

4

COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD DE ARTRÓPODOS QUE HABITAN EN EL DOSEL EN UN BOSQUE TROPICAL DE TIERRAS BAJAS EN PANAMÁ

ENRIQUE MEDIANERO^{1*}, GONZALO CARRASCO², EVELYNE PÉREZ³,
BISETHARAÚZ-ARAÚZ⁴, GABRIELA CASTAÑO-MENESES⁵
y ALEX O. MARTÍNEZ-TORRES⁶

¹Departamento de Ciencias Ambientales y Programa de Maestría en Entomología, Universidad de Panamá. Miembro del Sistema Nacional de Investigación (SNI-SENACYT), ²Departamento de Estadística, Universidad de Panamá, ³Escuela de Estadística, Universidad de Panamá, ⁴Facultad de Biociencias y Salud Pública, Universidad Especializada de las Américas, ⁵Ecología de Artrópodos en Ambientes Extremos, UMDI-Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Juriquilla, Querétaro, México, ⁶Laboratorio de Microbiología Experimental y Aplicada, Universidad de Panamá, *Autor para correspondencia: Enrique Medianero; enrique.medianero@up.ac.pa

RESUMEN

Se estudió la composición de la comunidad de artrópodos asociados a nueve especies de árboles en el dosel del Parque Natural Metropolitano en Panamá. Durante 60 semanas se realizaron recolectas de artrópodos utilizando trampas Malaise modificadas. Para llegar al dosel del bosque se utilizó una grúa de construcción instalada en el Parque. Se recolectaron 37 225 individuos, pertenecientes a 162 familias. Los resultados indican que Diptera es el orden mejor representado. Cecidomyiidae, Chironomidae, Psychodidae, Mycetophilidae, Ceratopogonidae, Agaonidae, Torymidae, Formicidae, y Cicadellidae fueron las familias más abundantes. *Enterolobium cyclocarpum* y *Anacardium excelsum* son las especies con mayor número de artrópodos asociados, tanto en número de familias como de individuos. Los análisis indican que

existe dependencia entre las familias de artrópodos y la especie de árbol donde se recolectaron. La familia Cecidomyiidae la cual tiene el hábito de inducir cecidias fue la taxon más abundante.

PALABRAS CLAVES

Insectos arbóreos, Diptera, Hymenoptera, Hemiptera, Coleoptera.

INTRODUCCIÓN

El dosel del bosque tropical representa uno de los ambientes más fascinantes para desarrollar estudios de las comunidades de artrópodos (Erwin, 1982, 2013; Lowman, 1992, 1993, 2012; Basset *et al.*, 2003, 2012, 2015; Nakamura *et al.*, 2017). Si bien es un hecho que la mayor diversidad de especies ocurre en los trópicos (Erwin, 2013), se estima que muchas interacciones en el bosque tropical se realizan en su dosel, debido al gran número de especies que en él habitan y a la gran cantidad de biomasa que se genera en este estrato del bosque (Erwin y Scott, 1980; Erwin, 1983; Stork, 1988; Nadkarni, 1994; Blüthgen *et al.*, 2000; Ozanne *et al.*, 2003; Basset *et al.*, 2003, 2012, 2015, Nakamura *et al.*, 2017).

El dosel del bosque tropical presenta características tales como iluminación, temperatura, velocidad del viento, fluctuación de la humedad relativa, concentración de ozono y condensación del agua, radicalmente mayores a los de otros estratos del bosque (Blanc, 1990; Parker, 1995; Lamaud *et al.*, 2002; Nakamura *et al.*, 2017). Adicionalmente, el tipo y la cantidad de defensas químicas y físicas que contienen las hojas de los árboles son mayores en el dosel que en los otros ambientes del bosque (Barone y Coley, 1996; Dominy *et al.*, 2003).

Aunque el conocimiento de la diversidad y los patrones de distribución de especies en el dosel están creciendo, siguen siendo limitados, particularmente para los invertebrados (Nakamura *et al.*, 2017). Se estima que de los artrópodos que habitan en un bosque entre un 20 a 25% lo hacen exclusivamente en el dosel, proporción que puede aumentar debido al tipo de bosque, la estructura del dosel y el microclima (Basset *et al.*, 2003). Estudios sobre la composición de las comunidades del dosel del bosque tropical no son frecuentes (ver Erwin, 1982; Stork, 1988; Marquis, 1991; Basset, 1996, 2001; Basset y Samuelson, 1996; Springate y Basset, 1996; Basset *et al.*, 1992, 2012, 2015; Barrios, 2003; Ødegaard, 2003; Diodato y Fuster, 2016). Con excepción de los trabajos de Basset *et al.* (2012, 2015), la mayoría de estos estudios han sido realizados con

métodos de nebulización (Dial *et al.*, 2006), en períodos de muy corta duración y con pocas especies de árboles, debido principalmente a lo difícil de ascender al dosel del bosque (Lowman, 2012; Erwin, 2013). En consecuencia, la información de los grupos taxonómicos de artrópodos que habitan en el dosel es escasa (Basset *et al.*, 2012). Esta investigación aporta a esta falta de información sobre la composición en términos de órdenes y familias de artrópodos que habitan en el dosel de un bosque tropical de tierras bajas, utilizando un método de acceso al dosel exclusivo de pocos lugares en el mundo, el cual permite desarrollar estudios del dosel a largo plazo. En este estudio se pretendió responder la siguiente pregunta: ¿cuáles son los grupos de artrópodos más abundantes en el dosel de un bosque tropical de tierras bajas? Para responder estas preguntas nos propusimos los siguientes objetivos: 1-Determinar la composición taxonómica a nivel de orden y familia de la comunidad de artrópodos en el dosel del bosque tropical del Parque Natural Metropolitano en Panamá. Debido a las condiciones ambientales extremas que ocurren en el dosel, esperamos que artrópodos con exoesqueletos más fuertes sean los grupos que dominen la riqueza de órdenes y familias en este estrato del bosque tropical del Parque Natural Metropolitano en Panamá.

PARTE EXPERIMENTAL

Sitio de estudio. El estudio se desarrolló en el Parque Natural Metropolitano (PNM), ubicado en la Provincia de Panamá (8°59' 41.55" de latitud N y 79°32' 35.22" de longitud O), con una altitud máxima de 150 m snm. El sitio de estudio se clasifica como un bosque semicaducifolio tropical de tierras bajas - bastante intervenido (ANAM, 2012) y dentro de una zona de vida en transición entre el bosque húmedo tropical y el bosque seco premontano, con una temperatura promedio anual de 28° C y una precipitación promedio anual de 1740 mm (Tossi, 1971). El PNM tiene una extensión aproximada de 232 hectáreas (ha), presenta una época lluviosa de mayo a noviembre y una estación seca que generalmente va de diciembre a abril. El dosel de este bosque presenta una altura de 25 a 30 m, con árboles que emergen a 40-45 m. En el trópico americano, el PNM es la única área protegida que se encuentra dentro de los límites de una ciudad y junto con el Parque Nacional Camino de Cruces y el Parque Nacional Soberanía, forman parte de un corredor biológico que se extiende a lo largo de la ribera Este del Canal de Panamá (MIAMBIENTE, 2017).

Para alcanzar el dosel se utilizó una grúa de construcción instalada en este bosque por el Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales (STRI) (<http://>

[/www.stri.si.edu/english/research/facilities/terrestrial/cranes/index.php](http://www.stri.si.edu/english/research/facilities/terrestrial/cranes/index.php)). Esta grúa tiene una altura máxima de 42 m y un radio de 51 m, permitiendo el estudio de 8,100 m² de bosque (Wright y Colley, 1996). En el área que abarca el radio de la grúa, se han identificado aproximadamente 80 especies de plantas, entre árboles y lianas (Ødegaard, 2000). Entre las especies dominantes en el dosel se encuentran *Luehea seemannii* Triana & Planch, *Anacardium excelsum* (Kunth) Skeels, *Ficus insipida* Willd., *Castilla elastica* Cerv. y *Cordia alliodora* (R. y P.) Oken. En el sitio donde está ubicada la grúa el bosque tiene una edad aproximada de 80 años (Wright y Colley, 1996) y según Campos-Pineda *et al.*, (2017), el área del bosque que cubre la grúa tiene características de bosque caducifolio.

Recolecta de insectos. Para recolectar los insectos se utilizó un modelo de trampa que sigue el principio de una trampa Malaise para estudios del dosel (Basset, 1988). Las trampas se confeccionaron con tela de organza, con dimensiones de 66.5 cm de largo, por 60 cm de alto y en su extremo más alto se colocó un frasco recolector de polietileno con alcohol al 70% (Fig.1).

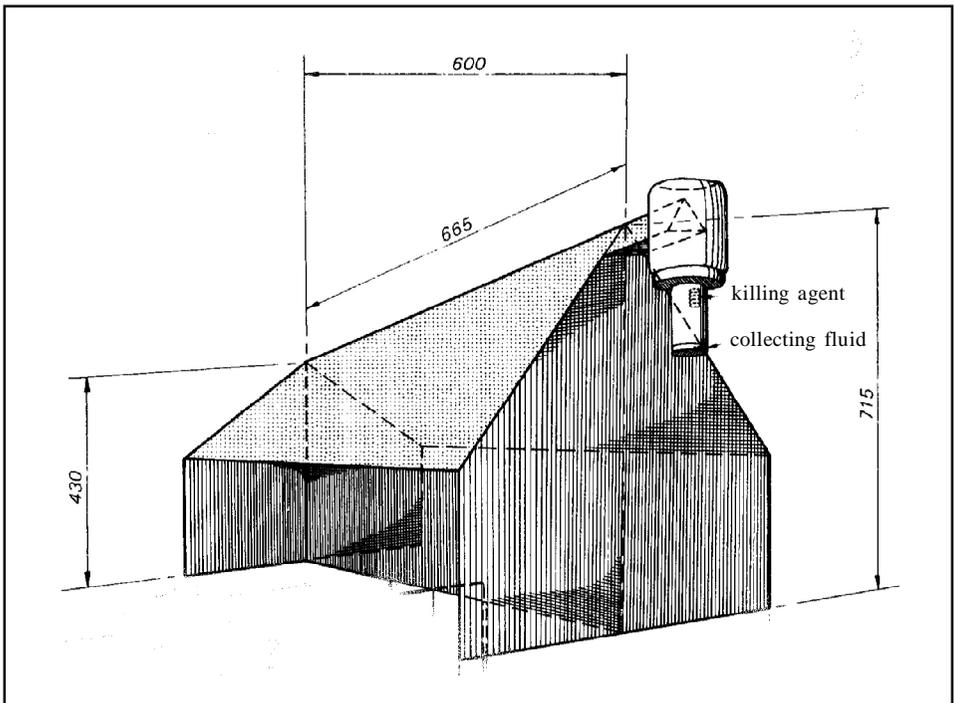


Figura 1. Modelo y dimensiones de la trampa utilizada para la recolección de artrópodos del dosel (tomado de Basset, 1988).

En el área de influencia de la grúa se colocó una trampa en cada una de las siguientes nueve especies de árboles: *Enterolobium cyclocarpum* Griseb. (Fabales: Fabaceae), *Pseudobombax septenatum* (Jacq.) Dugand (Malvales: Bombacaceae), *Luehea seemannii* (Malvales: Malvaceae), *Cordia alliodora* (Lamiales: Boraginaceae), *Castilla elastica* (Urticales: Moraceae), *Anacardium excelsum* (Sapindales: Anacardiaceae), *Cecropia peltata* L. (Rosales: Cecropiaceae), *Pittoniotis trichantha* Griseb. (Rubiales: Rubiaceae) y *Ficus insipida* Willd. (Rosales: Moraceae). Estas especies e individuos fueron seleccionadas ya que son los árboles más altos y que emergen del dosel. De las especies *L. seemannii*, *A. excelsum* y *F. insipida* se seleccionaron 2 individuos, ya que eran las especies dentro del radio que cubre la grúa que poseen dos o más individuos. La trampa colocada en cada árbol fue revisada semanalmente, desde marzo de 2004 hasta junio de 2005, completando un total de 60 semanas por trampa. Las recolectas fueron semanales ya que la tasa de evaporación en el dosel es muy rápida y dejar más tiempo la muestra podría provocar el daño de la misma. En cada recolecta se procedió a recoger, en un envase, el contenido de los frascos de polietileno de la trampa; la muestra era identificada con la especie de árbol, el número de la trampa y la fecha de recolecta. Los envases de polietileno eran aforados nuevamente con alcohol y colocados en la trampa para un nuevo período de recolecta. Las muestras eran trasladadas a uno de los laboratorios del Programa Centroamericano de Maestría en Entomología de la Universidad de Panamá. Los ejemplares obtenidos se identificaron hasta el nivel de orden y familia utilizando las claves taxonómicas de Borror *et al.* (1992).

Análisis Estadísticos Las variables dependientes analizadas fueron; el número de familias y el número de individuos de cada familia de artrópodo (abundancia) recolectados en las 12 trampas colocados en las nueve especies de árboles en el dosel del bosque durante las 60 semanas (13 meses).

Para verificar la eficiencia de los muestreos se construyeron curvas de acumulación de especies con el estimador Chao 1; para tales propósitos se utilizó el programa Estimates 9.1.0 (Colwell, 2016). Para determinar si existe dependencia entre las familias de artrópodos recolectados y los árboles hospedantes se realizó un análisis Factorial de Correspondencia con XL-STAT (Addinsoft, 2017).

RESULTADOS

Se recolectaron un total de 37 225 artrópodos pertenecientes a 19 órdenes de la Clase Hexapoda y de la Clase Arachnida (Cuadro 1).

Cuadro 1
Número de individuos por Clase y Orden de artrópodos recolectados en 12 árboles de nueve especies que emergen en el dosel del bosque tropical del Parque Natural Metropolitano, Panamá

Clase Hexapoda	No. de familias	Abundancia	Abundancia relativa
Orden	162	36709	98.6
Diptera	37	24317	66.56
Hymenoptera	27	6547	17.57
Hemiptera	27	1773	4.77
Coleoptera	33	1915	3.9
Lepidoptera	8	1280	3.44
Psocoptera	8	320	0.82
Thysanoptera	2	194	0.52
Blattaria	2	175	0.47
Collembola	4	101	0.27
Orthoptera	2	28	0.11
Neuroptera	3	21	0.06
Dermaptera	4	16	0.04
Isoptera	1	15	0.04
Embioptera	1	2	0.01
Mantodea	1	3	0.01
Strepsiptera	1	1	0.01
Trichoptera	1	1	0.01
Clase Arachnida		516	1.4
Orden			
Araneae		514	1.38
Acari		2	0.01

Se identificaron 162 familias de Hexapoda (Cuadro 2). Los individuos del orden Araneae no se identificaron a familia ya que la mayoría eran estados inmaduros. El estimador de riqueza (Chao 1) indica que se consiguió recolectar el 90% de las familias de artrópodos que habitan en el dosel del bosque del PNM (Fig. 2).

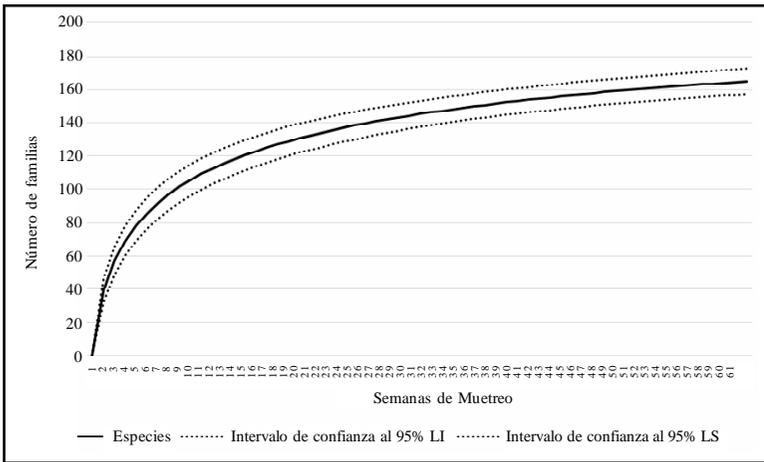


Figura 2. Curva de acumulación basada en la abundancia de los artrópodos recolectados durante 60 semanas en el dosel del PNM.

El número promedio de familias de artrópodos recolectados por semana en el dosel del bosque fue 40 ± 7 , (el intervalo de confianza para el promedio de familias al 95% de confianza fue de 40 ± 1.8), el mínimo de familias recolectadas en una semana fue de 24 y el máximo de 55, el número más frecuente de familias por semana fue de 41. El valor promedio de artrópodos recolectados (abundancia) por semana fue de 620 ± 576 .

El orden Diptera fue el mejor representado, tanto en número de familias como en número de individuos; este orden representó el 65% del total de individuos recolectados, seguido por el Hymenoptera con 18%, Hemiptera con 5%, Coleoptera con un 5% y Lepidoptera con 3% (Cuadro 2). En la Clase Arachnida, el orden mejor representado fue Araneae, pero apenas con el 1% de los artrópodos recolectados. Los individuos del resto de los órdenes sumaron el 3% de la muestra.

En todo el estudio, 10 familias de insectos estuvieron representadas por al menos mil individuos, lo que equivale al 81% de la recolecta. Estas familias fueron Cecidomyiidae, Chironomidae, Psychodidae, Mycetophilidae, Ceratopogonidae (Diptera), Agaonidae, Torymidae, Formicidae (Hymenoptera), y Cicadellidae (Hemiptera) (Cuadro 2). Los microlepidoptera estuvieron representados con 1151 individuos (3%). Las restantes 153 familias engloban el 19% de la muestra y, de estas últimas, 76 familias estuvieron representadas por menos de 10 individuos (Cuadro 2).

En cuanto a la persistencia de las familias durante las 60 semanas, 14 de las familias se recolectaron durante al menos 50 semanas destacando las familias Cecidomyiidae y Cicadellidae las cuales figuran en todos los muestreos (Cuadro 3).

Cuadro 2

Familias de Hexapoda recolectadas e identificadas en el dosel del bosque del PNM.

Orden	Familia	Abundancia	Orden	Familia	Abundancia
Diptera	Cecidomyiidae	13223	Diptera	Agromyzidae	40
Diptera	Chironomidae	5803	Coleoptera	Phengodidae	39
Hymenoptera	Torymidae	2980	Coleoptera	Lampyridae	35
Hymenoptera	Formicidae	1403	Pscoptera	Pseudocaeciliidae	35
Hemiptera	Cicadellidae	1342	Lepidoptera	Gelechiidae	33
Diptera	Psychodidae	1322	Hymenoptera	Scelionidae	33
Lepidoptera	Microlepitoptera	1151	Diptera	Pipunculidae	30
Hymenoptera	Agaonidae	1065	Coleoptera	Staphylinidae	30
Diptera	Mycetophilidae	1065	Coleoptera	Cleridae	29
Diptera	Ceratopogonidae	1005	Coleoptera	Cucujidae	27
Diptera	Phoridae	785	Orthoptera	Gryllidae	25
Hymenoptera	Braconidae	733	Hemiptera	Miridae	25
Coleoptera	Sciaridae	461	Hymenoptera	Vespoidea	25
Coleoptera	Scolytinae	261	Diptera	Lauxaniidae	24
Diptera	Dolichopodidae	239	Hemiptera	Derbidae	22
Coleoptera	Cerambycidae	213	Lepidoptera	Noctuidae	22
Diptera	Tachinidae	198	Hemiptera	Dictyopharidae	20
Thysanoptera	Thripidae	183	Hymenoptera	Platigasteridae	20
Blattaria	Blattellidae	174	Coleoptera	Meloidae	19
Hemiptera	Cixiidae	155	Hemiptera	Pentatomidae	19
Coleoptera	Endomychidae	154	Diptera	Scatopsidae	17
Coleoptera	Chrysomelidae	148	Hemiptera	Achilixiidae	16
Diptera	Tipulidae	145	Lepidoptera	Geometridae	16
Diptera	Culicidae	108	Hymenoptera	Apidae	15
Pscoptera	Psocidae	108	Neuroptera	Coniopterygidae	15
Coleoptera	Curculionidae	102	Hymenoptera	Eupelmidae	15
Pscoptera	Lepidopsocidae	96	Isoptera	Termitidae	15
Coleoptera	Mordellidae	91	Hymenoptera	Drynidae	14
Collembola	Entomobryidae	89	Hemiptera	Tettigoniidae	14
Coleoptera	Phalacridae	86	Hemiptera	Membracidae	13
Hemiptera	Tropiduchidae	80	Pscoptera	Psyllidae	13
Diptera	Drosophilidae	77	Hymenoptera	Pteromalidae	13
Coleoptera	Mycetophagidae	72	Coleoptera	Ptilodactylidae	13
Coleoptera	Coccinellidae	64	Hemiptera	Aleyrodidae	12
Pscoptera	Caecillidae	62	Diptera	Asilidae	12
Diptera	Empididae	60	Hymenoptera	Chalcididae	12
Hymenoptera	Mymaridae	55	Coleoptera	Nitidulidae	12
Hymenoptera	Eulophiidae	52	Hymenoptera	Rhopalosomatidae	12
Lepidoptera	Pyralidae	50	Coleoptera	Chelonariidae	11
Hymenoptera	Ichneumonidae	49	Diptera	Chloropidae	11
Diptera	Lonchaeidae	42	Thysanoptera	Phlaeothripidae	11

Orden	Familia	Abundancia
Hymenoptera	Diapriidae	10
Hymenoptera	Encyrtidae	10
Dermaptera	Labiidae	9
Collembola	Poduridae	9
Coleoptera	Anthribidae	8
Diptera	Odiinidae	8
Hymenoptera	Pompilidae	8
Diptera	Simuliidae	8
Diptera	Stratiomyidae	8
Hymenoptera	Trichogramatidae	8
Hemiptera	Kinnaridae	7
Hemiptera	Flatidae	6
Diptera	Syrphidae	6
Hemiptera	Tingidae	6
Coleoptera	Bruchidae	5
Coleoptera	Elateridae	5
Hemiptera	Lygaeidae	5
Diptera	Ulididae	5
Hemiptera	Cercopidae	4
Neuroptera	Chrysopidae	4
Pscoptera	Liposcelididae	4
Lepidoptera	Lycaenidae	4
Hemiptera	Pyrrhocoridae	4
Hymenoptera	Signiforidae	4
Diptera	Tabanidae	4
Coleoptera	Tenebrionidae	4
Hemiptera	Achilidae	3
Orthoptera	Acrididae	3
Hemiptera	Alydidae	3
Hemiptera	Anthocoridae	3
Hymenoptera	Betylidae	3
Diptera	Calliphoridae	3
Dermaptera	Chelisochidae	3
Hemiptera	Coreidae	3
Dermaptera	Forficulidae	3
Hemiptera	Issidae	3
Coleoptera	Oedemeridae	3
Hemiptera	Reduviidae	3
Diptera	Thérévidae	3
Hemiptera	Acanaloniidae	2
Coleoptera	Anthicidae	2
Diptera	Bibionidae	2
Hymenoptera	Ceraphronoidae	2

Orden	Familia	Abundancia
Hymenoptera	Figitidae	2
Lepidoptera	Hesperiidae	2
Collembola	Isotomidae	2
Neuroptera	Mantispidae	2
Hymenoptera	Megachilidae	2
Diptera	Micropezidae	2
Diptera	Neriidae	2
Lepidoptera	Nymphalidae	2
Embioptera	Oligotomidae	2
Coleoptera	Psephenidae	2
Diptera	Richardiidae	2
Diptera	Acroceridae	1
Hemiptera	Aetalionidae	1
Coleoptera	Alleculidae	1
Diptera	Anisopodidae	1
Pscoptera	Archipsocidae	1
Blattaria	Blattidae	1
Coleoptera	Bostrichidae	1
Coleoptera	Carabidae	1
Hymenoptera	Eucharitidae	1
Hymenoptera	Eurytomidae	1
Hemiptera	Fulgoridae	1
Coleoptera	Helodidae	1
Coleoptera	Hydrophilidae	1
Dermaptera	Labiduridae	1
Hemiptera	Ligaeidae	1
Coleoptera	Lycidae	1
Pscoptera	Psecilidae	1
Diptera	Sarcophagidae	1
Coleoptera	Scarabaeidae	1
Diptera	Sciomyzidae	1
Collembola	Sminthuridae	1
Diptera	Tephritidae	1
Trichoptera		1
Strepsiptera		1

Cuadro 3. Persistencia de las familias en las 60 semanas de muestreo.

Familia	No. de semanas presentes	Familia	No. de semanas presentes	Familia	No. de semanas presentes	Familia	No. de semanas presentes
Cecidomyiidae	60	Lauvanidae	17	Kinnariidae	5	Richardiidae	2
Cicadellidae	60	Noctuidae	17	Melodidae	5	Strepsiptera	2
Araña	59	Dictyopharidae	16	Odiidae	5	Acanaloniidae	1
Fomicidae	59	Entomobryidae	16	Phlaeothripidae	5	Acroceridae	1
Phoridae	59	Phengodidae	16	Poduridae	5	Aetalionidae	1
Psychodidae	56	Pipunculidae	16	Stratiomyidae	5	Allecuidae	1
Chironomidae	55	Derbidae	15	Tingidae	5	Anisopodidae	1
Braconidae	53	Platigasteridae	15	Ulididae	5	Archipsocidae	1
Tachinidae	53	Torymidae	15	Cercopidae	4	Belyidae	1
Blattellidae	52	Scatopsidae	14	Chrysopidae	4	Blattidae	1
Chrysomelidae	52	Membracidae	13	Liposcelididae	4	Bostrichidae	1
Microleptoptera	52	Apidae	12	Lycanidae	4	Carabidae	1
Ceratopogonidae	51	Asilidae	12	Signiforidae	4	Collembola	1
Scolytidae	51	Culicidae	12	Syrphidae	4	Embioptera	1
Dolichopodidae	49	Mycetophagidae	12	Tabanidae	4	Eucharitidae	1
Cerambycidae	48	Pentatomidae	12	Acrididae	3	Eurytomidae	1
Sciaridae	46	Rhopalosomatidae	12	Alydidae	3	Fulgoridae	1
Curculionidae	44	Tettigoniidae	12	Anthocoridae	3	Helodidae	1
Cixidae	43	Achilidae	11	Calliphoridae	3	Hydrophilidae	1
Tipulidae	40	Caeciliidae	11	Coreidae	3	Labiduridae	1
Mycetophilidae	38	Eupelidae	11	Diapriidae	3	Lycidae	1
Endomychidae	36	Geometridae	11	Forficulidae	3	Psephenidae	1
Psocidae	36	Pseudocaeciliidae	11	Issidae	3	Sarcophagidae	1
Tropiduchidae	35	Cheloniidae	10	Mantidae	3	Scarabaeidae	1
Mordellidae	34	Clusidae	10	Oedemeridae	3	Sciomyzidae	1
Ichneumonidae	32	Glechiidae	10	Reduviidae	3	Sminthuridae	1
Lepidopsocidae	31	Pteromalidae	10	Scelionidae	3	Tephritidae	1
Drosophilidae	30	Encyrtidae	9	Tenebrionidae	3		
Eulophidae	29	Anthrribidae	8	Therevidae	3		
Empididae	28	Chloropidae	8	Acari	2		
Lonchaeidae	28	Coniopterygidae	8	Achilidae	2		
Mymaridae	27	Nitidulidae	8	Anthidae	2		
Coccinellidae	26	Simuliidae	8	Bibionidae	2		
Phacridae	25	Aleyrodidae	7	Ceraphronidae	2		
Agonidae	24	Cantharidae	7	Chalcididae	2		
Agromyzidae	23	Drynidae	7	Chelsochidae	2		
Thripidae	23	Pompiidae	7	Figitidae	2		
Cucujidae	22	Psyllidae	7	Hesperidae	2		
Scelionidae	20	Termitidae	7	Isotomidae	2		
Staphylinidae	20	Trichogrammatidae	7	Mantispidae	2		
Vespidae	20	Labidae	6	Megachilidae	2		
Cleridae	19	Lygaeidae	6	Micropezidae	2		
Gryllidae	19	Ptilodactylidae	6	Neridae	2		
Miridae	19	Bruchidae	5	Nymphalidae	2		
Pyralidae	18	Elateridae	5	Oligotomidae	2		
Lampyridae	17	Flatidae	5	Pyrrhocoridae	2		

La especie de árbol donde se recolectó más familias de artrópodos fue *Anacardium excelsum* con 125 familias y en orden descendente *Enterolobium cyclocarpum* (107), *Luehea seemannii* (99), *Castilla elastica* (94), *Ficus insípida* (87), *Pseudobombax septenatum* (72), *Cordia alliodora* (64), *Cecropia peltata* (43) y *Pittonotis trichantha* (21).

En cuanto a la abundancia de artrópodos por árboles hospedantes, las especies de árboles donde se recolectaron más artrópodos fueron *Enterolobium cyclocarpum* y *Anacardium excelsum*, seguidas de *Castilla elástica*, *Ficus insípida* y *Luehea seemannii*. Por otro lado, las especies de árboles donde menos artrópodos se obtu-

vieron fue en *Pittoniotis trichantha*, *Cecropia peltata*, *Cordia alliodora* y *Pseudobombax septenatum* (Fig. 3).

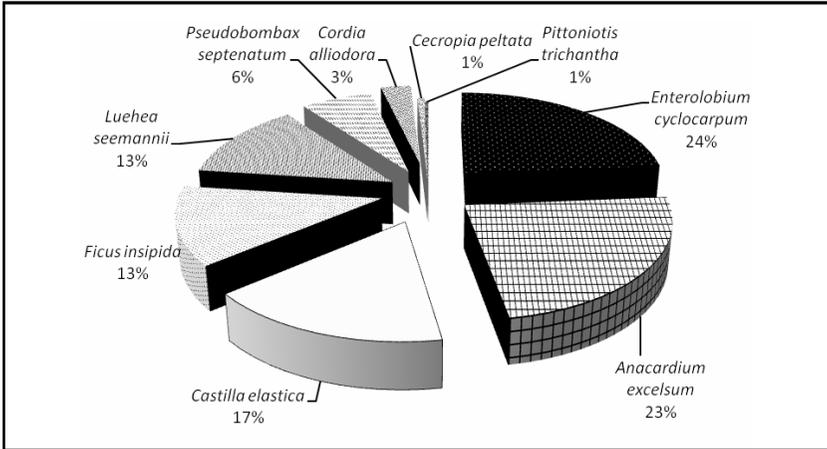


Figura 3. Porcentaje de artrópodos recolectados en dosel de las diferentes especies de árboles estudiadas.

El análisis Factorial de Correspondencia indica que existe dependencia entre las familias de artrópodos y la especie de árbol hospedante ($X^2 = 38908$, $gl = 1408$, $p < 0.0001$). El análisis explica el 75.91% de la varianza de la matriz de abundancia de artrópodos con los 2 primeros factores y la inercia total fue 1.045.

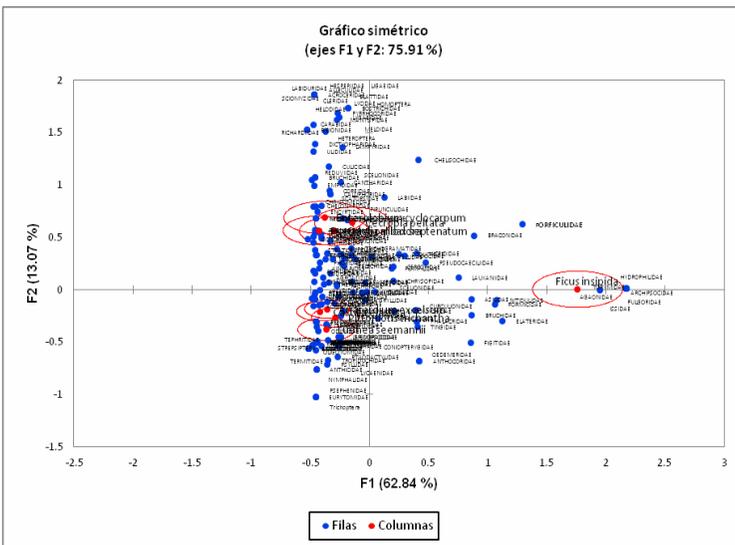


Figura 4. Análisis factorial de correspondencia entre las familias de artrópodos y las especies de árboles hospedantes.

DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio indican que la comunidad de artrópodos del dosel del bosque tropical del PNM está constituida principalmente por familias e individuos del orden Diptera, Hymenoptera, Hemiptera y Coleoptera. La dominancia del orden Diptera, en la comunidad de artrópodos del dosel del PNM, es consistente con datos obtenidos en otros bosques en el mundo, en donde este orden de insecto siempre se encuentra alternado la dominancia con los órdenes Coleoptera e Hymenoptera (Stork, 1988; Springate y Basset 1996; Palacios-Vargas y Castaño-Meneses, 2003; Hurtado-Guerrero *et al.*, 2003; Diodato y Fuster, 2016). La destacada presencia del orden Hemiptera, debido, principalmente, a individuos de la familia Cicadellidae es de resaltar ya que debido al hábito de alimentación de este grupo nos indica que debe haber meristema joven en constante producción por las plantas para que los individuos de Cicadellidae puedan introducir su estilete para alimentarse. La familia Cicadellidae ha sido reportada dominando en el dosel los bosques subtropical secos de Argentina (Diodato y Fuster, 2016).

Los resultados obtenidos en este estudio son la consecuencia de al menos dos aspectos. El primero es el método de recolecta utilizado y el segundo la composición florística del bosque muestreado. La trampa Malaise utilizada para las recolectas en este estudio es un método pasivo para la captura de insectos de vuelo rápido por lo que su mayor eficiencia es para atrapar individuos del orden Diptera e Hymenoptera, tal y como lo reflejan nuestros resultados. El 10% de familias restantes que, según la curva de acumulación de especies, falta por recolectar corresponde a aquellas familias que presentan otros mecanismos de desplazamiento y que no pueden ser atrapadas con esta trampa Malaise. Estudios recientes (Basset *et al.*, 2007, 2012), sugieren que, para tener una estimación más completa de la composición de las comunidades de artrópodos, principalmente, en los tropicales, se hace necesario utilizar más de un método de recolectada para los mismos. El segundo aspecto que tiene que ver con la composición florística del sitio de muestreo implica relaciones de coevolución y/o coespeciación entre las especies de árboles y los artrópodos. Esto se observa en el mayor número de familias e individuos recolectas en algunas especies de árboles y en los resultados del Análisis de Correspondencia que indican que existe dependencia entre los árboles donde se colocaron las trampas y las familias de artrópodos. Asociación que es muy clara entre las familias Agaonidae y Torimydae y *Ficus insipida*.

La abundancia y la persistencia de la familia Cecidomyiidae (Diptera) en el dosel del bosque estudiado son de resaltar, ya que la mayoría de las especies de esta familia tienen el hábito de inducir cecidias (agallas). Éste se considera uno de los hábitos más evolucionados dentro de la fitofagia. Este resultado apoya las hipótesis de Medianero *et al.* (2001, 2003), quienes indican que en el dosel del bosque habitan el mayor número de especies de insectos cecidógenos (inductores de cecidias) que en cualquier otro ambiente o estrato del bosque. El mayor número de individuos de la familia Tachinidae (Diptera) sobre los miembros de las familias Braconidae e Ichneumonidae (Hymenoptera) sugiere que en este estrato del bosque el hábito de parasitar lo ocupan las especies del orden Diptera. Estos datos se complementan con los obtenidos por Van Bael *et al.* (2004), quienes registran la emergencia de un número plural de especies de la familia Tachinidae de larvas de Lepidoptera recolectadas manualmente en el dosel del PNM.

SUMMARY

COMPOSITION OF THE CANOPY ARTHROPODS COMMUNITY IN A TROPICAL LOWLAND FOREST IN PANAMA.

The composition of arthropod community associated with 9 species of trees in the canopy of Parque Natural Metropolitano in Panama was studied. During 60 weeks arthropods were sampled using modified Malaise traps. The canopy was reached using a construction crane established in the park. A total of 37 225 individuals belonging to 162 families were collected. The results indicate that the order Diptera is best represented. The most abundant families were Cecidomyiidae, Chironomidae, Psychodidae, Mycetophilidae, Ceratopogonidae, Agaonidae, Torymidae, Formicidae and Cicadellidae. The species of *Enterolobium cyclocarpum* and *Anacardium excelsum* were the ones with higher association of arthropods, both in number of families and individual. The analysis indicates that there is a dependency between the families of arthropods and tree species. Cecidomyiidae family with gall-induce habit was more abundant taxon.

KEY WORDS: Arboreal insects, Diptera, Hymenoptera, Hemiptera, Coleoptera.

AGRADECIMIENTO

Al Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales por las facilidades prestadas para el uso de la grúa; a Mirna Samaniego (STRI) por la ayuda con la identificación de especies de plantas. Enrique Medianero es miembro del

Sistema Nacional de Investigación de Panamá y es financiado con fondos de gobierno de Panamá a través de la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT) y la Universidad de Panamá. Biseth Araúz es financiada por una beca del gobierno de Panamá (IFAHRU-SENACYT). Alex Martínez es financiado por el Programa de Reinserción de Talento de la SENACYT.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADDINSOFT-SARL. 2017. **XL-STAT 2017. Leading data analysis and statistical solution for Microsoft Excel**. París, Francia.
- AUTORIDAD NACIONAL DEL AMBIENTE. 2012. **Atlas Ambiental de la República de Panamá**. Novo Art S.A. Panamá. 190p.
- BARONE, J. y COLLEY, P. 1996. Herbivory and plant defences in tropical forest. **Annual Review of Ecology and Systematics** 27: 305-335.
- BARRIOS, H. 2003. Insect herbivores feeding on conspecific seedlings and trees. En Y. BASSET, V. NOVOTNY, S. E. MILLER y R. L. KITCHING (Eds.), **Arthropods of Tropical Forests. Spatio-temporal Dynamics and Resource use in the Canopy**. Cambridge University Press, Cambridge. Pp. 282-290.
- BASSET Y., CIZEK L., CUÉNOUD P., DIDHAM R. K., GUILHAUMON F., MISSA O., NOVOTNY V., ØDEGAARD F., ROSLIN T., SCHMIDL J., TISHECHKIN A. K., WINCHESTER N. N., ABERLENC H-P, BAIL J., BARRIOS H., BRIDLE J. R., CASTAÑO-MENESES G, CORBARA B., CURLETTI G, DUARTE DAROCHA W., DEBAKER D., DELABIE J. H.C., DEJEANA., FAGAN L. L., FLORENA., KITCHING R. L., MEDIANERO E., MILLER S. E., GAMA DE OLIVEIRA E., ORIVEL J., POLLET M., RAPP M., RIBEIRO S. P., ROISIN Y., ROUBIK D. W., SCHMIDT J. B., SORENSEN L. y LEPONCE M. 2012. How many arthropod species live in a tropical forest? **Science** 338; 1481-1484.
- BASSET, Y. 1988. A composite interception trap for sampling arthropods in tree canopy. **Journal of the Australian Entomological Society** 27; 213-219.
- BASSET, Y. 1991. The spatial distribution of herbivory mines and gall within an Australian rain forest tree. **Biotropica** 23; 271-281.
- BASSET, Y. 1996. Local communities of arboreal herbivores in Papua New Guinea: Predictors of insect variables. **Ecology** 77; 1906 - 1919.
- BASSET, Y. 2001. Communities of insects' herbivores foraging on saplings versus matures trees of *Pourouma bicolor* (Cecropiaceae) in Panama. **Oecologia** 129; 253-260.
- BASSET, Y. ABERLENC, H. P. y DELVARE, G. 1992. Abundance and stratification of foliage arthropods in a lowland rain forest of Cameroon. **Ecological Entomology** 17, 310-318.
- BASSET, Y. y SAMUELSON, G. A. 1996. Ecological characteristics of an arboreal community of Chrysomelidae in Papua New Guinea. En: P. JOLIVET y M. COX (Eds.), **Chrysomelidae Biology, vol. 2, Ecological studies**. Academic Publishing, Amsterdam, The Netherlands. Pp. 243-262.

- BASSET, Y., CIZEK L., CUÉNOUD, P., DIDHAM, R. K., NOVOTNY, V., ØDEGAARD, F., ROSLIN, T., TISHECHKIN, A. K., SCHMIDL, J., WINCHESTER, N. N., ROUBIK, D. W., ABERLENC, H. P., BAIL, J., BARRIOS, H., BRIDLE, J. R., CASTAÑO-MENESES, G., CORBARA, B., CURLETTI, G., DUARTE DA ROCHA, W., DE BAKKER, D., DELABIE, J. H., DEJEAN, A., FAGAN, L. L., FLOREN, A., KITCHING, R. L., MEDIANERO, E., GAMA DE OLIVEIRA, E., ORIVEL, J., POLLET, M., RAPP, M., RIBEIRO, S. P., ROISIN, Y., SCHMIDT, J. B., SØRENSEN, L., LEWINSOHN, T. M., y LEPONCE, M. 2015. Arthropod Distribution in a Tropical Rainforest: Tackling a Four Dimensional Puzzle. **PLoS One** Dec 3;10(12): 0144110.
- BASSET, Y., CORBARA, B., BARRIOS, H., CUENOU, P., LEPONCE, M., ABERLENC, H. P., BAIL, J., BITO, D., BRIDLE, J. R., CASTAÑO-MENESES, G., CIZEK, L., CORNEJO, A., CURLETTI, G., DELABIE, J. H. C., DEJEAN, A., DIDHAM, R. K., DUFRENE, M., FAGAN, L. L., FLOREN, A., FRAME, D. M., HALLE, F., HARDY, O. J., HERNANDEZ, A., KITCHING, R. L., LEWINSOHN, T. M., LEWIS, O. T., MANUMBOR, M., MEDIANERO, E., MISSA, O., MITCHELL, A. W., MOGIA, M., NOVOTNY, V., OLIVEIRA, E. G DE, ØDEGAARD, F., ORIVEL, J., OZANNE, C. M. P., PASCAL, O., PINZON, S., RAPP, M., RIBEIRO, S. P., ROISIN, Y., ROSLIN, T., ROUBIK, D. W., SAMANIEGO, M., SCHMIDL, J., SØRENSEN, L. L., TISHECHKIN, A., VAN OSSELAER, C. y WINCHESTER, N. N. (2007). IBISCA-Panama, a large-scale study of arthropod beta-diversity and vertical stratification in a lowland rainforest: rationale, description of study sites and field methodology. **Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique- Entomologie** 77; 39-69.
- BASSET, Y., NOVOTNY, V., MILLER, S. E. y KITCHING, R. 2003. Canopy entomology, an expanding field of natural science. En: Y. BASSET, V. NOVOTNY, S. E. MILLER y R. L. Kitching (Eds.), **Arthropods of Tropical Forests. Spatio-temporal Dynamics and Resource use in the Canopy**. Cambridge University Press, Cambridge. Pp. 4-6.
- BLANC, P. 1990. Bioclimatologie comparée de la canopée et du sous-bois. En F. HALLE y P. BLANC (Eds.), **Biologie d'une canopée de forêt équatoriale**. Rapport de Mission Radeau des Cimes, Octobre-Novembre 1989, Petit Saut - Guyane Française, Montpellier II et CNRS-Paris VI, Montpellier/Paris. Pp. 42-43.
- BLÜTHGEN, N., VERHAAGH, M., GOITÍA, W., JAFFÉ, K., MORAWETZ, W., y BARTHLOTT, W. 2000. How plants shape the ant community in the Amazonian rainforest canopy: the key role of extrafloral nectaries and homopteran honeydew. **Oecologia** 125; 229-240.
- BORROR, D., TRIPLEHORN, C. y JOHNSON, N. 1992. **An introduction to the study of insect**. 6th. Saunders College Publishing. U.S.A. 875 pp.
- CAMPOS-PINEDA, E. G., MORENO J. y MENDIETA, J. 2017. Análisis florístico de la vegetación arbórea de una parcela de bosque en el Parque Natural Metropolitano, Provincia de Panamá. **Scientia** 27: 7-24.
- DIAL, R. J., ELLWOOD, M. D. F., TURNER, E. C. y FOSTER, W. A. 2006. Arthropod abundance, canopy structure, and microclimate in a Bornean lowland tropical rain forest. **Biotropica** 38 (5): 643-652.
- DIODATO, L. y FUSTER. A. 2016. Composición del ensamblaje de insectos del dosel de bosques subtropicales secos del Chaco semiárido, Argentina. **Caldasia** 38 (1):197-210.

- DOMINY, N. J., LUCAS, P. W., y WRIGHT, S. J. 2003. Mechanics and chemistry of rain forest leaves: canopy and understory compared. **Journal of Experimental Botany** 54: 2007-2014.
- ERWIN, T. 1982. Tropical forest; their richness in Coleoptera and other Arthropod species. **The Coleopterists Bulletin** 36: 74-75.
- ERWIN, T. 1983 Tropical forest canopies: the last biotic frontier. **Bulletin of the Entomological Society of America** 29: 14-19.
- ERWIN, T. 2013. Forest Canopies, Animal Diversity. En: **Encyclopedia of Biodiversity**. Levin, S. (Ed.). Academic Press Elsevier. Pp.511-515.
- ERWIN, T. y SCOTT, J. C. 1980. Seasonal and size patterns, trophic structure and richness of Coleoptera in the tropical arboreal ecosystem: the fauna of the tree *Luehea seemanii* Triana and Planch in the Canal Zone of Panama. **The Coleopterists Bulletin** 34: 305- 322.
- COLWELL, R. K. 2016. **EstimateS, Version 9.1.0**: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from SamplesM (Software and User's Guide). Freeware for Windows and Mac OS.
- HURTADO-GUERRERO J. C., VASCONCELOS-DAFONSECA, C. R., HAMMOND, P. M. y STORK, N. 2003. Seasonal variation of canopy arthropods in Central Amazon. En Y. BASSET, V. NOVOTNY, S.E. MILLER and R.L. KITCHING (Eds.), **Arthropods of Tropical Forests. Spatio-temporal Dynamics and Resource use in the Canopy**. Cambridge University Press, Cambridge. Pp. 170-175.
- LAMAUD, E., CARRARA, A., BRUNET, Y., LÓPEZ, A., y DRUILHET, A. 2002. Ozone fluxes above and within a pine forest canopy in dry and wet conditions. **Atmospheric Environment** 36: 77-88.
- LOWMAN, M. 1993. The ecology of tropical rain forest canopies. **Trends in Ecology and Evolution** 8: 104-107.
- LOWMAN, M. D. 1995. Herbivory as a canopy process in rain forest trees. En: **Forest canopies**. M. D. LOWMAN y N. M. NADKARNI (Eds.), Academic Press, New York, New York, USA. Pp. 431-455.
- LOWMAN, M. D., SCHOWALTER T. D. y FRANKLIN, J. F. 2012. **Methods in Forest Canopy Research**. University of California Press, USA. 240 pp.
- MARQUIS, R. J. 1991. Herbivore Fauna of *Piper* (Piperaceae) in a Costa Rican Wet Forest: Diversity, specificity and impact. En: **Plant-Animal Interactions: Evolutionary Ecology in Tropical and Temperate Regions**. P. W. PRICE, T. M. LEWINSOHN, G. W. FERNANDES y W. W. BENSON (Eds.). John Wiley y Sons, New York. Pp. 179-208.
- MEDIANERO, E. y BARRIOS, H. 2001. Riqueza de insectos cecidógenos en el dosel y sotobosque de dos zonas ecológicas en Panamá. **Scientia** 16: 17-42.
- MEDIANERO, E., VALDERRAMA, A. y BARRIOS, H. 2003. Diversidad de insectos minadores de hojas y formadores de agalla en el dosel y sotobosque del bosque tropical. **Acta Zoológica Mexicana** (nueva serie) 89: 153-168.
- MIAMBIENTE, 2017. Áreas protegidas y Vida Silvestre. Parque Natural Metropolitano. <http://www.miambiente.gob.pa/index.php/sistema-nacional-de-areas-protegidas-sinap>

- WRIGHT, S. J. y COLLEY, M. 1996. **Accessing the canopy. Assessment of biological diversity and microclimate of the tropical forest canopy**: Phase 1, United Nations Environmental Program, Nairobi, Kenya. 94pp.
- NADKARNI, N. M. 1994. Diversity of species and interactions in the upper tree canopy of forest ecosystems. **American Zoologist** 34: 70-78.
- NAKAMURA, A., R. L. KITCHING, M. CAO, T. J. CREEDY, T. M. FAYLE, M. FREIBERG, C. N. HEWITT, T. ITIOKA, L. P. KOH, K. MA, Y. MALHI, A. MITCHELL, V. NOVOTNY, C. M. P. OZANNE, L. SONG, H. WANG, y L. A. ASHTON. 2017. Forest canopy science: achievements and horizons. **Trends in Ecology and Evolution** 36(6): 438-451.
- ØDEGAARD, F. 2000. The relative importance of trees versus lianas as hosts for phytophagous beetles (Coleoptera) in tropical forests. **Journal of Biogeography** 27: 283-296.
- ØDEGAARD, F. 2003. Taxonomic composition and host specificity of phytophagous beetles in dry forest in Panama. En: **Arthropods of Tropical Forests. Spatio-temporal Dynamics and Resource use in the Canopy**. Y. BASSET, V. NOVOTNY, S. E. MILLER y R. L. KITCHING (Eds.). Cambridge University Press, Cambridge. Pp. 226-226.
- OZANNE, C. M. P., ANHUF, D., BOULTER, S. L., KELLER, M., KITCHING, R. L., KÖRNER, C., MEINZER, F. C., MITCHELL, A. W., NAKASHIZUKA, T., SILVADIAS, P. L., STORK, N. E., WRIGHT, S. J., y YOSHIMURA, M. 2003. Biodiversity meets the atmosphere: a global view of forest canopies. **Science** 301: 183-186.
- PALACIOS-VARGAS, J. G. y CASTAÑO-MENESES, G. 2003. Seasonality and community composition of springtails in mexican forest. En: **Arthropods of Tropical Forests. Spatio-temporal Dynamics and Resource use in the Canopy**. Y. BASSET, V. NOVOTNY, S. E. MILLER y R. L. KITCHING (Eds.). Cambridge University Press, Cambridge. Pp. 159-169.
- PARKER, G. G. 1995. Structure and microclimate of forest canopies. En: **Forest Canopies**. M. D. Lowman y N. M. Nadkarni (Eds.). Academic Press, San Diego, USA. Pp. 431-455.
- SPRINGATE, N. D. y BASSET, Y. 1996. Diel activity of arboreal arthropods associated with Papua New Guinean trees. **Journal of Natural History** 30: 101-112.
- STORK, N. E. 1988. Insect diversity: Facts, fiction and speculation. **Biological Journal of Linnean Society** 35: 321-337.
- TOSSI, J. 1971. **Zonas de vida. Una base ecológica para la investigación silvícola e inventario forestal en la República de Panamá**. Programa de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Roma. 126 pp.
- VAN BAEL, S., AIELLO, A., VALDERRAMA, A., MEDIANERO, E., SAMANIEGO, M. y WRIGHT, S. J. 2004. General herbivore outbreak following an El Niño-related drought in lowland Panamanian forest. **Journal of Tropical Ecology** 20: 625-633.

Recibido: 15 de octubre de 2017.
Aceptado: 29 de diciembre de 2017.

