes ($X^2=0.717$, $g.l.=2$, $p=0.699$, Kruskal-Wallis), ni en el peso total de Agaricales por mes ($X^2=2.705$, $g.l.=2$, $p=0.258$, Kruskal-Wallis). Existe diferencia significativa entre el peso total de cuerpos fructíferos obtenidos para Agaricales (171.8 g) y Polyporales (937.37 g) ($W=105.5$, $p=0.00064$).

3a



3b

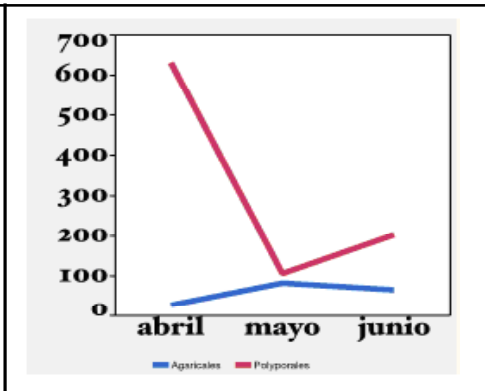


Figura 3. Abundancia de macrohongos en el Parque Natural Metropolitano. (a) Total de muestras (n) y cuerpos fructíferos (cf) de Agaricales y Polyporales por mes de colecta. (b) Peso total de las muestras (en gramos) de Agaricales y Polyporales por mes de colecta.

Abundancia y temporalidad de Coleoptera

Se obtuvo un total de 3,423 Coleoptera de las 46 muestras de macrohongos (cf=138) colectadas durante abril, mayo y junio en el Parque Natural Metropolitano (Fig. 4a). El 54.8% de los ejemplares obtenidos son adultos (n=1,875), el 45% son larvas (n=1,541) y el 0.2% son pupas (n=7). Los Coleoptera adultos se clasifican en 33 morfoespecies (msp), dentro de doce familias, mientras que los ejemplares inmaduros pertenecen a cinco familias (Cuadro 2). El mes con mayor cantidad de Coleoptera es abril con el 40.4% de los especímenes (n=1,382), seguido por mayo con el 31.8% (n=1,088) (Figura 4b). No existe diferencia significativa entre la abundancia total de Coleoptera por mes ($X^2=2.193$, g.l.= 2, $p=0.334$, Kruskal-Wallis). Al evaluar por separado los coleópteros adultos y larvas, tampoco se observa diferencia significativa entre la abundancia por mes (adultos: $X^2=4.75$, g.l. 2, $p=0.09$; larvas: $X^2=5.735$, g.l. 2, $p=0.05$).

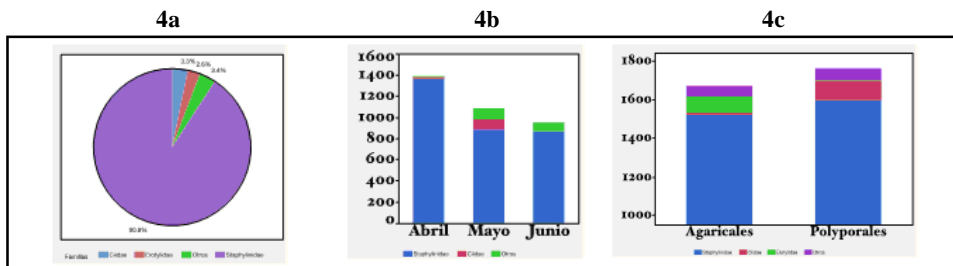


Figura 4. Abundancia de Coleoptera asociados a macrohongos en el Parque Natural Metropolitano. (a) Familias más abundantes. (b) Abundancia de familias por mes de colecta. (c) Abundancia de familias por orden de hongo.

De las doce familias de Coleoptera registradas, Staphylinidae es la más abundante con el 90.8% de especímenes (n=3118), seguida por Ciidae con el 3.5% (n=112), Erotylidae con el 2.6% (n=88), Nitidulidae con el 1.8% (n=60) y Tenebrionidae con el 1.2% (n=40). El resto de familias representan menos del 1% del total de especímenes (Cuadro 2). Las familias Staphylinidae, Ptiliidae, Nitidulidae y Ciidae se registraron en los tres meses de muestreo, mientras que Erotylidae, Endomychidae y Tenebrionidae fueron registradas en dos de las colectas. El resto de familias únicamente cuenta con registros en una colecta. No existe diferencia significativa entre la abundancia de las familias de Coleoptera por mes de colecta.

Cuadro 2
Grupos de Coleoptera registrados en macrohongos del Parque Natural Metropolitano (PNM) de abril a junio de 2017.
(A)=adultos, (L)=larvas. *Incluye pupas.

| SUPERFAMILIA | FAMILIA | MORFOESPECIES | ABRIL | | MAYO | | JUNIO | | n |
|-----------------------|----------------|---------------|-------|-----|------|-----|-------|-----|------|
| | | | A | L | A | L | A | L | |
| | Carabidae | 1 | | | 1 | | | | 1 |
| Staphylinoidea | Ptiliidae | 1 | 2 | | 1 | | 5 | | 8 |
| | Staphylinidae | 20? | 777 | 588 | 687 | 201 | 292 | 573 | 3118 |
| Cucujoidea | Coccinellidae | 1 | 2 | | | | | | 2 |
| | Discolomatidae | 1 | 1 | | | | | | 1 |
| | Erotylidae | 1 | | | 4 | 55 | 4 | 25 | 88 |
| | Endomychidae | 1 | 2 | | | 1 | | | 2 |
| | Nitidulidae | 3 | 2 | | 10 | 33 | 13 | 2 | 60 |
| | Silvanidae | 1 | 1 | | | | | | 1 |
| Tenebrionoidea | Ciidae | 1? | 8 | 7 | 33 | 62* | 1 | 1 | 112 |
| | Tenebrionidae | 1 | 2 | | | | 8 | | 40 |
| Curculionoidea | Curculionidae | 1 | 1 | | | | | | 1 |

Abundancia y distribución de coleópteros por orden de macrohongo

El orden de hongos con mayor abundancia de coleópteros es Polyporales, con 51.5% de los ejemplares (n=1,762), comparado con Agaricales, con el 49.5% (n=1,661) (Figura 4c). No existe diferencia significativa entre la abundancia total de coleópteros por orden de macrohongo ($X^2= 1.6035$, g.l.= 1, $p=0.205$, Kruskal-Wallis). Únicamente Ciidae presenta diferencia significativa en cuanto a la abundancia por orden de hongo ($W=185.5$, $p\text{-value}=0.023$, Wilcoxon).

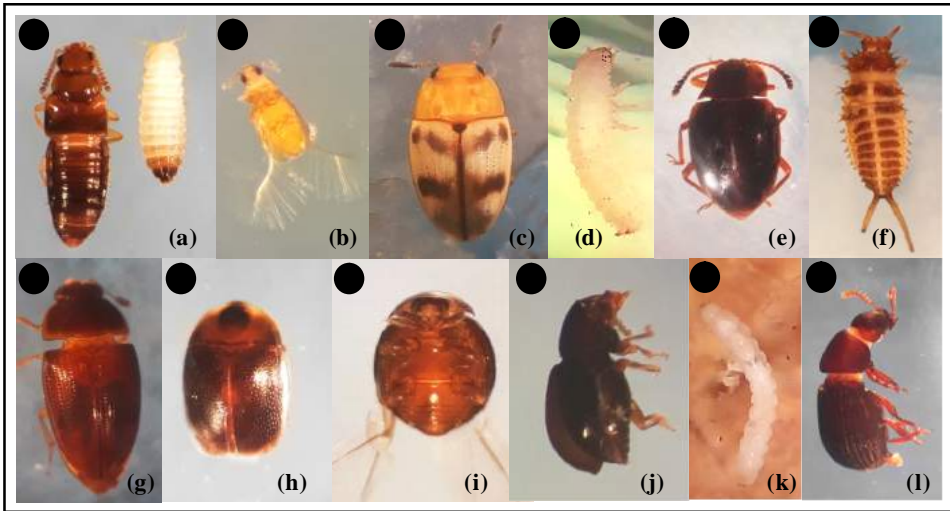


Figura 5. Coleoptera asociados a macrohongos del Parque Natural Metropolitano. (a) Staphylinidae adulto y larva; (b) Ptiliidae; (c,d) Erotylidae adulto y larva; (e,f) Endomychidae adulto y larva; (g) Nitidulidae; (h) Discolomatidae; (i) Coccinellidae; (j,k) Ciidae adulto y larva; (l) Tenebrionidae. Escala 0.5 mm.

De acuerdo con el análisis de ordenación, teniendo en cuenta únicamente los adultos por la certeza de identificación a nivel de subfamilia, los ejemplares de Ptiliidae, Ciidae, Staphylinidae (i.e. Scaphidiinae y Tachyporinae), Curculionidae y Carabidae están más relacionados con hongos Polyporales, mientras que las familias Erotylidae, Nitidulidae y Staphylinidae (i.e. Aleocharinae) son más afines a hongos Agaricales (NMDS, stress=0.087, $R^2=0.992$).

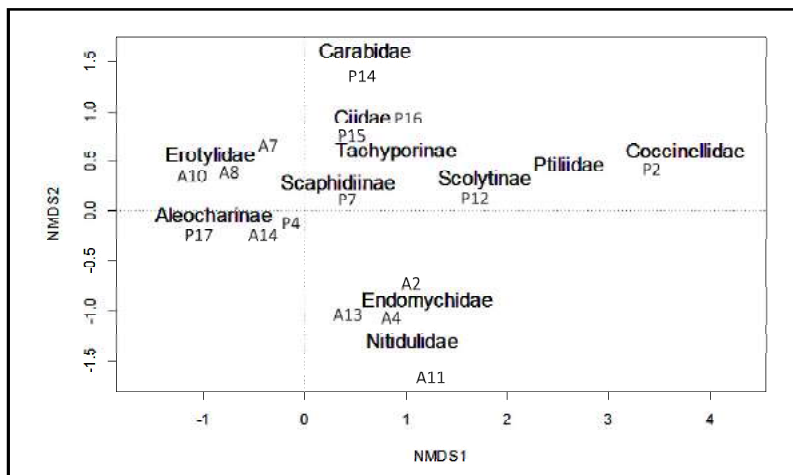


Figura 6. Distribución de Coleoptera en macrohongos. Análisis de Escalamiento Multidimensional No Métrico (NMDS, stress = 0.087, $R^2 = 0.992$) para la ordenación de los principales grupos de coleópteros (en rojo) por morfoespecie de macrohongo (Agaricales en azul, Polyporales en negro).

DISCUSIÓN

Abundancia y distribución de macrohongos

Los macrohongos, en especial los Agaricales, son muy sensibles a los factores abióticos como humedad, precipitación, temperatura y disponibilidad de materia orgánica (Piepenbring *et al.* 2015), por lo que su fructificación es muy puntual y las colectas realizadas en esta investigación difícilmente reflejan la verdadera abundancia y diversidad de macrohongos en el área estudiada. En este trabajo únicamente se recolectaron los cuerpos fructíferos con himenio fresco, por lo que la inclusión de los cuerpos fructíferos secos o en estado de descomposición podría aumentar la presencia, en especial de Polyporales, por mes. A pesar de que no se evidenció diferencia significativa entre la abundancia de cada orden de hongo por mes de colecta, se observó un aumento en la presencia de Agaricales a partir de mayo, con el incremento de la época lluviosa.

Abundancia y temporalidad de Coleoptera asociados a hongos

La mayoría de las familias obtenidas representa a grupos fungívoros obligados (i.e. Staphylinidae: Aleocharinae, Scaphidiinae, Tachyporinae, Nitidulidae: Cylodini, Ptiliidae: Nanosellini, Erotylidae, Endomychidae, Ciidae, Tenebrionidae: Bolitophagini), mientras que otras son fungívoros ocasionales (i.e. Silvanidae, Coccinellidae) o depredadores de fungívoros (i.e. Carabidae) (Lipkow y Betz, 2005; Shockley *et al.*, 2009; Schigel, 2012). Al igual que en otros estudios de bosques templados (Epps y Arnold, 2010) y tropicales (Orellana y Quezada, 2015), Staphylinidae es la familia más abundante de coleópteros en macrohongos representando, en el PNM, el 98% de los ejemplares colectados. La gran abundancia de Staphylinidae asociados a hongos obtenidos en esta investigación, evidencia la falta de información obtenida en estudios previos (Erwin y Scott, 1980; Basset, 2012), ya que este grupo no se incluyó en los análisis para la estimación de especies y riqueza de coleópteros fungívoros.

En cuanto a la temporalidad, no fue posible establecer diferencia en la abundancia de coleópteros asociados por mes de colecta. Para conocer patrones de temporalidad se recomienda realizar estudios a largo plazo, que incluyan colectas directas y métodos indirectos para abarcar la mayor parte de especies fungívoras que pueden permanecer refugiados en la hojarasca o en madera en descomposición, consumiendo micelio mientras los cuerpos fructíferos no están disponibles (Lipkow y Betz, 2005).

Considerando el corto tiempo de colecta, la abundancia total de coleópteros fue sumamente alta comparada con otros estudios (ver Cuadro 1). Teniendo en cuenta únicamente los coleópteros adultos, se logró colectar un 89% más de ejemplares que en el estudio de Erwin y Scott (1980), en el que presentaron resultados de tres meses de fumigación de dosel. Por otro lado, si se tiene en cuenta la estimación de Basset y colaboradores, de 5000 individuos para media hectárea de bosque tropical, luego de un año de colectas constantes, en esta investigación se colectó el 38% de la abundancia estimada en únicamente tres eventos de muestreo de dos horas cada uno (i.e seis horas de muestreo).

Abundancia de Coleoptera por orden de macrohongo

La mayor abundancia de Coleoptera en hongos Polyporales coincide con datos de estudios previos (Schigel, 2012) ya que, por lo general, representan un recurso más constante que los Agaricales. En el PNM, se observa que las familias Staphylinidae (i.e. Scaphidiinae y Tachyporinae), Ptiliidae y Tenebrionidae se encuentran más relacionadas con los cuerpos fructíferos de hongos Polyporales, y las familias Staphylinidae (i.e. Aleocharinae), Nitidulidae y Erotylidae son más afines a los hongos Agaricales. Estos datos coinciden con información obtenida en la literatura (Ashe, 1984, Lipkow y Betz, 2005; Schigel, 2012), pero es necesario identificar ambos grupos a nivel de especie para obtener relaciones más certeras.

A pesar de estar presente en ambos grupos de hongos, la familia Ciidae fue significativamente más abundante en Polyporales, lo que evidencia su estrecha relación con el grupo (Costa *et al.*, 2003). La única especie de Agaricales, en la que estos coleópteros fueron registrados en el PNM, es *Schyzophyllum comune* (Schyzophyllaceae), hongo en el cual se reportó una especie introducida de Ciidae en Brasil (Graf-Peter *et al.*, 2011). Es necesario revisar la identidad específica de estos coleópteros para confirmar la presencia de la especie encontrada en el país sudamericano.

CONCLUSIONES

El orden Coleoptera es muy abundante en los macrohongos del PNM, con una mayor presencia en el orden Polyporales. En el PNM se registraron al menos 33 especies, en doce familias de coleópteros que utilizan los macrohongos como fuente alimenticia ocasional u obligatoria. Asimismo, es posible encontrar especies depredadoras de los coleópteros y otros insectos que se encuentran en

los cuerpos fructíferos de macrohongos. Por mucho, la familia Staphylinidae es la más abundante de los coleópteros asociados a hongos, durante el inicio de la época lluviosa (abril, mayo y junio). Se observa cierta especificidad de los grupos de coleópteros por uno de los órdenes de hongos estudiados, pero es necesario obtener más información a nivel específico (de ambos grupos de organismos), para determinar con más certeza las preferencias de las especies de coleópteros por los hongos hospederos.

AGRADECIMIENTOS

Los fondos para la realización de este trabajo los proporcionó el Servicio Alemán de Intercambio Académico (DAAD). El Programa Centroamericano de Maestría en Entomología suministró el espacio y equipo de laboratorio. Un agradecimiento especial a Jairo Mora, Candy Ramírez y Yusseff Aguirre por su colaboración en los viajes de colecta. También se le agradece el apoyo constante de SENACYT.

SUMMARY

COLEOPTERA ABUNDANCE (INSECTA: COLEOPTERA) IN TWO ORDERS OF MACROHONGS (BASIDIOMYCOTA) OF A PANAMANIAN TROPICAL FOREST.

A total of 3,423 beetles were recorded in 138 bodies of macrohongos (ie Agaricales and Polyporales) collected in the Metropolitan Natural Park during April, May and June 2017. 54.8% of the specimens obtained were adults ($n = 1,875$), 45% are larvae ($n = 1,541$) and 0.2% are pupae ($n = 7$). Adult beetles are classified into 33 morphospecies -msp-, within twelve families, while immature specimens belong to five distinct families. Staphylinidae is the family with greatest abundance and richness ($n = 3,118$, 20 msp). The month with the greatest abundance of Coleoptera is April ($n = 1,383$), without presenting significant difference with the other months of collection ($X^2 = 2,193$, d.f. = 2, $p = 0.4398$, Kruskal-Wallis). The order of fungi with the greatest abundance of Coleoptera is Polyporales ($n = 1,753$) without presenting significant difference with Agaricales ($n = 1,670$) ($W = 137$, $p = 0.21$, Wilcoxon). The families Ptiliidae, Ciidae and Tenebrionidae are more related to the Polyporales fungi, whereas Erotylidae and Nitidulidae are close related to Agaricales fungi (NMDS, stress = 0.087, $R^2 = 0.992$).

KEYWORDS: Fungi, Polyporales, Agaricales, Fungivores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMAT-GARCÍA, E., AMAT-GARCÍA, G., HENAO, L. 2004. Diversidad taxonómica y ecológica de la entomofauna micófaga en un bosque altoandino de la cordillera Oriental de Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas* 28(107): 223-231.
- ASHE, J. 1984. Generic revision of the subtribe Gyrophaenina (Coleoptera: Staphylinidae: Aleocharinae) with a review of the described subgenera and major features of evolution. *Quaestiones Entomologicae* (20): 129-349.
- CLINE, A. y LESCHEN, R. 2005. Coleoptera Associated with the Oyster Mushroom, *Pleurotus ostreatus* Fries, in North America. *Southeastern Naturalist* 4(3): 409-420.
- COSTA, C., VANIN, S.A. y CASARI-CHEN, S.A. 1988. **Larvas de Coleoptera do Brasil**. Brasil: Museu de Zoologia, Universidad de São Paulo.
- EPPS, M. y ARNOLD, A. 2010. Diversity, abundance and community network structure in sporocarp-associated beetle communities of the central Appalachian Mountains. *Mycologia* 102(4): 785-802.
- ERWIN, T., SCOTT, J. 1980. Seasonal and size patterns, trophic structure, and richness of Coleoptera in the tropical arboreal ecosystem: the fauna of the tree *Luehea seemanni* Triana and Planch in the Canal Zone of Panama. *The Coleopterists Bulletin* 34(3): 305-322.
- ERWIN, T., SCOTT, J. 1982. Tropical Forests: Their Richness in Coleoptera and Other Arthropod Species. *The Coleopterists Bulletin* 36(1): 74-75.
- GRAF-PETERS, L., LOPES-ANDRADE, C., DA SILVEIRA, R., DE A. MOURA, L., RECK, M., NOGUEIRA, F. 2011. Host fungi and feeding habits of Ciidae (Coleoptera) in a subtropical rainforest in southern Brazil, with an overview of host fungi of neotropical Ciids. *Florida Entomologist* 94(3): 553-566.
- GUMIER-COSTA, F., LOPES-ANDRADE, C., ZACARO, A. 2003. *Neotropical Entomology* 32(2): 359-360.
- HAMMOND, P. M. 1990. Insect abundance and diversity in the Dumoga-Bone National Park, North Sulawesi, with special reference to the beetle fauna of lowland rainforest in the Toraut region. En **Insects and the Rain Forests of South-east Asia**. Knight, W. J. and Holloway, J. D. (eds), London, Royal Entomological Society.
- LAWRENCE, J. F., HASTINGS, A. M., DALLWITZ, M. J., PAINE, T. A. & ZURCHER, E. J. 2000. **Beetles of the World**. Collingwood, Victoria, Australia: CSIRO.
- LEPS, J., SMILAUER, P. 1999. **Multivariate Analysis of Ecological Data**. Ceské Budejovice: University of South Bohemia.
- LIPKOW, E., BETZ, O. 2005. Staphylinidae and fungi. *Faun-Okol. Mitt.* 8: 383-411.
- MEDIANERO, E., BARRIOS, H. 2001. Riqueza de insectos cecidógenos en el dosel y sotobosque de dos zonas ecológicas de Panamá. *Scientia* 16(1): 17-42.
- NOVOTNY, V., MILLES S., BAJE L., BALAGAWI S., BASSET Y., CIZEK L., CRAFT K., DEM F., DREW R., HULCR J., LEPS J., LEWIS O., POKON R., STEWARD A., SAMUELSON G., WEIBLEN G. 2010. Guild-specific patterns of species richness

- and host specialization in plant-herbivore food webs from a tropical forest. **Journal of Animal Ecology** 79(6):1193-203.
- ORELLANA, S., QUEZADA, M. 2015. Efecto de la conformación del paisaje en coleópteros (Insecta: Coleoptera) asociados a macrohongos de la Ecorregión Lachuá, Alta Verapaz, Guatemala. **Revista Científica** 25(1): 37-48.
- PIEPENBRING, M., ANTJE, T., MIRANDA, E., CÁCERES, O. 2015. Leaf shedding and weather in tropical dry-seasonal forest shape the phenology of fungi. Lessons from two years of monthly surveys in southwestern Panama. **Fungal Ecology** 18: 83-92.
- PRICE, P.W. 2002. Resource-driven terrestrial interaction webs. **Ecological Research**, 17: 241–247.
- R Development Core Team. 2012. R 2.15.2.: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Austria. Recuperado de <http://www.RHproject.org>.
- SCHIGEL, D. 2012. Fungivory and host associations of Coleoptera: a bibliography and review of research approaches. **Mycology** 3(4): 258-272.
- SHOCKLEY, F.W., TOMASZEWSKA, K.W., MCHUG, J.V. 2009. Review of the Natural History of the Handsome Fungus Beetles (Coleoptera: Cucujoidea: Endomychidae). **Insecta Mundi** 72: 1-24.
- TAKAHASHI, K., TUNO, N. y KAGAYA, T. 2005. Abundance of mycophagous arthropods present on different species of fungi in relation to resource abundance at different spatial scales. **European Journal of Entomology** 102: 39-46.
- TRIPLEHORN, C. y JOHNSON, N. 2005. **Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects**. Thomson Brooks/Cole, USA, 864 pp.
- YAMASHITA, S. e HIJII, N. 2003. Effect of the mushroom size on the structure of a mycophagous arthropod community: Comparison between infracommunities with different types of resource utilization. **Ecological Research** 18: 131-143.
- YAMASHITA, S. e HIJII, N. 2007. The role of fungal taxa and developmental stage of mushrooms in determining the composition of the mycophagous insect community in a Japanese forest. **European Journal of Entomology** 104: 225-233.
- YAMASHITA, S., ANDO, K., HOSHINA, H., ITO, N., KATAYAMA, Y., KAWANABE, M., MARUYAMA, M. e ITIOKA, T. 2015. Food web structure of the fungivorous insect community on bracket fungi in a Bornean tropical rain forest. **Ecological Entomology** 40: 390-400.

Anexo 1

Órdenes de macrohongos hospederos de coleópteros colectados en el Parque Natural Metropolitano, Panamá.

| COLEOPTERA | | | | FUNGI | |
|-----------------------|---------------|----------------|---|-------------|---|
| FAMILIA | SUBFAMILIA | TRIBU | MORFOESPECIE | ORDEN | MORFOESPECIE |
| Carabidae | Lebiinae | | <i>Eurycoleus</i> sp. | Polyporales | Polyporal14 |
| Ptiliidae | Ptiliinae | Nanosellini | | Polyporales | Polyporal2, Polyporal7, Polyporal12 |
| Staphylinidae | | | Larvas | Agaricales | Agarical2, Agarical7, Agarical8, Agarical9, Agarical10, Agarical12, Agarical18 |
| | | | | Polyporales | Polyporal2, Polyporal4, Polyporal5, Polyporal7, Polyporal12, Polyporal14, Polyporal15, Polyporal16, Polyporal20 |
| | Aleocharinae | Homalotini | <i>Gyrophaenina</i> spp. (al menos 20 spp.) | Agaricales | Agarical2, Agarical3, Agarical4, Agarical6, Agarical7 (<i>Schizophillum</i> sp.), Agarical8, Agarical9, Agarical10, Agarical12, Agarical13, Agarical14, Agarical16, Agarical18 |
| | | | | Polyporales | Polyporal1, Polyporal2, Polyporal3, Polyporal4, Polyporal5, Polyporal7, Polyporal12, Polyporal14, Polyporal15, Polyporal16, Polyporal17, Polyporal20 |
| | Scaphidiinae | | Scaphidiinae sp. | Polyporales | Polyporal7, Polyporal4 |
| | | Cyparini | <i>Cyparium</i> sp. | Agaricales | Agarical4, Agarical8 (<i>Pleurotus</i> sp.), Agarical12, Agarical14, Agarical16 |
| | | Scaphisomatini | Scaphisomatini sp. | Polyporales | Polyporal4 |
| | | | <i>Baeocera</i> sp. | Polyporales | Polyporal12 |
| | | | <i>Scaphisoma</i> sp. | Agaricales | Agarical8, Agarical12 |
| | | | | Polyporales | Polyporal14, Polyporal15, Polyporal16 |
| | Tachyporinae | | Tachyporinae sp.1 | Agaricales | Agarical8 (<i>Pleurotus</i> sp.) |
| | | | Tachyporinae sp.2 | Polyporales | Polyporal7, Polyporal16 |
| Coccinellidae | Coccinellinae | Scymini | Scymini sp.1 | Polyporales | Polyporal2 |
| Discolomatidae | | | Discolomatidae sp.1 | Polyporales | Polyporal4 |
| Erotylidae | Erotylinae | Erotylini | <i>Aegithus</i> sp.1 | Agaricales | Agarical10 |
| | | Tritomini | Tritomini sp.1 (adultos y larvas) | Agaricales | Agarical8 (<i>Pleurotus</i> sp.) |
| Endomychidae | | | Larva | Polyporales | Polyporal3 |
| | | | Endomychidae sp.1 | Agaricales | Agarical2 |
| Nitidulidae | Nitidulinae | | Nitidulinae sp.1 | Agaricales | Agarical4, Agarical13, Agarical16 |
| | | Cyllodini | Cyllodini sp.1 (adultos y larvas) | Agaricales | Agarical11, Agarical16 |
| | | | Cyllodini sp.2 | Agaricales | Agarical2 |
| | | | | Polyporales | Polyporal7 |
| Silvanidae | | | Silvanidae sp.1 | Polyporales | Polyporal12 |
| Ciidae | Ciinae | | Ciinae spp? (adultos y larvas) | Agaricales | Agarical7 (<i>Schizophillum</i> sp.) |
| | | | | Polyporales | Polyporal7, Polyporal8, Polyporal12, Polyporal14, Polyporal15, Polyporal16 |
| Tenebrionidae | | | Larvas | Polyporales | Polyporal10, Polyporal12 |
| | Tenebrioninae | Bolitophagini | <i>Rhipidandrus</i> sp. | Polyporales | Polyporal7 |
| Curculionidae | Scolytinae | | | Polyporales | Polyporal12 |

Recibido: 21 de noviembre de 2017.

Aceptado: 24 de mayo de 2018.