

Entomofauna del campus de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá: Parámetros descriptivos de su composición y su abundancia

Entomofauna of the National University of Colombia, Bogota campus: Descriptive parameters of its composition and abundance

 EDGAR CAMERO-R.¹ *  LUIS MIGUEL MURCIA-BETANCOURT¹
 MIGUEL ANTONIO ZÚÑIGA-TOTENA¹  SOFÍA GARCÍA-MARÍN¹

¹ Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. eecameror@unal.edu.co, lmurciab@unal.edu.co, mazunigat@unal.edu.co, sogarciama@unal.edu.co

Resumen: Se analizó la composición vertical la entomofauna en tres zonas del campus de la Universidad Nacional de Colombia en Bogotá entre los años 2018 y 2020 con el fin de dar a conocer especialmente a la comunidad en general, de la riqueza faunística en este relicto de zonas verdes dentro del paisaje urbano. Para la recolección de los especímenes, se realizaron muestreos estratificados en zonas con diferentes coberturas vegetales en el campus. La entomofauna recolectada se determinó a nivel de familia, para la cual se establecieron los valores de diversidad de Brillouin (B), dominancia (D) y equitatividad de Simpson (1-D). Se evaluó la eficiencia de los muestreos por medio del estimador Chao-1, se establecieron los modelos de abundancia de los sitios de muestreo para conocer su relación con los valores de diversidad y se determinó el nivel trófico de cada uno de los grupos recolectados. Los resultados muestran que la entomofauna de la Ciudad Universitaria está caracterizada por los bajos valores de diversidad, mayores valores de riqueza y abundancia en los estratos herbáceos y por el predominio de grupos de hábitos fitófagos y polífagos.

Palabras clave: artrópodos, divulgación científica, entomofauna, estratificación, gremios tróficos.

Abstract: The vertical composition of the entomofauna was analyzed in three areas of the Universidad Nacional de Colombia Bogotá campus, between 2018 and 2020 in order to make known especially to the general community, the faunal richness found in this relict of green areas within the urban landscape. To collect the specimens, stratified samplings were carried out in areas with different plant covers on the university campus. The collected entomofauna was determined at the family level and the values of Brillouin diversity (B), dominance (D) and Simpson's fairness (1-D) were established. The efficiency of the samplings was evaluated by means of the Chao-1, abundance models of the sampling sites were established to know their relationship with the diversity values and the trophic level of each of the collected groups was determined. Results show that the entomofauna of the Ciudad Universitaria is characterized by low values of diversity, higher values of richness and abundance in the herbaceous strata and by the predominance of groups with phytophagous and polyphagous habits.

Keywords: Arthropods, entomofauna, scientific dissemination, stratification, trophic guilds.

* Autor de correspondencia

Edgar Camero-R., Universidad Nacional de Colombia, Av. Carrera 30 # 45-03 Edif. 476 - Facultad de Ciencias, Bogotá, Colombia. eecameror@unal.edu.co

Citación sugerida

CAMERO-R, E.; MURCIA-BETANCOURT, L. M.; ZÚÑIGA-TOTENA, M. A.; GARCÍA-MARÍN, S. 2022. Entomofauna del campus de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá: Parámetros descriptivos de su composición y su abundancia. *Revista Colombiana de Entomología* 48 (2): e11726. <https://doi.org/10.25100/socolen.v48i2.11726>

Recibido: 11-Nov-2021

Aceptado: 28-Jun-2022

Publicado: 25-Oct-2022

Revista Colombiana de Entomología

ISSN (Print): 0120-0488

ISSN (On Line): 2665-4385

<https://revistacolombianaentomologia.univalle.edu.co>

Open access



BY-NC-SA 4.0
creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Publishers: Sociedad Colombiana de Entomología
SOCOLEN (Bogotá, D. C., Colombia)
<https://www.socolen.org.co>
Universidad del Valle (Cali, Colombia)
<https://www.univalle.edu.co>

Introducción

Los insectos son el grupo de animales más diverso en la naturaleza y Colombia es uno de los países con mayor diversidad de insectos del mundo debido especialmente, a su exclusiva ubicación geográfica y a las características orográficas que inciden en la formación de distintos gradientes climáticos y edáficos que hacen posible la formación de una gran variedad de ecosistemas, muchos de ellos con un gran número de especies endémicas (Hernández y Sánchez 1992). Entre la diversidad de insectos de Colombia, se destaca la riqueza biológica de las especies de lepidópteros y coleópteros, siendo dos de los órdenes mejor estudiados en el país (SiB Colombia 2020).

Los insectos han colonizado casi todos los ambientes terrestres y esta variedad, ha generado una amplia diversidad de adaptaciones fisiológicas y morfológicas que los convierte en un grupo sensible a los cambios ambientales, por lo que se les considera como buenos indicadores de la calidad ambiental (Bursell 1974; Wainwright

1994; Chown y Nicolson 2004; Danks 2007; Schowalter y Baton 2016). En los ecosistemas terrestres, los insectos cumplen funciones tan importantes como la herbivoría, la polinización, la dispersión de semillas y la descomposición orgánica por lo que tienen un papel fundamental en el reciclado de los nutrientes y en la fertilidad del suelo (Dindal 1990; Weisser y Siemann 2013).

Las cifras más recientes calculan en cerca de 12 mil las especies conocidas de insectos en Colombia (IAvH 2017), aunque el mayor porcentaje de ellas que aún está por descubrir, habitan los ecosistemas de bosques y selvas naturales. La urbanización ha reducido las coberturas boscosas, lo cual ha desplazado y extinguido a la mayoría de las poblaciones de insectos, a la vez que ha reducido la interacción humana con la naturaleza, por lo que existe un desconocimiento generalizado de la biología e importancia de los insectos y de su estrecha relación con las actividades humanas. Se ignora que las grandes zonas verdes de las ciudades proporcionan una gran variedad de hábitats para los insectos, como por ejemplo los humedales, parques, jardines, bordes de vía, riberas y caminos (Gill *et al.* 2016).

En el caso de Bogotá, ciudad caracterizada por su gran transformación en el paisaje natural, es cada vez menos frecuente encontrar zonas verdes que contribuyan a la conservación de la diversidad biológica, y estas áreas en general se restringen a algunos relictos en las zonas de humedales y a los alrededores urbanos. El campus de la Universidad Nacional en la sede Bogotá, es un espacio que equilibra el ecosistema urbano, siendo uno de los pulmones más importantes de la ciudad que alberga distintas especies nativas de hierbas, árboles y arbustos de ecosistemas andinos (Infante *et al.* 2008); la amplia gama de zonas verdes del campus, lo convierte en un espacio de gran importancia para la residencia estacionaria y permanente de un gran número de especies animales incluidas las de insectos, y que como patrimonio natural debe conocerse y preservarse.

El presente trabajo buscó hacer una descripción de la composición de la riqueza faunística y la diversidad de los insectos dentro del campus de la Universidad Nacional en Bogotá, a partir de los resultados de los parámetros de caracterización ecológica y de los hábitos tróficos de las familias de insectos recolectados bajo diferentes ambientes en estratos verticales del campus, como parte del proceso de familiarizar a la comunidad universitaria y al público en general con su patrimonio biológico.

Materiales y métodos

Recolección y análisis de muestras. Entre los años 2018 y 2020 se realizaron muestreos semestrales de insectos en tres ambientes de zonas verdes de la Ciudad Universitaria con distintas coberturas vegetales; arboledas, arbustales e invernaderos, que comprenden pastizales, zonas inundables y jardines (Fig. 1). Las capturas se realizaron en tres estratos verticales: superficial, herbáceo y arbustivo. Para el estrato superficial, se analizaron muestras procedentes de la instalación de 10 trampas de caída de 500 ml ubicadas en línea recta y separadas por distancias de 2 m dentro de transectos aleatorios (Greenlade 1964; Sabu *et al.* 2011), mientras que en los estratos herbáceos y arbustivos se realizaron tres muestreos con trampas de interceptación de vuelo con cebo volátil a alturas de 80 cm y 2 m respectivamente mantenidas por un tiempo de 48 horas (Peck y Davies 1980). Como complemento de estas técnicas, se utilizaron redes entomológicas para la captura de especímenes.

Las muestras se etiquetaron y transportaron en alcohol al 70% al Laboratorio de Biología de Suelos del Departamento de Biología de la Universidad Nacional de Colombia (LABSUN) para su determinación taxonómica a nivel de familia o grupo supra-específico con base en la clasificación propuesta por Grimaldi y Engel (2005) y mediante el uso de las claves taxonómicas de Johnson y Triplehorn (2005) y Gullan y Craston (2010), confirmando los nombres válidos en Species 2000 y Catálogo ITIS (Roskov *et al.* 2019). Una vez terminada esta fase, los especímenes ingresaron a la colección registrada de este laboratorio (RNC 276) de manera permanente. Luego de la determinación taxonómica, se efectuó la asignación de gremios tróficos para cada grupo según la consulta bibliográfica encontrada en Johnson y Triplehorn (2005), Gullan y Craston (2010) y Rafael *et al.* (2012) en las siguientes categorías: fitófagos, polífagos, micófagos, coprófagos, saprófagos, hematófagos, depredadores y parásitos/parasitoides, incluyendo dentro de los hábitos fitófagos, aquellos grupos de insectos que se alimentan de diversos órganos vivos de las plantas y que contemplan a los polinizadores, defoliadores, trozadores, succionadores y minadores.

Análisis de los datos. Para el análisis de los datos se evaluó la eficiencia de los muestreos por medio del estimador Chao-1 para hallar la completitud de la riqueza de grupos al relacionar la riqueza observada con la riqueza estimada y por el método de binomiales negativas que utiliza los valores de riqueza de los grupos en las distintas unidades muestrales; además, se realizó un análisis exploratorio de “box-plot” para evaluar la similaridad entre los sitios de muestreo (Montes y Ramírez 1978; Chao y Jost 2012). Se determinaron los modelos de abundancia a partir de los valores de riqueza de los grupos recolectados (MacArthur 1957; Krebs 1989) y se efectuaron dendrogramas de similaridad de Bray-Curtis a partir de los datos de presencia/ausencia a través del método de “single-linkage”. Se calcularon los valores de diversidad alfa de Brillouin (B), más recomendado para este tipo de muestreos, los valores de dominancia (D) y equitatividad de Simpson (1-D) y de diversidad beta de Wittaker (aW) a partir de los valores de abundancia de los grupos mediante el uso de los paquetes STATS (Bolar 2019), MASS (Ripley *et al.* 2020) y CAR (Fox *et al.* 2020) en el programa R v. 4.0.3 (R Development Core Team 2017) que fueron validadas mediante pruebas de Kruskal-Wallis. Finalmente, se evaluó la afinidad de la fauna con los sitios de muestreo mediante un Análisis de Correspondencia (DCA) utilizando el programa PAST v. 2.15 (Hammer *et al.* 2001).

Resultados

Abundancia y diversidad. Se recolectaron 4.659 individuos en los tres sitios de muestreo, que se incluyen en 15 órdenes y 115 familias (Tabla 1). El 35,7% fue recolectado en las arboledas, el 33,5% en los arbustales y el 30,9% restante en los invernaderos. De los 115 grupos recolectados, 101 se obtuvieron en las arboledas, 91 en los invernaderos y 85 en los arbustales. No se encontraron diferencias en los valores de diversidad entre los sitios de muestreo (Kruskal-Wallis, $H = 0,51$ $p = 0,05$), los valores de diversidad en los tres sitios evaluados fueron bajos y con bajos valores de recambio (aW) y dominancia (D). Los valores de mayor diversidad faunística y equitatividad de grupos se obtuvieron en los invernaderos (HB = 3,58; 1-D = 0,96) y el de menor diversidad en las arboledas (HB = 3,49) que a la vez presentaron el mayor valor de dominancia (D = 0,047) (Tabla 2).

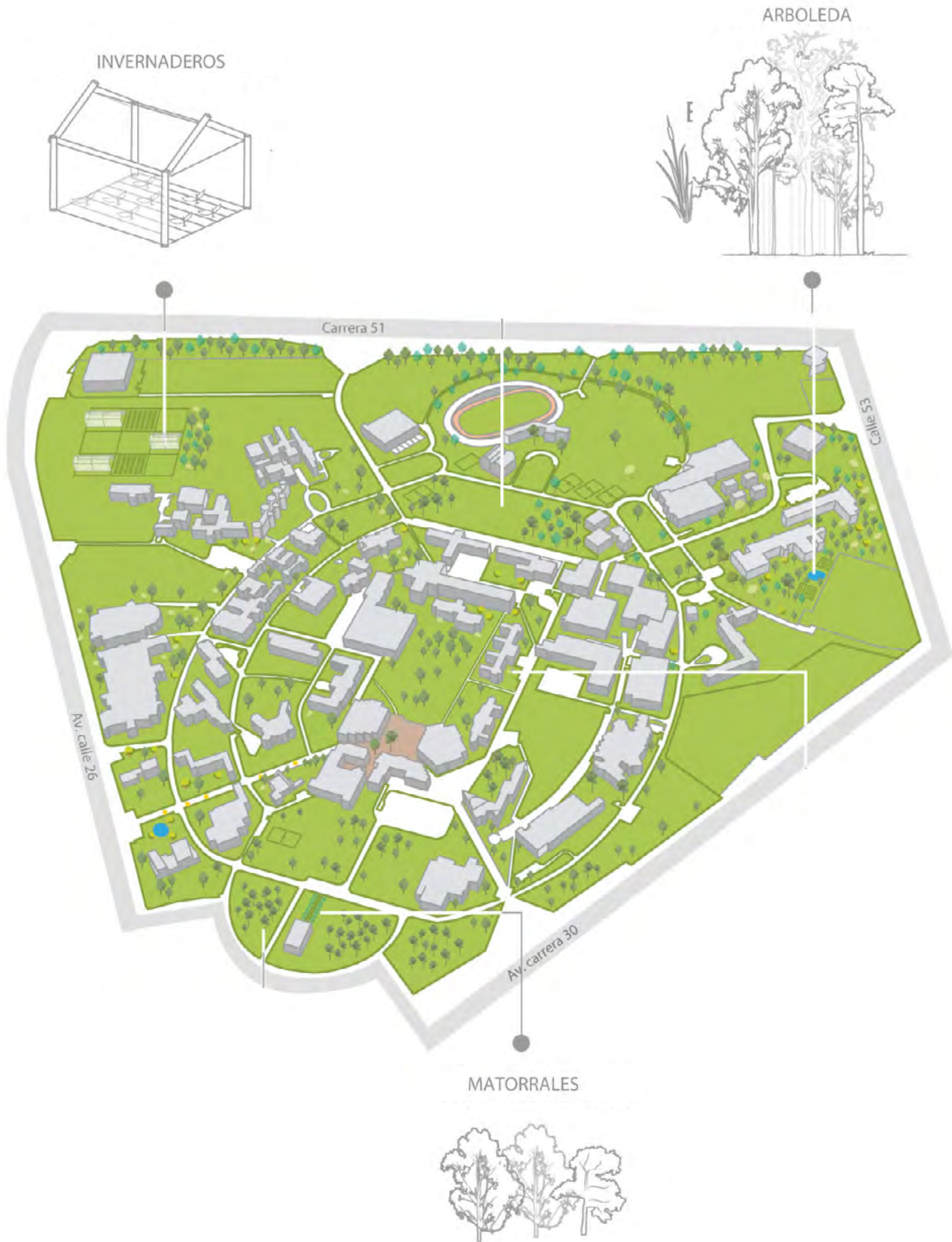


Figura 1. Zonas de muestreo bajo las distintas coberturas vegetales en sectores de la Ciudad Universitaria.

Tabla 1. Abundancia relativa y gremios tróficos de la entomofauna recolectada en tres zonas de muestreo de la Ciudad Universitaria.

	Familia/Grupo	Gremio	Arboledas	Arbustales	Invernaderos		Familia/Grupo	Gremio	Arboledas	Arbustales	Invernaderos
1	Aeolothripidae	Fit	0	0	0,003	59	Lauxaniidae	Fit	0,002	0,001	0
2	Aeshnidae	Dep	0,002	0,001	0,001	60	Lepismatidae	Sap	0,001	0	0
3	Agaonidae	Fit	0,002	0,001	0,002	61	Libellulidae	Dep	0,001	0,003	0,001
4	Agromyzidae	Fit	0,032	0,021	0,028	62	Lycaenidae	Fit	0,001	0,000	0,001
5	Aleyrodidae	Fit	0	0,002	0,016	63	Lygaeidae	Fit	0,001	0,001	0,001
6	Amphipsocidae	Sap	0,005	0	0,001	64	Melolonthidae	Fit	0,001	0,002	0,003
7	Anisopodidae	Sap	0,006	0,003	0,001	65	Membracidae	Fit	0	0,001	0,001
8	Aphididae	Fit	0,010	0,014	0,030	66	Miridae	Fit	0,001	0	0,002
9	Apidae	Fit	0,003	0,001	0,003	67	Muscidae	Cop	0,001	0,003	0,006
10	Bibionidae	Sap	0,004	0,005	0,008	68	Mycetophilidae	Mic	0,024	0,021	0,017
11	Blattidae	Pol	0,004	0,003	0,005	69	Mymaridae	Psd	0	0	0,001
12	Braconidae	Psd	0,001	0	0	70	Nitidulidae	Fit	0,017	0,020	0,031
13	Calliphoridae	Sap	0,010	0,003	0,005	71	Noctuidae	Fit	0,001	0,002	0,006
14	Carabidae	Dep	0,005	0,002	0,003	72	Notonectidae	Dep	0,002	0	0
15	Cebrionidae	Fit	0,001	0	0	73	Nymphalidae	Fit	0,001	0,004	0,006
16	Cecidomyiidae	Fit	0,010	0,030	0,030	74	Onychiuridae	Sap	0,025	0,042	0,033
17	Cerambycidae	Fit	0,001	0	0,001	75	Pentatomidae	Fit	0,001	0	0
18	Ceratopogonidae	Hem	0,007	0,009	0,006	76	Phalacridae	Pol	0,001	0,007	0,004
19	Cercopidae	Fit	0,006	0,014	0,012	77	Phloeothripidae	Fit	0,005	0,003	0,005
20	Chalcidae	Psd	0,003	0,005	0,002	78	Phoridae	Sap	0,092	0,104	0,082
21	Chironomidae	Fit	0,005	0,008	0,011	79	Pieridae	Fit	0,001	0,003	0,001
22	Chloropidae	Sap	0,023	0,026	0,019	80	Poduridae	Sap	0,025	0,042	0,032
23	Chrysomelidae	Fit	0,004	0,005	0,010	81	Pompilidae	Dep	0,001	0	0
24	Chrysopidae	Fit	0,001	0	0	82	Pselaphidae	Dep	0,001	0,004	0,002
25	Cicadellidae	Fit	0,026	0,023	0,020	83	Psychodidae	Hem	0,019	0,014	0,022
26	Coccinellidae	Dep	0,002	0	0,001	84	Psyllipsocidae	Sap	0,001	0,001	0
27	Coenagrionidae	Dep	0,001	0,003	0	85	Ptiliidae	Mic	0,024	0,034	0,008
28	Conopidae	Psd	0,001	0,003	0,001	86	Pyrrhocoridae	Pol	0,001	0	0
29	Coreidae	Fit	0,001	0	0,001	87	Reduviidae	Dep	0	0	0,001
30	Culicidae	Hem	0,001	0,004	0,001	88	Riodinidae	Fit	0,001	0,001	0
31	Curculionidae	Fit	0,007	0,005	0,002	89	Sarcophagidae	Sap	0,001	0,003	0,006
32	Cydnidae	Fit	0,001	0,006	0,011	90	Satyridae	Fit	0,001	0	0
33	Delphacidae	Fit	0,040	0,046	0,034	91	Scarabaeidae	Cop	0,008	0,010	0,008
34	Dixidae	Fit	0,001	0	0	92	Scatopsidae	Cop	0,002	0,003	0,001
35	Dolichopodidae	Dep	0,004	0,004	0,006	93	Sciaridae	Mic	0,022	0,028	0,019
36	Drosophilidae	Fit	0,055	0,049	0,031	94	Sciomyzidae	Fit	0	0,003	0,001
37	Dynastidae	Fit	0,001	0,003	0,001	95	Scolytidae	Xil	0,002	0,008	0,005
38	Dytiscidae	Dep	0,002	0	0	96	Sepsidae	Sap	0,002	0,009	0,004
39	Elateridae	Fit	0,001	0	0,001	97	Silphidae	Sap	0	0,001	0,000
40	Electrentomidae	Sap	0,001	0,002	0,004	98	Sminthuridae	Sap	0,053	0,042	0,029
41	Empididae	Dep	0,007	0,010	0,006	99	Sphaeroceridae	Sap	0,002	0,001	0,001
42	Entomobryidae	Sap	0,046	0,029	0,047	100	Sphingidae	Fit	0	0	0,001
43	Erebidae	Fit	0,004	0,003	0,006	101	Staphylinidae	Pol	0,012	0,009	0,006
44	Eulophidae	Psd	0	0	0,001	102	Stratiomyidae	Sap	0,001	0	0
45	Eurytomidae	Psd	0	0,001	0	103	Syrphidae	Fit	0,001	0,003	0
46	Forficulidae	Fit	0	0,003	0,006	104	Tabanidae	Hem	0,001	0	0,001
47	Formicidae	Pol	0,127	0,070	0,099	105	Tachinidae	Psd	0	0	0,003
48	Fulgoridae	Fit	0,008	0,012	0,008	106	Tenebrionidae	Sap	0,006	0,006	0,001
49	Gelechiidae	Fit	0,001	0,004	0,002	107	Tenthredinidae	Fit	0	0,001	0
50	Geometridae	Fit	0,004	0,005	0,003	108	Tephritidae	Cop	0,002	0,004	0,006
51	Heliconiidae	Fit	0,001	0,001	0	109	Tettigoniidae	Fit	0,001	0	0,000
52	Hemipsocidae	Sap	0,001	0	0,001	110	Thripidae	Fit	0,001	0,004	0,001
53	Hesperiidae	Fit	0	0,002	0,001	111	Tipulidae	Sap	0,005	0,003	0,001
54	Histeridae	Dep	0,001	0	0	112	Tortricidae	Fit	0,005	0,004	0,008
55	Hypogastruridae	Sap	0,026	0,015	0,045	113	Trichogrammatidae	Psd	0	0,001	0,001
56	Ichneumonidae	Psd	0,004	0,002	0,004	114	Ulidiidae	Pol	0,013	0,011	0,008
57	Isotomidae	Sap	0,076	0,085	0,076	115	Vespidae	Dep	0,001	0	0,001
58	Labiidae	Sap	0,002	0,001	0						

La abundancia y composición de los grupos presentan pocas variaciones de un ambiente a otro (Fig. 2A). En general, existe una equitativa repartición de la abundancia entre los grupos dominantes y pocos grupos exclusivos de alta abundancia, lo cual es observable en las gráficas de los modelos de abundancia y en su mayor ajuste a los modelos logarítmicos (Fig. 3A-C). La riqueza esperada en los sitios de muestreo fue mayor a la encontrada según los valores en el índice Chao-1, del cual se deriva el cálculo del porcentaje de completitud, que fue mayor en los invernaderos (94,4%) y menor en las arboledas (91,8%), por lo que se puede considerar que la mayoría de la riqueza de insectos fue recolectada mediante las técnicas de muestreo utilizadas.

En cuanto a la variación vertical, la mayor riqueza de grupos se encontró en los estratos herbáceos y menor en los superficiales (Fig. 3D-F). Las familias más abundantes en el

estrato herbáceo de las arboledas fueron Formicidae (Hymenoptera), Agromyzidae, Drosophilidae, Phoridae (Diptera), y Delphacidae (Hemiptera); en los arbustales las familias Drosophilidae, Phoridae (Diptera), Formicidae (Hymenoptera), Delphacidae (Hemiptera) y Ptiliidae (Coleoptera), y en los invernaderos las familias Formicidae (Hymenoptera), Drosophilidae, Phoridae (Diptera), Delphacidae (Hemiptera) y Nitidulidae (Coleoptera). Para el caso de los grupos exclusivos, estos representan entre el 5 y el 15% de la fauna colectada en los tres ambientes muestreados, lo cual sugiere una composición faunística muy similar en todos ellos, reflejado en los valores de recambio de diversidad beta (Tabla 2). Las familias exclusivas en las arboledas fueron Braconidae (Hymenoptera), Cebrionidae, Dytiscidae, Histeridae, Staphylinidae (Coleoptera), Chrysopidae (Neuroptera), Dixidae, Stratiomyidae (Diptera), Lepismatidae (Zygentoma), Notonectidae,

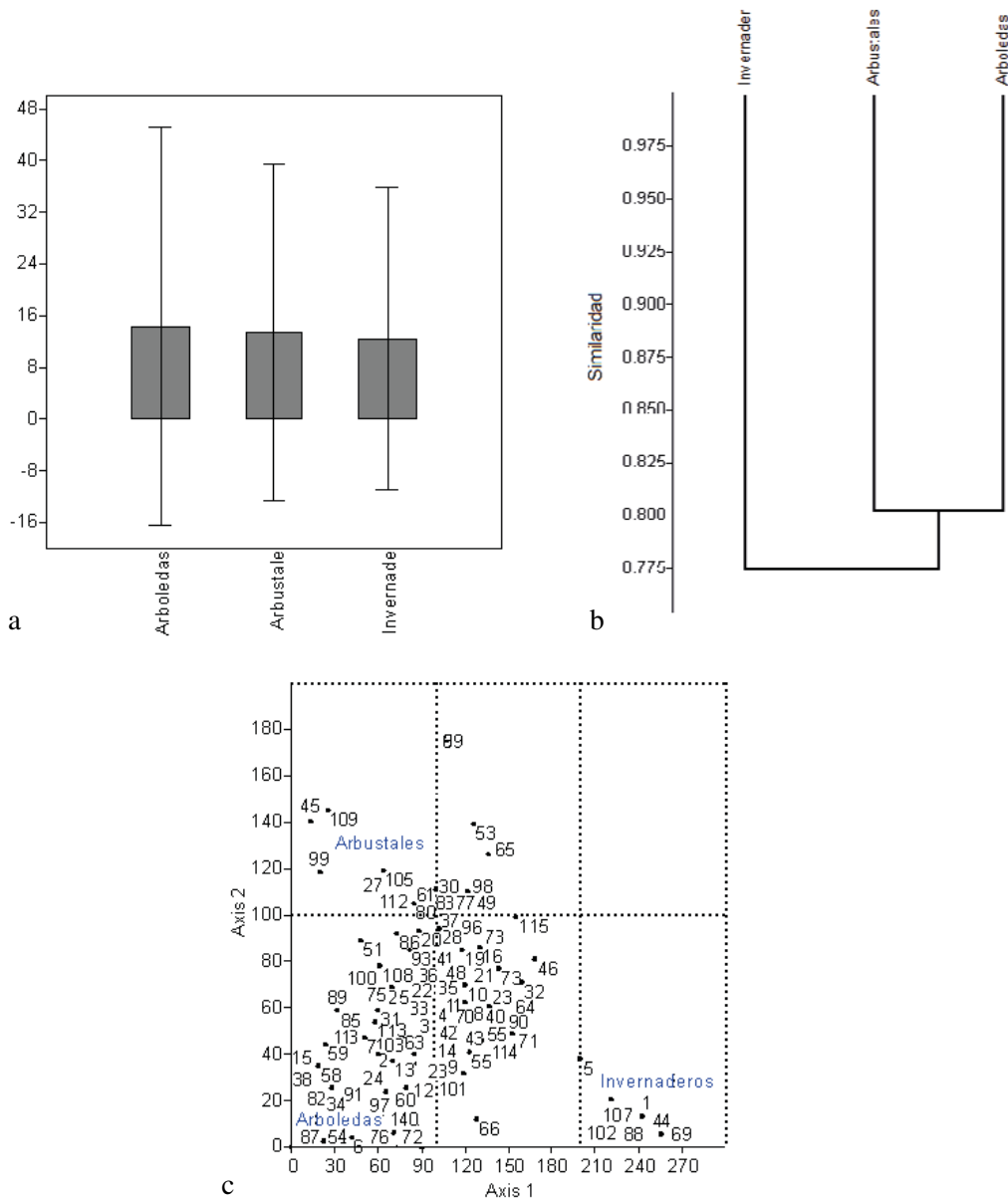


Figura 2. Análisis de “box-plot” (a), similaridad de Bray-Curtis ($p = 0,96$) según el algoritmo de “single linkage” (b) y análisis de correspondencia (“Eigenvalues”: axis 1 = 0,67, axis 2 = 0,04) (c) de tres zonas de muestreo en la Ciudad Universitaria. El número asignado a cada grupo corresponde a la Tabla 1.

Pentatomidae, Pyrrhocoridae (Hemiptera), Pompilidae (Hymenoptera), Satyridae (Lepidoptera) y Tettigoniidae (Orthoptera); en los arbustales las familias Eurytomidae, Tenthredinidae (Hymenoptera) y Silphidae (Coleoptera), y en la zona de los invernaderos las familias Aeolothripidae (Thysanoptera), Eulophidae, Mymaridae (Hymenoptera), Reduviidae (Hemiptera), Sphingidae (Lepidoptera) y Tachinidae (Diptera). En la Tabla 1 se muestra la composición y la abundancia relativa de las familias de la arthropofauna recolectada en los ambientes estudiados de la Ciudad Universitaria.

Tabla 2. Estimadores de diversidad alfa y beta para la entomofauna recolectada en tres zonas de muestreo de la Ciudad Universitaria.

Diversidad Alfa			
	Arboledas	Arbustales	Invernaderos
Taxa_S	101	85	91
Individuos	1665	1551	1443
Brillouin	3,492	3,542	3,587
Dominance_D	0,048	0,041	0,039
Simpson_1-D	0,952	0,959	0,961
Chao-1	110	90,14	96,35

Diversidad Beta (aW)			
	Arboledas	Arbustales	Invernaderos
Arboledas	0	0,183	0,177
Arbustales	0,182	0	0,148
Invernaderos	0,177	0,148	0

Los grupos faunísticos se pueden discriminar por su mayor afinidad a las condiciones microclimáticas debido a su abundancia, frecuencia o exclusividad. En la Figura 2C se muestra la mayor afinidad de las distintas familias recolectadas a las condiciones de los ambientes de arboledas, arbustales e invernaderos. Así, para los ambientes de arboledas se observa mayor afinidad de familias como Braconidae (Hymenoptera), Delphacidae (Hemiptera), Carabidae, Chrysomelidae, Dynastidae, Ptiliidae, Scolytidae, Staphylinidae (Coleoptera), Hesperidae, Noctuidae (Lepidoptera), Lauxaniidae, Sarcophagidae, Ulidiidae (Diptera); para los arbustales, mayor afinidad de las familias Eulophidae (Hymenoptera), Sepsidae (Diptera) y Tenebrionidae (Coleoptera), y para los invernaderos las familias Aeolothripidae (Thysanoptera), Erebidae (Lepidoptera), Mycetophilidae, Sphaeroceridae, Tabanidae (Diptera) y Pyrrhocoridae (Hemiptera).

Gremios tróficos. El gremio de los fitófagos (defoliadores, trozadores, succionadores y minadores), fue el más abundante en los tres ambientes seguido de saprófagos y depredadores en las arboledas y arbustales y por los saprófagos, parásitos/parasitoides y depredadores en la zona de invernaderos (Fig. 4). Estos gremios fitófagos están en las arboledas representados por familias de gran abundancia como Formicidae (Hymenoptera), Agromyzidae, Drosophilidae (Diptera), Cicadellidae, Delphacidae (Hemiptera) y Nitidulidae (Coleoptera); en los arbustales por las familias Formicidae (Hymenoptera), Drosophilidae (Diptera), Aphididae, Cicadellidae, Delphacidae (Hemiptera), Agromyzidae, Cecidomyiidae (Diptera) y Nitidulidae (Coleoptera), y en los invernaderos por las familias Formicidae (Hymenoptera), Aphididae, Aleyrodidae, Delphacidae (Hemiptera), Nitidulidae (Coleoptera), Agromyzidae, Cecidomyiidae y Drosophilidae (Diptera), mientras que los gremios saprófagos en los que se deben incluir a los

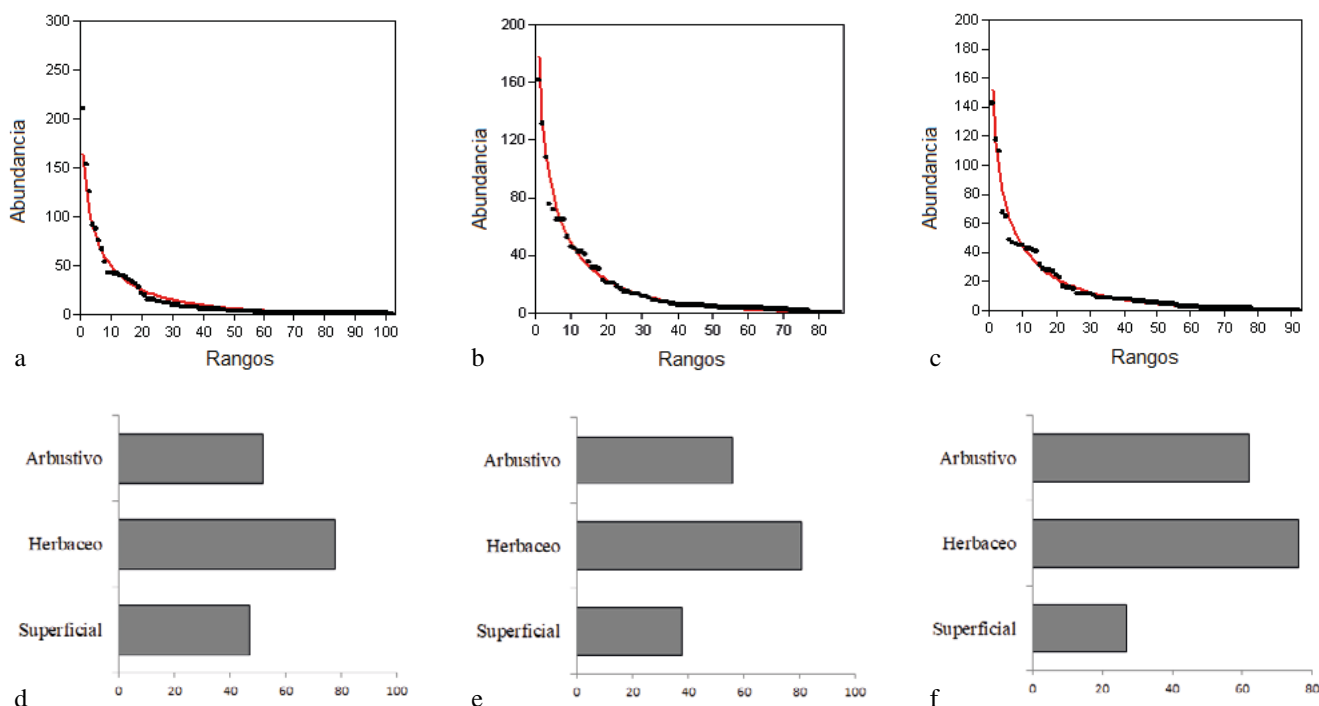


Figura 3. Modelos de abundancia para la entomofauna (a, b, c) y abundancia de grupos taxonómicos (d, e, f) de las zonas muestreadas en la Ciudad Universitaria; arboledas (a, d); arbustales (b, e); invernaderos (c, f).

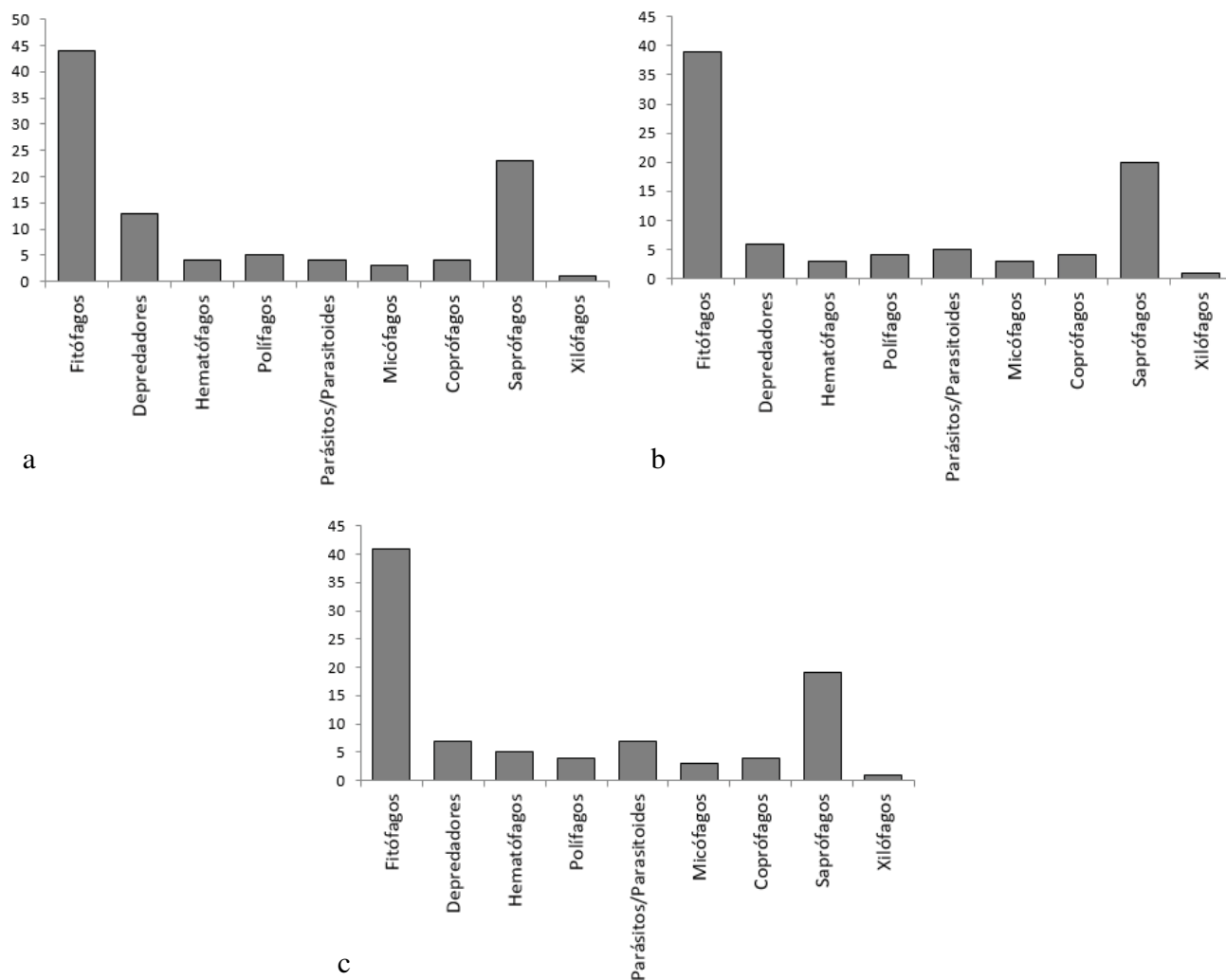


Figura 4. Porcentaje de los gremios tróficos para la entomofauna de las zonas de arboledas (a), arbustales (b) e invernaderos (c) de la Ciudad Universitaria.

colémbolos debido a su importancia funcional, se representan en las arboledas por insectos de las familias Anisopodidae, Calliphoridae, Chloropidae, Phoridae (Diptera), Tenebrionidae (Coleoptera) y colémbolos como Entomobryidae, Hypogastruridae, Isotomidae, Onychiuridae, Poduridae y Sminthuridae (Collembola); en los arbustales estos gremios están compuestos por las familias Chloropidae, Phoridae, Sepsidae (Diptera), Entomobryidae, Hypogastruridae, Isotomidae, Onychiuridae, Poduridae, Sminthuridae (Collembola), y en los invernaderos por dípteros de las familias Bibionidae, Chloropidae y Phoridae (Diptera), y por colémbolos pertenecientes a las familias Entomobryidae, Hypogastruridae, Isotomidae, Onychiuridae, Poduridae y Sminthuridae (Collembola). Entre los grupos de hábitos depredadores, terceros en abundancia en arboledas y arbustales, se encontraron las familias Dolichopodidae (Diptera), Coccinellidae (Coleoptera), Aeshnidae, Coenagrionidae, Libellulidae (Odonata), Pompilidae (Hymenoptera), Carabidae, Histeridae, Pselaphidae, Staphylinidae (Coleoptera) y Vespidae (Hymenoptera), mientras que, entre los insectos de hábitos parásitos y parasitoides de las zonas de invernaderos, se encontraron las familias Conopidae, Tachinidae (Diptera), Chalcididae, Eulophidae, Mymaridae y Trichogrammatidae (Hymenoptera).

Discusión

Abundancia y diversidad. No existe una marcada diferencia en los valores de diversidad entre los ambientes estudiados; los resultados muestran en general, una baja diversidad de insectos propia de zonas con gran impacto de intervención (Kremen *et al.* 1993; Camero 2002; Weisser y Siemann 2013). La gran cantidad de grupos compartidos, permite considerar ecológicamente a la Ciudad Universitaria, como una zona homogénea cuyas especies se encuentran bajo condiciones microclimáticas similares cuantificable en la gran similaridad en la composición de grupos (Fig. 2B), así como en la similaridad entre los valores de los índices de diversidad alfa y en los valores de recambio medidos mediante el índice de Wittaker (aW) (Tabla 2) (Cornell y Lawton 1992; Halffter y Ezcurra 1992; Colwell y Coddington 1994). De acuerdo con los modelos de abundancia, en todos ambientes se encontraron muchos grupos con pocos individuos o “singletons” (taxones raros con un solo individuo), de tal manera que la diversidad no depende solamente de la riqueza sino también de la cantidad de grupos raros o únicos que se encuentren en la comunidad, y a mayor grado de dominancia de algunos pocos grupos y de la poca abundancia de

la mayoría, menor será la diversidad (Gaston 1994; Flather y Sieg 2007). Estos modelos espaciales son comunes en comunidades naturales sometidas a condiciones medioambientales de gran intervención (Schowalter 1985; Novotny y Basset 2000).

Muchos de los mecanismos fisiológicos especialmente en insectos, son muy dependientes de las condiciones ambientales; la humedad y la temperatura son los condicionantes más importantes para el desarrollo y la actividad de los insectos (Schowalter 1985; Basset *et al.* 2003; Chown y Nicolson 2004). En el suelo, los insectos y otros artrópodos como los colémbolos intervienen en la conformación de las características estructurales, en la porosidad y la aireación de los horizontes superficiales, a la vez que en funciones ecológicas tan importantes como la regulación de poblaciones y la liberación de nutrientes (Coleman y Wall 2015).

Al evaluarse comparativamente la riqueza y abundancia de la fauna en la estructura vertical de los distintos ambientes, se encuentran diferencias especialmente entre la fauna recolectada en el estrato herbáceo con respecto a la fauna superficial y arbustiva (Fig. 3), lo que podría interpretarse como un efecto de las condiciones ambientales más estables en este estrato ante las mayores variaciones microclimáticas de los estratos arbustivos. La temperatura, la humedad del aire afectada por la radiación solar y la transpiración de la vegetación, producen gradientes microclimáticos que inducen a la movilidad de los artrópodos según su tolerancia fisiológica y sus preferencias de hábitat para su alimentación, incubación o el desarrollo de juveniles (Gaston y Lawton 1988; Brühl *et al.* 1998; Chown y Nicolson 2004); la temperatura está estrechamente relacionada con la mayoría de los procesos metabólicos y con desencadenantes fisiológicos complejos que afectan la dinámica poblacional en aspectos como la metamorfosis y la longevidad (Bursell 1974; Chown y Nicolson 2004).

Gremios tróficos. El gremio de los fitófagos fue el más abundante en todos los ambientes estudiados y en todos los estratos; en este gremio pueden incluirse también a muchos grupos de hábitos polífagos de insectos que aprovechan los recursos vegetales en sus formas inmaduras o adultas o en algún estado de desarrollo de su ciclo de vida (Johnson y Triplehorn 2005). Los hábitos fitófagos incluyen a muchos grupos de artrópodos, especialmente insectos que se especializan o aprovechan de manera generalizada de todos los tejidos vegetales y que están conformados por grupos de hábitos folívoros, trozadores, succionadores, minadores y libadores (Price 1984; Schowalter *et al.* 1986); bajo determinadas condiciones, es más común encontrar una mayor abundancia de grupos generalistas que especializados que obtengan el máximo beneficio energético a partir del consumo de las estructuras foliares y de los tejidos de conducción (Novotny *et al.* 2002, Neves *et al.* 2010).

La herbivoría es el proceso más importante en la transformación y el flujo de la energía ecosistémica, cuantificable en la biomasa de la fauna herbívora, la cual asimila alrededor del 20% de los órganos más palatables de las plantas, ya sea de los tejidos superficiales de los órganos expuestos o de sus fluidos internos (Price 1984; Del Val 2012). En la estratificación vertical de los bosques naturales, los insectos herbívoros

más especializados son más comunes en los estratos superiores como el dosel, debido a la menor palatabilidad de las hojas más viejas (Basset *et al.* 2003), este aspecto podría explicar en algún grado, la menor abundancia de insectos en los estratos arbustivos de los ambientes muestreados. En los ecosistemas naturales, la mayoría de los insectos herbívoros se incluyen dentro de los órdenes Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera, Lepidoptera y Orthoptera, cuya energía y biomasa acumulada es aprovechada por los grupos depredadores y parásitos (Del Val 2012); en los ambientes muestreados en la Ciudad Universitaria la mayor abundancia de insectos pertenece a estos grupos y está representada por Formicidae (Hymenoptera), Agromyzidae, Cecidomyiidae, Drosophilidae (Diptera), Aphididae, Aleyrodidae, Cicadellidae, Delphacidae (Hemiptera) y Nitidulidae (Coleoptera) observadas en la Tabla 1.

En los estratos herbáceos y edáficos se realiza la transformación de la biomasa especialmente por los grupos que conforman los gremios saprófagos, xilófagos coprófagos y fungívoros que contribuyen a la liberación de los nutrientes siguiendo la vía detrítica (Dindal 1990; Odum y Barret 2006; Camero y Chamorro 2021). La actividad de la artropofauna en el suelo acelera la velocidad de desintegración del material vegetal e incrementa la acción microbiana relacionada directamente con los ciclos de los nutrientes (Price 1984; Lescure y Boulet 1985). En los ambientes estudiados, los gremios detritívoros y saprófagos fueron los más abundantes después de los grupos fitófagos y están conformados por las familias Anisopodidae, Bibionidae, Chloropidae, Calliphoridae, Phoridae, Sepsidae (Diptera), Tenebrionidae (Coleoptera), y por las familias Entomobryidae, Hypogastruridae, Isotomidae, Onychiuridae, Poduridae y Sminthuridae, (Collembola). La mayoría de estos grupos desempeñan sus funciones ecológicas en estos estratos de manera permanente, pero muchos otros solo desempeñan funciones temporales en alguna de sus etapas de desarrollo (Dindal 1990; Coleman y Wall 2015). Los grupos depredadores, parásitos y parasitoides, conforman los gremios que tradicionalmente conforman la cúspide de las cadenas de energía; sin embargo, estos grupos no solo transforman la energía que proviene de los fitófagos, saprófagos y detritívoros, sino que también son fuente del reciclado de nutrientes a través de los grupos saprófagos, una vez han cumplido su ciclo de vida y se integran al material orgánico del suelo (Weisser y Siemann 2013; Coleman y Wall 2015).

Caracterización de la fauna. En general, los ambientes estudiados en la Ciudad Universitaria se caracterizan por los bajos valores de diversidad de las comunidades de insectos, altos valores de recambio y un alto porcentaje de grupos muy comunes, con mayores abundancias en los estratos herbáceos en los que se presentan estructuras tróficas con predominio de grupos de hábitos fitófagos y saprófagos; estos últimos mucho más frecuentes en los estratos superficiales debido a la mayor oferta de material orgánico (Basset *et al.* 2003). La mayor riqueza de grupos en los estratos herbáceos puede interpretarse a la luz de la mayor estabilidad microclimática y la disponibilidad de recursos con mayores ofertas alimenticias que se reflejan en valores cuantificables de abundancia y diversidad (Basset *et al.* 2003; Chown y Nicolson 2004).

Literatura citada

- BASSET, Y.; HAMMOND, P. M.; BARRIOS, H. E.; MILLER, S. E. 2003. Vertical stratification of arthropod assemblages. pp. 17-27. En: Basset, Y.; Novotny, V.; Miller, S. E.; Kitching, R. L. (Eds.). *Arthropods of Tropical Forests. Spatio-temporal Dynamics and Resource Use in the Canopy*. Cambridge University Press. Reino Unido. 474 p.
- BOLAR, K. 2019. The STATS package. Interactive Document for Working with Basic Statistical Analysis. Kartikeya Bolar. Disponible en: <https://cran.r-project.org/web/packages/STAT/STAT.pdf> [Fecha revisión: octubre 2021].
- BRÜHL, C. A.; GUNSALAM, G.; LINSENMAIR, E. 1998. Stratification of ants (Hymenoptera, Formicidae) in a primary rain forest in Sabah, Borneo. *Journal of Tropical Ecology* 14 (3): 285-297. <https://doi.org/10.1017/S0266467498000224>
- BURSELL, E. 1974. An introduction of insect physiology. Academic Press Inc. 350 p.
- CAMERO, E. 2002. Fauna del suelo en bosques y cafetales de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Acta Biológica Colombiana* 7 (2): 17-28. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/actabiol/article/view/26075>
- CAMERO, E.; CHAMORRO, C. 2021. Artropofauna asociada a suelos de bosques altoandinos del Macizo Colombiano. *Entomotropica* 36: 16-26. https://sventomologia.org/wp-content/uploads/2021/03/2021_36_16-26.pdf
- CHAO, A.; JOST, L. 2012. Coverage-based rarefaction and extrapolation: Standardizing samples by completeness rather than size. *Ecology* 93 (12): 2533-2547. <https://doi.org/10.1890/11-1952.1>
- CHOWN, S. L.; NICOLSON, S. W. 2004. *Insect physiological ecology: mechanisms and patterns*. Oxford University Press Inc. 242 p. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198515494.001.0001>
- COLEMAN, D. C.; WALL, D. H. 2015. Soil Fauna: Occurrence, biodiversity, and roles in ecosystem function. pp. 111-150. In: Paul, E. A. (Ed.). *Soil microbiology, ecology and biochemistry*. 4a Edición. Academic Press Pub. 582 p. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-415955-6.00005-0>
- COLWELL, R. K.; CODDINGTON, J. A. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society B Biological Sciences* 345 (1311): 101-118. <https://doi.org/10.1098/rstb.1994.0091>
- CORNELL, H. V.; LAWTON, J. H. 1992. Species interactions, local and regional processes, and limits to the richness of ecological communities: a theoretical perspective. *Journal of Animal Ecology* 61 (1): 1-12. <https://doi.org/10.2307/5503>
- DANKS, H. V. 2007. The elements of seasonal adaptations in insects. *The Canadian Entomology* 139 (1): 1-44. <https://doi.org/10.4039/n06-048>
- DEL VAL, E. 2012. Herbivoría. pp. 43-75. En: Del Val, E.; Boege, K. (Eds.). *Ecología y evolución de las interacciones bióticas*. Ediciones Científicas Universitarias. Fondo de Cultura Económica. México. 275 p.
- DINDAL, D. 1990. *Soil biology guide*. John Wiley & Sons Pub. EEUU. 1376 p.
- FLATHER, C. H.; SIEG, C. H. 2007. Species rarity: definition, causes and classification. pp. 40-66. In: Raphael, M. G.; Molina, R. (Eds.). *Conservation of rare or little-known species*. Island Press. 392 p.
- FOX, J.; WEISBERG, S.; PRICE, B.; ADLER, D.; BATES, D.; BAUD-BOVY, G.; BOLKER, B.; ELLISON, S.; FIRTH, D.; FRIENDLY, M.; GORJANC, G.; GRAVES, S.; HEIBERGER, R.; KRIVITSKY, P.; LABOISSIERE, R.; MAECHLER, M.; MONETTE, G.; MURDOCH, D.; NILSSON, H.; OGLE, D.; RIPLEY, B.; VENABLES, W.; WALKER, S.; WINSEMIUS, D.; ZEILEIS, A.; ZEILEIS, A. 2020. The car package. Companion to applied regression. John Fox and Sanford Weisberg. Disponible en: <https://cran.r-project.org/web/packages/car/car.pdf> [Fecha revisión: octubre 2021].
- GASTON, K. 1994. *Rarity. Population and community biology*. Chapman & Hall Pub. 175 p. <https://doi.org/10.1007/978-94-011-0701-3>
- GASTON, K.; LAWTON, J. H. 1988. Patterns in the distribution and abundance of insect populations. *Nature* 331: 709-712. <https://cran.r-project.org/web/packages/car/car.pdf>
- GILL, R. J.; BALDOCK, K. C.; BROWN, M. J.; CRESSWELL, J. E.; DICKS, L. V.; FOUNTAIN, M. T.; GARRARAT, L.; GOUGH, M.; HOLLAND, M.; OLLERTON, J.; STONE, C.; TANG, A.; VANBERGEN, A.; VOGLER, P.; WOODWARD, G.; ARCE, A. N.; BOATMAN, N. D.; BRAND-HARDY, R.; BREEZE, T. D.; HARTFIELD, M. C.; O'CONNOR, S.; OSBORNE, J. L.; PHILLIPS, J.; SUTTON, P. B.; POTTS, S. G. 2016. Protecting an ecosystem service: approaches to understanding and mitigating threats to wild insect pollinators. *Advances in Ecological Research* 54: 135-206. <https://doi.org/10.1016/bs.aecr.2015.10.007>
- GREENSLADE, P. J. 1964. Pitfall trapping as a method for studying populations of Carabidae (Coleoptera). *Journal of Animal Ecology* 33: 301-310. <https://doi.org/10.2307/2632>
- GRIMALDI, D.; ENGEL, M. 2005. *Evolution of the insects*. Cambridge Univ. Press. 733 p. https://assets.cambridge.org/9780521821490/frontmatter/9780521821490_frontmatter.pdf
- GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S. 2010. *The insects: An outline of entomology*. 4a Edición. John Wiley and Sons Pub. EEUU. 587 p.
- HALFFTER, G.; EZCURRA, E. 1992. Que es la biodiversidad?. pp. 2-24. En: Halffter, G. (Ed.). *La diversidad biológica de Iberoamérica I*. Publicación del Instituto de Ecología, A. C. México. 204 p.
- HAMMER, O.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Paleontología Electrónica*. Disponible en: http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm [Fecha revisión: octubre 2021].
- HERNÁNDEZ, J.; SÁNCHEZ, H. 1992. Biotomas terrestres de Colombia. pp. 153-175. En: G. Halffter (Ed.), *La diversidad biológica de Iberoamérica I*. Publicación del Instituto de Ecología, A. C. México. 204 p.
- INFANTE-BETANCOUR, J.; JARA-MUÑOZ, A.; RIVERA-DÍAZ, O. 2008. Árboles y arbustos más frecuentes de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. Bogotá. Universidad Nacional de Colombia. 31 p.
- INSTITUTO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS ALEXANDER VON HUMBOLDT (IAvH). 2017. Biodiversidad colombiana: números para tener en cuenta. *Boletín de prensa*. Disponible en: <http://www.humboldt.org.co/es/boletines-y-comunicados/item/1087-biodiversidad-colombiana-numero-tener-en-cuenta> [Fecha revisión: octubre 2021].
- JOHNSON, N.; TRIPLEHORN, C. A. 2005. *Borrer and DeLong's introduction to the study of insects*. 7ª Edición. Thomson Brooks/Cole. 797 p.
- KREBS, C. J. 1989. *Ecological methodology*. Harper & Row Pub. EE.UU. 654 p.
- KREMEN, C.; COLWELL, R. K.; ERWIN, T. L.; MURPHY, D. D.; NOSS, R. F.; SANJAYAN, M. A. 1993. Terrestrial arthropod assemblages: their use in conservation planning. *Conservation Biology* 7 (4): 796-808. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1993.740796.x>
- LESCURE, J. P.; BOULET, R. 1985. Relationships between soil and vegetation in a tropical rain forest in French Guiana. *Biotropica* 17 (2): 155-164. <https://doi.org/10.2307/2388508>
- MACARTHUR, R. H. 1957. On the relative abundance of bird species. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 43 (3): 293-295. <https://doi.org/10.1073/pnas.43.3.293>
- MONTES, C.; RAMÍREZ, L. 1978. Descripción y muestreo de poblaciones y comunidades vegetales y animales. Publicaciones Universidad de Sevilla. 82 p.

- NEVES, F. S.; ARAÚJO, L. S.; ESPÍRITO-SANTO, M. M.; FAGUNDES, M.; FERNANDES, G. W.; SANCHEZ-AZOFEIFA, G. A.; QUESADA, M. 2010. Canopy herbivory and insect herbivore diversity in a dry forest–savanna transition in Brazil. *Biotropica* 42 (1): 112-118. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2009.00541.x>
- NOVOTNY, V.; BASSET, Y. 2000. Rare species in communities of tropical insect herbivores: pondering the mystery of singletons. *Oikos* 89 (3): 564-572. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0706.2000.890316.x>
- NOVOTNY, V.; BASSET, Y.; MILLER, S. E.; WEIBLEN, G. D.; BREMERK, B.; CIZEK, L.; DROZD, P. 2002. Host specificity of herbivorous insects in a tropical forest. *Nature* 416: 841-844. <https://doi.org/10.1038/416841a>
- ODUM, E. P.; BARRET, G. W. 2006. *Fundamentos de ecología*. 6a Edición. International Thomson Ed. 598 p.
- PECK, S. B.; DAVIES, A. E. 1980. Collecting small beetles with large-area “window” traps. *The Coleopterists Bulletin* 34 (2): 237-239.
- PRICE, P. 1984. *Insect ecology*. 2nd Edition. John Wiley & Sons. 607 p.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2017. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Disponible en: <https://www.R-project.org/>. [Fecha revisión: octubre 2021].
- RIPLEY, B.; VENABLES, B.; BATES, D.; HORNIK, K.; GEBHARDT, A.; FIRTH, D. 2020. The MASS Package. Support functions and datasets for Venables and Ripley’s MASS. Disponible en: <https://cran.r-project.org/web/packages/MASS/MASS.pdf> [Fecha revisión: octubre 2021].
- RAFAEL, J. A.; MELO, G. A. R.; CARVALHO, C. J. B.; CASARI, A. S.; CONSTANTINO, R. 2012. *Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia*. Editora Holos. 795 p.
- ROSKOV, Y.; OWER, G.; ORREL, L. T.; NICOLSON, D.; BAILLY, N.; KIRK, P. M.; BOURGOIN, T.; DEWALT, R. E.; DECOCK, W.; ZARUCCHI, J.; PENEV, L. 2019. Species 2000 & ITIS Catalogue of Life, 2019 Annual checklist. <http://www.catalogueof-life.org/annual-checklist/2019>. [Fecha revisión: octubre 2021].
- SIB COLOMBIA. 2020. *Biodiversidad en Cifras 2020*. Disponible en: <https://sibcolombia.net/biodiversidad-en-cifras-2020/> [Fecha revisión: octubre 2021]
- SABU, T. K.; SHIJU, R. T.; VINOD, K. V.; NITHYA, S. 2011. A comparison of the pitfall trap, Winkler extractor and Berlese funnel for sampling ground-dwelling arthropods in tropical montane cloud forests. *Journal of Insect Science* 11 (28): 1-19. <https://doi.org/10.1673/031.011.0128>
- SCHOWALTER, T. 1985. Adaptations of insects to disturbance. pp. 235-252. In: Picket, S.; White, P. (Eds.). *The ecology of natural disturbance and patch dynamics*. Academic Press. 457 p. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-554520-4.50018-6>
- SCHOWALTER, T.; HARGROVE, W.; CROSSLEY, D. 1986. Herbivory in a tropical rain forest canopy in Puerto Rico following hurricane Hugo. *Biotropica* 26 (3): 312-319. <https://doi.org/10.2307/2388853>
- SCHOWALTER, T.; Baton, D. R. 2016. *Insect ecology: an ecosystem approach*. Elsevier Science Publishing. 774 p.
- WAINWRIGHT, P. C. 1994. Functional morphology as a tool in ecological research. pp 42-59. En: Wainwright, P. C.; Reilly, S. M. (Eds.). *The ecological morphology*. The University of Chicago Press. 376 p.
- WEISSER, W. W.; SIEMANN, E. 2013. *Insects and ecosystem function*. Springer Science & Business Media. 436 p.

Origen y financiación

Este trabajo es producto del proyecto de investigación “Las Artes como mecanismo de divulgación científica: La entomofauna de la Ciudad Universitaria” financiado en la Convocatoria para el apoyo a proyectos de investigación entre las Facultades de Artes y Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia.

Contribución de los autores

Edgar Camero ha contribuido en la conceptualización del trabajo y todos los autores en las demás fases de la investigación, el desarrollo metodológico y la redacción del manuscrito.

Conflictos de interés

Los autores declaramos no tener conflictos de intereses.