

Artículo Original

Diversidad de la entomofauna asociada a diferentes cultivos en parcelas colindantes en el departamento del Cesar, Colombia

Diversity of entomofauna associated with different crops plots neighboring in Cesar department, Colombia

Paola Vanessa Sierra-Baquero¹ , Tatiana Sánchez²  y José Antonio Rubiano-Rodríguez³ 

¹Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria Agrosavia, Centro de Investigación Motilonia Km 5 vía Becerril, Agustín Codazzi, Cesar, Colombia. ✉ *paovans312@hotmail.com. ²Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria Agrosavia, Centro de Investigación Motilonia Km 5 vía Becerril, Agustín Codazzi, Cesar, Colombia. ³Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria Agrosavia, Centro de Investigación La Selva vía Las Palmas km 7 Rionegro, Antioquia, Colombia.

ZooBank: urn:lsid:zoobank.org:pub:F28098E6-C3F3-4370-B6F1-1CAD240B9008
<https://doi.org/10.35249/rche.48.3.22.15>

Resumen. Las hortalizas son alimentos de consumo básico y fuente importante de nutrientes para la salud. En Colombia los problemas fitosanitarios limitan el rendimiento y competitividad en mercados internacionales. Con el objetivo evaluar la diversidad de la entomofauna asociada en cinco cultivos colindantes como ahuyama, berenjena y dos especies de frijol en el departamento del Cesar en Colombia. En la zona de estudio se realizaron muestreos y colectas quincenales en los sistemas hortícolas durante agosto a octubre de 2017. Se analizaron las abundancias e índices de diversidad de Shannon y Simpson por familia y género. También se tipificaron los grupos funcionales (fitófagos y controladores biológicos) de los géneros. Los órdenes más abundantes fueron Hemiptera, seguido de Coleoptera e Hymenoptera. El cultivo de ají presentó la mayor abundancia de insectos ($P = 0,6275$) y mayor e igual dominancia en diversidad de familia y género según el índice Simpson ($D=0,34$). Frijol caupí presentó mayor riqueza y diversidad de familias según el índice de Shannon ($H' = 2,32$) y género ($H' = 2,72$) respectivamente, mientras que la familia con mayor abundancia fue Cicadellidae en los cultivos de ají y frijol rosado, y ahuyama presentó mayor diferencia entre las familias muestreadas y las previstas ($Chao1=21$). Los géneros más abundantes fueron *Systema* sp. (Chrysomelidae) en ahuyama, *Solenopsis* sp. (Formicidae) en berenjena, *Cicadella* sp. (Cicadellidae) en ají y frijol rosado. El mayor porcentaje de fitófagos se presentó en ahuyama y el mayor de depredadores en berenjena. La abundancia de entomofauna fue similar en los diferentes cultivos evaluados, debido a la colindancia que había entre ellos, destacándose las familias Cicadellidae, Chrysomelidae y Carabidae.

Palabras clave: Ahuyama; ají; frijol; índices; Shannon.

Abstract. Vegetables are staple foods and an important source of nutrients for health. In Colombia, phytosanitary problems limit yields and competitiveness in international markets. With the objective of evaluating the diversity of the associated entomofauna in five adjoining crops such as pumpkin, eggplant and two bean species in the department of Cesar in Colombia. Sampling and collections were carried out fortnightly in the horticultural systems during August to October 2017 in the study area. Shannon and Simpson abundances and diversity indices were analyzed by family and genus. The functional groups (phytophagous and biological controllers) of the genera were also typified.

Recibido 27 Mayo 2022 / Aceptado 16 Agosto 2022 / Publicado online 31 Agosto 2022
Editor Responsable: Belyani Vargas Batis

The most abundant orders were Hemiptera, followed by Coleoptera and Hymenoptera. Chili pepper presented greater abundance of insects ($P = 0.6275$) and greater and equal dominance in family and gender diversity according to the Simpson index ($D = 0.34$). Cowpea beans presented greater richness and diversity of families according to the Shannon index ($H' = 2.32$) and gender ($H' = 2.72$) respectively, while the family with greater abundance was Cicadellidae in the chili and pink bean crops and squash was the crop with the greatest difference between the sampled and predicted families ($\text{Chao1} = 21$). The most abundant genera were *Systema* sp. (Chrysomelidae) in pumpkin, *Solenopsis* sp. (Formicidae) in eggplant, *Cicadella* sp. (Cicadellidae) in chili and pink bean. The highest percentage of phytophagous was found in squash and the highest percentage of predators in eggplant. The abundance of entomofauna was similar in the different crops evaluated, due to the proximity between them, highlighting the Cicadellidae, Chrysomelidae and Carabidae families.

Key words: Bean; chili; indexes; pumpkin; Shannon.

Introducción

Las hortalizas contribuyen con energía y nutrientes vitales para la salud, como vitaminas y minerales, son considerados alimentos de consumo básico (Nápoles-González *et al.* 2017). Los principales países productores de vegetales en el año 2017 fueron China con 53% de las toneladas a nivel mundial, seguido de India con 15% y Estados Unidos con 3% (Van Rijswick 2018).

La producción de las anteriores hortalizas (a excepción del frijol, *Phaseolus vulgaris* L.), se concentraron en los departamentos de la costa Caribe, el Cesar fue el primer productor de ahuyama (*Cucurbita moschata* (Duchesne ex Lam.) (1.326 ha sembradas, rendimiento de 8,8 t ha⁻¹), por su parte, fue el séptimo productor de ají (*C. chinense* Jacq.) (187 ha sembradas, rendimiento de 9,40 t ha⁻¹), y de frijol (*P. vulgaris*) (4.150 ha sembradas, rendimiento de 0,83 t ha⁻¹) y no registró producción de berenjena (*Solanum melongena* L.) para el año 2017 (Siembra 2019).

La producción de hortalizas y granos están representados por pequeños productores, que destinan su producción al autoabastecimiento (Nápoles-González *et al.* 2017), las hortalizas como sistema productivo ofrecen grandes perspectivas económico-sociales por la demanda de mano obra y alto consumo, pero el rendimiento es bajo debido a una serie de limitantes como los problemas fitosanitarios que afectan su productividad (Pinto-Zapata *et al.* 2013), por lo cual se requiere mejorar la competitividad del sector que permita aprovechar el potencial del mercado nacional y mundial.

En Colombia, se reportan algunos artrópodos, plagas que actúan como fitófagos y afectan la producción de cultivos como frijol (géneros *Phaseolus* y *Vigna* Savi), ahuyama (*C. moschata*), berenjena (*S. melongena*) y ají (*C. chinense*) en el Caribe, por ejemplo, los crisomélidos (*Diabrotica* spp., *Ceratomyza* spp.), moscas blancas (*Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889), *Trialeurodes vaporariorum* Westwood, 1856), moscas minadoras (*Liriomyza* sp.), áfidos (*Aphis* spp.), ácaros (*Tetranychus urticae* C. L. Koch) y gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* Walker) (Pinto-Zapata *et al.* 2013; Tapia-Coronado *et al.* 2015; Jara y Giraldo 2016; Ávila-Pinilla 2017). También se reportan insectos benéficos que realizan un control natural sobre las poblaciones plagas, depredadores de áfidos y moscas blancas como los coccinélidos *Delphastus* sp., *Coleomegilla* sp., *Cycloneda* sp. e *Hippodamia* sp., larvas de *Chrysopa* sp. (Chrysopidae) y parasitoides como *Eretmocerus* sp. y *Encarsia* sp. (Aphelinidae) (Tapia-Coronado *et al.* 2015).

Los insectos, por lo tanto, pueden ejercer muchas funciones al actuar como plagas o como controladores biológicos, allí radica su importancia biológica en los ecosistemas y/o sistemas productivos agrícolas; esta diversidad se puede estimar mediante índices

faunísticos, como la biodiversidad de Shannon-Wiener, en el que se puede determinar la diversidad de especies presentes en una unidad de muestreo (Paredes *et al.* 2011). De esta forma al conocer la biodiversidad de insectos, se puede favorecer la conservación de los hábitats naturales, lo que contribuye con el suministro de servicios ecosistémicos que brindan los insectos benéficos sobre la regulación de las poblaciones de insectos dañinos, debido a que influyen en la dinámica de gremios tróficos como los fitófagos y enemigos naturales (depredadores y parasitoides) (Díaz *et al.* 2018).

En el país se conoce poco sobre las interacciones básicas entre los insectos y las plantas cultivadas, lo que conlleva a un deterioro de la biodiversidad porque se implementan prácticas inadecuadas que contribuyen a la aparición de plagas (Bulla-Triviño *et al.* 2013), al afectar el equilibrio de la población natural de insectos.

El conocimiento de los roles funcionales de los insectos, su diversidad y riqueza en los cultivos, es la base para el diseño de estrategias agroecológicas que promuevan un control integrado de plagas que permita reducir el uso de agroquímicos (Espejo-González *et al.* 2014). Por tanto, este estudio tuvo como objetivo evaluar la diversidad de la entomofauna clasificada por familia y gremios tróficos (fitófagos y controladores biológicos) asociada a los cultivos de ají (*C. chinense*), ahuyama (*C. moschata*), berenjena (*S. melongena*), frijol rosado (*P. vulgaris*) y frijol caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) sembrados de forma colindante en el departamento del Cesar, Colombia.

Materiales y Métodos

Localización. El estudio se realizó en el Centro de Investigación (C.I) Motilonia de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), en el municipio de Agustín Codazzi, Cesar, Colombia (10°01'55" N y 73°13'30" W), a una altitud de 106 msnm; precipitación anual de 1585 mm, temperatura media anual de 27 °C, humedad relativa media de 71% y luz solar de 6,9 horas día⁻¹ (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales 2020).

Diseño experimental. Se realizó el establecimiento de cinco parcelas con cultivos hortícolas, los cuales fueron sembrados próximos entre sí, es decir de forma colindante; los cultivos fueron, ahuyama (*C. moschata*), berenjena (*S. melongena*), ají (*C. chinense*), frijol caupi (*V. unguiculata*) y frijol rosado (*P. vulgaris*), cada uno establecido en parcelas de 50 m². El manejo agronómico para cada cultivo se hizo de acuerdo con su paquete tecnológico, no se implementó control químico de insectos plaga (a excepción del ají que tuvo un ataque severo de *Spodoptera* spp. 30 días después de su trasplante).

Se realizaron muestreos y colectas quincenales de los diferentes artrópodos asociados a cada uno de los cultivos hortícolas, durante los meses de agosto a octubre de 2017, después de los 15 días de sembrado hasta la cosecha. Se emplearon diferentes métodos de colecta para capturar los artrópodos en plantas y en el suelo, según sus hábitos alimenticios y comportamiento (Nielsen 2003). El primer método fue el muestreo en plantas y se hizo mediante el método de colecta en follaje, en el cual manualmente se tomaron al azar diez plantas centrales como unidad muestral, en las cuales se revisó el haz y el envés de las hojas, brotes florales, flores, frutos y tallos, según el estado fenológico registrado en el cultivo al momento del muestreo. En el caso del monitoreo de insectos como mosca blanca, trips y áfidos, se tomaron 15 hojas al azar por parcela de cada cultivo. El segundo método fue red de golpe, en el cual se utilizó una jama entomológica, para el caso de insectos voladores o muy móviles, que usualmente vuelan cuando son perturbados, se realizaron cinco pases con jama en cada parcela con un recorrido en zig-zag. El tercer método fue el muestreo en suelo por medio de trampas de caída o pitfall para la captura de artrópodos epigeos, que consistió en instalar vasos plásticos (8 cm diámetro y 9 cm altura) a ras de

piso con agua y formol en proporción 9:1, más 2 g de detergente, que se revisaron con una frecuencia semanal, en cantidad de 4 trampas por parcela¹. Los artrópodos colectados fueron llevados a la unidad de entomología del C.I Motilonia, conservados en alcohol al 70% (Aguilar *et al.* 2021), y luego se estudiaron con la ayuda de un estereoscopio. Para la identificación se utilizaron claves taxonómicas y pictóricas disponibles para cada grupo de insectos, clasificando el material obtenido a nivel de orden, familia y género.

Análisis estadístico

Los datos fueron analizados por abundancia de insectos, para esto se realizó una comparación de medias de los insectos muestreados por orden en cada cultivo colindante, mediante la prueba LSD Fisher (Alfa = 0,05) en el programa estadístico R, versión 4.0.0 en interfaz con Infostat versión 2020.

La diversidad de insectos se determinó a partir de la cuantificación del número de individuos de cada familia y género, se compararon de manera general los órdenes y luego, se analizaron por cultivo productivo. Se construyeron matrices para la estimación de la diversidad, mediante el cálculo de abundancia con el índice de equidad de Shannon-Wiener ($H' = - \sum p_i * \ln p_i$) (Shannon y Weaver 1964) y el índice de dominancia de Simpson ($\lambda = \frac{1}{\sum p_i^2}$) (Simpson 1949). Con el fin de determinar si las familias y géneros de artrópodos muestreados registraron una riqueza específica observada, similar a la riqueza específica estimada o prevista, se utilizaron modelos no paramétricos del índice de Chao 1 ($C = \frac{S}{1 - \frac{f_1}{2S}}$) (Chao 1984). Los índices se estimaron y se compararon estadísticamente mediante pruebas de permutación en el programa Paleontological Statistics versión 2.17c (Hammer *et al.* 2013).

Se realizó una tipificación según los gremios tróficos de los géneros de insectos muestreados en cada cultivo hortícola colindante en fitófagos, descomponedores, depredadores y parasitoides, según el hábito principal de alimentación de la mayoría de los insectos por género y basados en referencias bibliográficas (Mendoza *et al.* 2021; Zumbado y Azofeifa 2018) y en las observaciones de campo de caracteres estructurales, fisiológicos, morfológicos o hábitos de vida. Se analizó las medias de la abundancia en porcentaje de los gremios tróficos muestreados en cada cultivo colindante, mediante la prueba LSD Fisher (Alfa=0,05) en el programa estadístico R, versión 4.0.0 en interfaz con Infostat versión 2020.

Resultados

Abundancia

Se colectaron 758 individuos distribuidos en seis órdenes, 26 familias y 50 géneros. El ají fue el cultivo que presentó mayor abundancia de insectos, seguido de ahuyama, frijol rosado, berenjena y frijol caupi, sin diferencia significativa entre los mismos ($p=0,6275$), ni en tiempo (agosto, septiembre y octubre) ($p=0,264$) (Fig. 1A). Por su parte, el orden más abundante fue Hemiptera, seguido de Coleoptera e Hymenoptera, mientras que Lepidoptera, Diptera y Orthoptera presentaron baja abundancia (Fig. 1B).

De las familias registradas, 12 se presentaron en al menos tres cultivos, la más abundante fue Cicadellidae en ají y en frijol rosado, con 201 y 90 especímenes respectivamente, seguido de la familia Chrysomelidae en ahuyama con 58 individuos, Carabidae en berenjena y frijol caupi con 29 y 16 individuos, respectivamente; Delphacidae en ají con 18 individuos y berenjena con 15 individuos (Tab. 1). Los géneros más abundantes fueron *Cicadella* Latreille con 291 individuos, *Perkinsiella* Kirkaldy con 59 individuos, *Systema* Chevrolat y *Solenopsis* Westwood con 55 individuos, respectivamente.

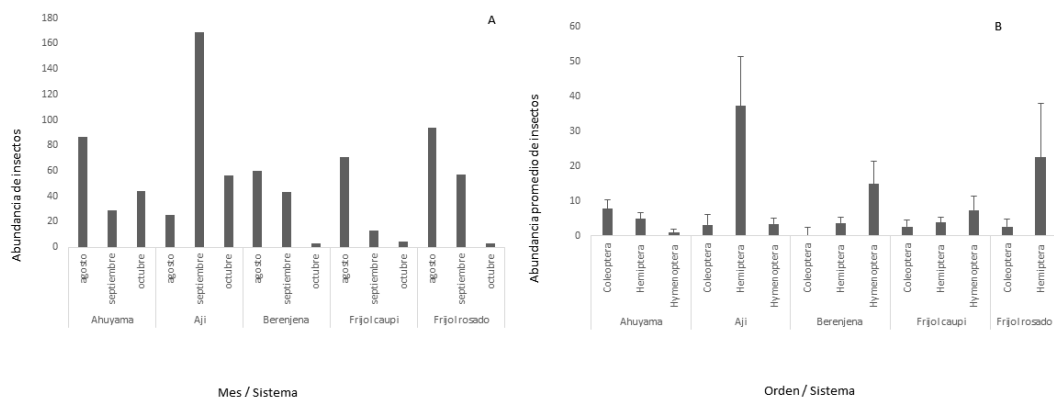


Figura 1. Abundancia de insectos en cinco cultivos hortícolas colindantes. C.I Motilonia, Agrosavia, Colombia, 2017. **A.** Abundancia por mes evaluado. Nota: No se registró diferencia estadística entre las medias (p=0,6275). **B.** Abundancia de insectos por orden taxonómico. / Abundance of insects in five neighboring horticultural crops. CI Motilonia, Agrosavia, Colombia, 2017. **A.** Abundance per month evaluated. Note: No statistical difference was recorded between the means (p=0.6275). **B.** Abundance of insects by taxonomic order.

Tabla 1. Abundancia y riqueza de las familias de entomofauna asociada a cultivos hortícolas colindantes. C.I Motilonia, Agrosavia, Colombia, 2017. / Abundance and richness of the families of entomofauna associated with adjoining horticultural crops. C.I Motilonia, Agrosavia, Colombia, 2017.

Familia*	Ahuyama		Ají		Berenjena		Frijol caupi		Frijol rosado	
	Riq	Abu	Riq	Abu	Riq	Abu	Riq	Abu	Riq	Abu
Braconidae	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
Carabidae	0	0	2	13	4	29	3	16	3	7
Chrysomelidae	5	58	2	3	2	3	5	16	5	15
Cicadellidae	3	12	1	201	2	13	1	9	2	90
Coccinellidae	1	1	2	3	2	2	3	3	1	3
Coreidae	0	0	1	1	1	2	2	2	0	0
Delphacidae	1	11	1	18	1	15	1	4	1	11
Formicidae	0	0	1	6	1	29	1	7	1	13
Gelastocoridae	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
Lygaeidae	0	0	1	2	1	2	1	1	0	0
Membracidae	1	10	1	1	2	3	1	14	1	11
Pentatomidae	1	1	0	0	1	1	1	3	0	0

*No se incluye las familias que no se registraron en al menos 3 cultivos hortícolas. Riq= riqueza. Abu= abundancia.

Diversidad y riqueza

Las familias más diversas y con mayor riqueza se registraron en el frijol caupi, según el índice de Shannon ($H' = 2,32$), por el contrario, el cultivo con menos diversidad de familias fue el ají ($H' = 0,84$), diferenciándose estadísticamente de los demás cultivos hortícolas ($p < 0,0001$). La mayor dominancia se evidenció en el ají, según el índice de Simpson ($D = 0,34$) y la menor en el frijol caupi ($D = 0,87$). El índice de Chao 1 indicó que ahuyama fue

el cultivo que presentó mayor diferencia entre las familias muestreadas y las previstas, lo que significa que existen 21 familias por encontrar o registrar en el cultivo, a diferencia de la berenjena que solo presentó 2 familias por predecir (Tab. 2).

Tabla 2. Índices de diversidad de insectos por familia y cultivos hortícolas. C.I Motilonia, Agrosavia, Colombia, 2017. / Indices of diversity of insects by family and horticultural crops. C.I Motilonia, Agrosavia, Colombia, 2017.

Cultivo*	Riqueza familia	Abundancia	Índice de Shannon*	Índice de Simpson	Índice Chao 1
Ahuyama	14	160	1,73 c d	0,74	35
Berenjena	15	106	1,99 c	0,81	17
Frijol caupi	16	88	2,32 b	0,87	23
Frijol rosado	11	154	1,47 d	0,62	17
Ají	11	250	0,84 a	0,34	14

*Medias con una letra común no fueron significativamente diferentes ($p>0,05$).

Cuando se analizó la diversidad de familia por cada orden, se evidenció que la mayor abundancia se presentó en el orden Hemiptera, especialmente en los cultivos frijol rosado y ají, pero con baja diversidad según el índice de Shannon ($H' = 0,72$; $H' = 0,41$, respectivamente), y estadísticamente diferentes a los demás cultivos ($P < 0,0001$) y con dominancia alta según el índice de Simpson ($D = 0,35$; $D = 0,18$, frijol rosado y ají, respectivamente) (Tab. 3).

Tabla 3. Índices de diversidad de insectos por familias representados por orden taxonómico en los diferentes cultivos hortícolas colindantes. C.I Motilonia, Agrosavia, Colombia, 2017. / Indices of diversity of insects by families represented by taxonomic order in the different adjoining horticultural crops. C.I Motilonia, Agrosavia, Colombia, 2017.

Orden	Cultivo*	Riqueza familia	Abundancia	Índice Shannon*	Índice de Simpson	Índice Chao 1
Coleoptera	Ahuyama	4	63	0,35 a	0,14	5
	Berenjena	4	35	0,63 a c	0,30	4
	Frijol caupi	6	38	1,21 b	0,63	9
	Frijol rosado	5	27	1,16 b	0,60	6
	Ají	3	19	0,84 b c	0,48	3
Hemiptera	Ahuyama	5	35	1,29 c	0,70	6
	Berenjena	8	38	1,53 c	0,71	9
	Frijol caupi	8	35	1,64 c	0,74	9
	Frijol rosado	5	114	0,72 a	0,35	6
	Ají	6	224	0,41 b	0,18	7
Hymenoptera**	Ahuyama	2	2	0,69 a b	0,50	3
	Berenjena	2	30	0,14 a	0,06	2
	Frijol caupi	2	15	0,69 b	0,49	2
	Ají	2	7	0,41 a b	0,24	2

*Medias con una letra común no fueron significativamente diferentes ($p>0,05$). **No se incluyó frijol rosado debido a que registró baja riqueza (una familia).

La riqueza de los géneros de insectos muestreados en los cultivos colindantes fue mayor en el frijol caupi (25 individuos) y menor en el ají (14 individuos), lo que se vio reflejado en el índice de Shannon que indicó mayor diversidad en el frijol caupi ($H' = 2,72$) y menor en el ají ($H' = 0,87$), ambos cultivos diferenciándose estadísticamente de los demás, solo los índices de Shannon de ahuyama ($H' = 2,05$) y berenjena ($H' = 2,26$) fueron similares estadísticamente ($p = 0,32784$). Por su parte, la dominancia según el índice de Simpson fue mayor en el ají ($D = 0,34$) debido a que se registraron 201 individuos del género *Cicadella*. El índice de Chao 1 evidenció que el frijol caupi fue el cultivo que tuvo más géneros previstos (55 individuos) de los muestreados (25 individuos) (Tab. 4).

Tabla 4. Índices de diversidad de insectos por género y cultivos hortícolas colindantes. C.I Motilonia, Agrosavia, Colombia, 2017. / Indices of diversity of insects by genus and adjacent horticultural crops. C.I Motilonia, Agrosavia, Colombia, 2017.

Cultivo*	Riqueza géneros	Abundancia	Índice de Shannon*	Índice de Simpson	Índice Chao 1
Ahuyama	20	160	2,05 b	0,80	29
Berenjena	22	106	2,26 b	0,83	31
Frijol caupi	25	88	2,72 a	0,91	55
Frijol rosado	18	154	1,72 c	0,65	32
Ají	14	250	0,87 d	0,34	19

*Medias con una letra común no fueron significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Los géneros del orden Hemiptera fueron los más abundantes, pero con poca diversidad, lo que estuvo más representado en el cultivo de ají ($H' = 0,41$) seguido del frijol rosado ($H' = 0,79$), ambos diferenciándose estadísticamente de los otros cultivos ($p < 0,0001$), el género con mayor dominancia de este orden fue *Cicadella* en todos los cultivos evaluados. Por su parte, se registró una alta dominancia ($D = 0,48$) del orden Coleoptera en el cultivo de ahuyama (63 individuos) asociada al género *Systema*, contrario, a la baja dominancia del orden en los cultivos de frijol (caupi y rosado), ya que ambos presentaron gran riqueza de géneros ($p < 0,0001$).

Hymenoptera fue un orden que presentó poca riqueza de géneros y la mayor abundancia se registró en la berenjena, seguido del cultivo frijol rosado, destacándose la abundancia del género *Solenopsis* (Tab. 5). No se analizó la diversidad de los géneros del orden Lepidoptera debido a que se registró solo en ahuyama y su abundancia se representó en *Melittia* Hübner (51 individuos) y *Diaphania* Hübner (8 individuos), Diptera (*Condylostylus* Bigot) y Orthoptera (*Gryllus* Linnaeus) solo registraron un género en berenjena y ahuyama, respectivamente.

Tabla 5. Índices de diversidad de insectos por género en los diferentes cultivos hortícolas colindantes representados por orden taxonómico. C.I Motilonia, Agrosavia, Colombia, 2017. / Indices of diversity of insects by genus in the different adjoining horticultural crops represented by taxonomic order. C.I Motilonia, Agrosavia, Colombia, 2017.

Orden	Cultivo*	Riqueza géneros	Abundancia	Índice de Shannon	Índice de Simpson	Índice Chao 1
Coleoptera	Ahuyama	8	63	1,09 a	0,48	9
	Berenjena	9	35	1,24 a	0,51	16,5
	Frijol caupi	14	38	2,09 b	0,81	26
	Frijol rosado	11	27	2,11 b	0,85	18,5

Coleoptera	AjÍ	6	19	1,22 a	0,55	7
	Ahuyama	7	35	1,53 a	0,74	8,5
	Berenjena	10	38	1,72 a	0,74	11,2
Hemiptera	Frijol caupi	9	35	1,68 a	0,74	19
	Frijol rosado	5	113	0,79 b	0,38	5
	AjÍ	6	224	0,41 c	0,18	7,5
Hymenoptera**	Ahuyama	2	2	0,69 a	0,5	3
	Berenjena	2	30	0,14 a	0,06	2
	Frijol caupi	2	15	0,69 b	0,49	2
	AjÍ	2	7	0,41 a	0,24	2

*Medias con una letra común no fueron significativamente diferentes ($p > 0,05$). **No se incluyó frijol rosado debido a que registró baja riqueza (un género).

El frijol caupi registró un máximo de 16 familias distribuidas en 3 órdenes en esta investigación, distinto a lo reportado por Piña-García *et al.* (2017), que indicaron que la entomofauna en frijol se asoció a 22 familias distribuidas en siete órdenes, estos autores reportaron que la diversidad de este cultivo, según el índice de Shannon fue de $H' = 2,2$, diferenciándose estadísticamente de los demás cultivos evaluados (alfalfa, tomate, maíz, sorgo), es un valor similar al registrado en este estudio ($H' = 2,32$) también con diferencia estadística respecto a los otros cultivos hortícolas.

Tipificación de géneros por gremios tróficos

Al analizar el porcentaje de abundancia por los gremios tróficos se encontró que la mayor media fue de los fitófagos ($77,06\% \pm 36,87$) con diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,0001$) a los depredadores ($22,25\% \pm 21,67$) y los parasitoides ($0,69\% \pm 0,5$). Cuando se analizó el porcentaje de abundancia de cada gremio trófico por cultivo, el frijol caupi fue que presentó la mayor media ($45,01\% \pm 13,74$) y el menor porcentaje fue en ahuyama ($0,78\% \pm 0,5$) con diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,0001$). El grupo de los fitófagos fue mayor en ahuyama ($96,92\% \pm 13,83$) y menor en el frijol caupi ($54,99\% \pm 20,12$), pero sin diferencias estadísticamente significativas ($p = 0,173$). Los parasitoides solo se registraron en ahuyama, ajÍ y berenjena ($2,30\% \pm 1,09$, $0,60\% \pm 0,5$; $0,56\% \pm 0,4$; respectivamente), sin diferencia estadística ($p = 0,5804$) (Fig. 2).

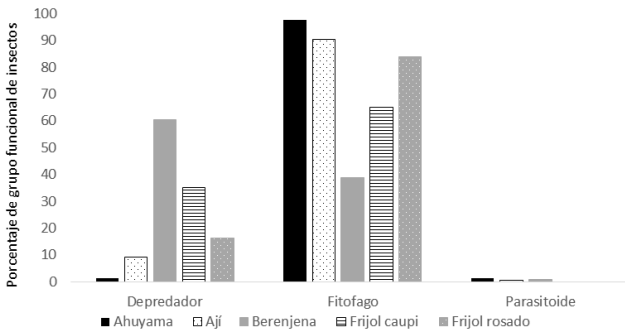


Figura 2. Porcentaje de abundancia de gremios tróficos de insectos (depredador, fitófago y parasitoide) por cultivo hortícola colindante. C.I Motilonia, Agrosavia, Colombia, 2017. / Percentage of abundance of insect trophic guilds (predator, phytophagous and parasitoid) by adjacent horticultural crop. C.I Motilonia, Agrosavia, Colombia, 2017.

Discusión

Los resultados obtenidos en este estudio pudieron estar influenciados por el efecto colindante de los cultivos hortícolas evaluados, debido a que no se evidenció diferencia estadística con respecto a la abundancia de insectos, lo que permitió inferir que en los cultivos colindantes hubo mayor diversidad de la entomofauna que en cultivos de monocultivos. Por tanto, es vital tener en cuenta la colindancia entre los cultivos, ya que puede existir una relación entre los insectos muestreados, ya sean plagas o benéficos con plantas que sirvan como hospedantes (Alonso *et al.* 2011), por tanto, conocer la influencia de colindancia puede favorecer o no el efecto nocivo de los insectos independiente del manejo que se implemente. Los resultados coinciden con Alonso *et al.* (2011) y Nian-Feng *et al.* (2018), quienes reportaron que los agroecocultivos colindantes, así como la diversificación de plantas pueden generar mayor abundancia de insectos que a su vez puede servir de refugio para la fauna benéfica.

La alta abundancia de insectos registrada en este estudio en los órdenes Hemiptera, Hymenoptera y Coleoptera, se relacionó principalmente a los tres cultivos de producción de cultivos de pan coger (ahuyama, frijol, entre otros), lo que puede evidenciar relaciones denso-dependientes de la abundancia de insectos con diferentes cultivos (Diaz *et al.* 2018). Debido a que los agroecocultivos diversificados brindan mayor variedad y cantidad de alimento, lo que facilita un mejor micro hábitad e incrementos en la estabilidad de las poblaciones de insectos (Nápoles-González *et al.* 2017); lo anterior, puede explicar los resultados hallados en este estudio, debido a que no se encontraron diferencias estadísticas entre la abundancia de insectos y los cultivos hortícolas evaluados, esto quizá por la colindancia que hubo entre ellos, que contribuyó al incremento de la biodiversidad, por tanto, los monocultivos que pueden registrar abundancias más diferenciadas y menor diversidad de insectos (Alonso *et al.* 2011).

Por su parte, la alta dominancia presentada en el cultivo de ají en este estudio concuerda con lo reportado por Acebey y Ramírez (2014), quienes evidenciaron que los insectos en el cultivo de ají tienen una diversidad baja, es decir, una alta dominancia según el índice de Simpson ($D = 0,28$), generada por especímenes de la familia Aphididae, a diferencia del presente estudio que la mayor dominancia fue ocasionada por la familia Cicadellidae.

En berenjena el orden más abundante fue Coleoptera, seguido de Hemiptera, lo que coincide con Larco (2018), ambos con familias y géneros con poca diversidad y alta dominancia y se diferencia un poco de lo registrado por Cuesta *et al.* (2014), que indicaron que Hemiptera fue el orden más abundante y con una diversidad alta, según los índices de Shannon y Simpson ($H' = 0,79$ y $D = 3,30$, respectivamente).

En este estudio el porcentaje de fitófagos fue mayor en todos los cultivos hortícolas evaluados con una media de 77% (a excepción de la berenjena), esto se relaciona con el hecho de que cuando existen agroecocultivos (cultivos) colindantes la función y la estructura de la comunidad puede mostrar un número mayor de insectos fitófagos en relación a los benéficos, además, de los hábitos gregarios, la alta tasa reproductiva, mayor puesta de huevos y la capacidad para adaptarse a las condiciones climáticas que estos poseen (Salas-Araiza *et al.* 2016); sin embargo, si estos últimos realizan una adecuada actividad biorreguladora, puede que las poblaciones de fitófagos no lleguen a ser perjudiciales para los cultivos (Alonso *et al.* 2011). Por tanto, puede existir una relación denso-dependiente entre los insectos fitófagos y sus controladores biológicos con los cultivos evaluados que puede favorecer la diversidad funcional (Diaz *et al.* 2018).

En este estudio el porcentaje de depredadores registrado fue bajo o casi nulo en casi todos los cultivos colindantes, contrario a lo que reportaron Nápoles-González *et al.* (2017), donde mencionan que la asociación de cultivos contribuye al éxito en la reproducción y eficacia de los controladores biológicos, los autores encontraron que, en frijol, la mayor

abundancia fue de insectos depredadores, la familia Coccinellidae del gremio trófico de depredador en este estudio coincide con los reportes realizados por el estudio antes citado.

El cultivo de berenjena fue el único que registró el mayor porcentaje en el gremio trófico de depredadores, esto coincide con lo presentado por Cuesta *et al.* (2014) y Larco (2018), en el resaltaron que en este cultivo la diversidad y abundancia de los enemigos naturales fue mayor con respecto a los otros cultivos evaluados como el ají. Contrario, a lo reportado por Amin *et al.* (2018), quienes reportaron que fue mayor la abundancia de los insectos plagas en la berenjena que los depredadores y polinizadores, pero estos últimos presentaron mayor riqueza y diversidad.

En este trabajo se reportó un porcentaje medio a bajo de depredadores ($22,25\% \pm 21,67$), a diferencia de Anggraini *et al.* (2020), quienes evidenciaron un alto porcentaje (73%), en un cultivo de ají con plantas hospedantes cercanas, permitiendo este asocio generar mayor diversidad de controladores biológicos y un manejo integrado alternativo para disminuir el uso de agroquímicos. Por tanto, no solo la colindancia de cultivos comerciales puede favorecer la diversidad de artrópodos, sino también la combinación de plantas que sirven como hospederas o refugio de fauna benéfica, incluso otras plantas pueden tener propiedades pesticidas, estos múltiples servicios pueden regenerar naturalmente el equilibrio de las funciones ecológicas de los artrópodos asociados a los cultivos de intereses económico, siendo especialmente útil en fincas con áreas pequeñas como fue reportado en el cultivo de frijol por Arnold *et al.* (2021).

Es muy importante caracterizar las interacciones de las relaciones tróficas que se presentan en los cultivos, ya que así se pueden generar estrategia para favorecer o mantener la biodiversidad (Alonso *et al.* 2011), debido a que la complejidad de las plantas asociadas puede ocasionar que los fitófagos y enemigos naturales presenten una relación más efectiva y hagan más dinámico el agroecocultivo.

Conclusión

La abundancia de insectos es influenciada por los agroecocultivos diversos como cultivos hortícolas colindantes, destacándose la presencia de las familias Cicadellidae del orden Hemiptera, Chrysomelidae y Carabidae, de Coleoptera. Así mismo, la interacción de cultivos cercanos entre sí favorece las relaciones tróficas de los artrópodos, siendo generalmente los fitófagos el gremio trófico de mayor abundancia, se destaca la alta presencia de depredadores en el cultivo de berenjena, lo que puede brindar un equilibrio entre las funciones ecológicas de la entomofauna asociada a los cultivos hortícolas y contribuir a la generación de alternativas de manejo integrado de plagas.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria "AGROSAVIA" que apoyó en la ejecución de esta investigación, debido a que este artículo proviene de los datos obtenidos en el marco del proyecto: "Recomendaciones técnicas para el manejo de artrópodos plagas y enfermedades de los cultivos hortícolas, berenjena, ají dulce, ahuyama, frijol caupí y frijol rosado bajo un enfoque de inocuidad y sostenibilidad económica en la región Caribe húmedo y seco de Colombia", ejecutado entre los años 2016 y 2019 dentro de la agenda de investigación y desarrollo.

Conflicto de interés

Los autores declaran que no tienen conflictos de interés.

Literatura Citada

- Acebey, R. y Ramírez, J. (2014)** Estudio de la diversidad de insectos en el cultivo de ají (*Capsicum* spp.) en la comunidad de las casas y naranjal, del municipio de Padilla del parque nacional – área natural manejo integrado (PN-ANMI) Serranía del Iñao. [Tesis de Pregrado, Universidad Mayor Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca]. Repositorio Campus USFX. <http://tesis.unsm.edu.pe/handle/11458/3840?show=full>
- Aguilar, E., Morales, C., Alonso, R., Aguilar, V. y Espinosa, M. (2021)** Insectos asociados a plantaciones de café en el municipio de Simojovel, Chiapas, México. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 4(2): 2809-2819. <https://doi.org/10.34188/bjaerv4n2-101>
- Alonso, O., Lezcano, J.C. y Suris, M. (2011)** Composición trófica de la comunidad insectil en dos agroecocultivos ganaderos con *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit y *Panicum maximum* Jacq. *Pastos y Forrajes*, 34(4): 433-444.
- Amin, M.R., Miah, H., Nancy, N.P. y Bhuiyan, K.A. (2018)** Functional and groups abundance of insects on eggplant. *Bangladesh Journal of Agricultural Research*, 43(4): 647-653. <https://doi.org/10.3329/bjar.v43i4.39163>
- Anggraini, E., Herlinda, S., Irsan, C. y Harun, U. (2020)** Diversity of predatory arthropods in soybean (*Glycine Max* L) refugia. *Journal of Applied Agricultural Science and Technology*, 4(2): 101-117. <https://doi.org/10.32530/jaast.v4i2.165>
- Arnold, S., Elisante, F., Mkenda, P., Tembo, Y., Ndakidemi, P., Gurr, G., Darbyshire, I., Belmain, S. y Stevenson, P. (2021)** Beneficial insects are associated with botanically rich margins with trees on small farms. *Scientific Reports*, 11: 15190. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-94536-3>
- Ávila-Pinilla, N. (2017)** El cultivo de auyama (*Cucurbita moschata*) híbrido bárbara un modelo demostrativo y productivo a corto plazo en la vereda La Unión del municipio de Puerto Lleras Meta [Tesis de pregrado, Universidad de la Salle]. Repositorio campus UNISALLE. https://ciencia.lasalle.edu.co/ingenieria_agronomica/73/
- Bulla-Triviño, J., Prieto, J., Santamaría, M. y Fernández, J. (2013)** Insectos asociados a *Passiflora longipes* y *Passiflora bogotensis* en un fragmento de bosque alto andino de la sabana de Bogotá. *Inventum*, 8(15): 41-49. <https://doi.org/10.26620/uniminuto.inventum.8.15.2013.41-49>
- Chao, A. (1984)** Nonparametric estimation of the number of classes in a population. *Scandinavian Journal of Statistical Association*, 11(4): 265-270. <https://www.jstor.org/stable/4615964>
- Cuesta, A., González, S. y Vercher, R. (2014)** Diversidad y abundancia de la entomofauna auxiliar en la parcela ecológica del campo de experiencias de ANECOOP, S.Coop en la Masía del doctor en Museros (Valencia). *Revista Phytoma*, 257: 53-57.
- Díaz, L.J., Moreno, F. y Jaramillo, C. (2018)** Estudio de la diversidad funcional entomológica asociada a agroecocultivos con manejo agroecológico. *Cadernos de Agroecología*, 13(1): 1-6.
- Espejo-González, D., Hidalgo-Martin, J., Santamaría-Galindo, M. y Fernández, J. (2014)** Insectos asociados entre un cultivo de curuba y un fragmento de bosque alto andino de la sabana de Bogotá. *Inventum*, 9(16): 9-16. <https://doi.org/10.26620/uniminuto.inventum.9.16.2014.9-16>
- Hammer, O., Harper, D. y Ryan, P. (2013)** Past: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Paleontology Electronica*, 4(1): 9.
- IDEAM [Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales] (2020)** Geoportal. Consultado: 30 de diciembre de 2017. Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/geoportal>
- Jara, C. y Giraldo, D. (2016)** Manejo agronómico de fríjol. [Cartilla]. Centro Internacional de Agricultura Tropical. <https://hdl.handle.net/10568/7629>

- Larco, A.V. (2018)** Entomofauna predadora de suelo en alcachofa (*Cynaras colymus* L.) y palto (*Persea americana* M.) en Vegueta, provincia Huaura-Lima. [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio Institucional Universidad Nacional la Molina. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/3518>
- Mendoza E., O., Vargas, B., Plana, A., Ramos, Y., Cobas, M. y Martínez, M. (2021)** Diversidad de insectos benéficos asociada a la flora existente en fincas suburbanas en Santiago de Cuba, Cuba. *Revista Chilena de Entomología*, 47(1): 121-145. <https://doi.org/10.35249/rche.47.1.21.13>
- Nápoles-González, Y., Rodríguez, I.A. y Sisne-Luis, M.L. (2017)** Entomofauna presente en la asociación frijol, trigo y maíz en la finca “La Provechosa”, Ciego de Ávila. *Universidad y Ciencia*, 6(2): 42-52.
- Nian-Feng, W., You-Ming, C., Yan-Jun, S., Xian-Yun, J., Xiang-Wen, W., Xian-Rong, Z., Wei, C., Jun, L., Yao-Pei, J., Xin, C., Jacob, W., Jie-Xian, J., Ming, N., Rui-Ting, J., Tao, Y., Jian-Jun, T., Wei-Dong, T., Hao, Z. y Bo, L. (2018)** Increasing plant diversity with border crops reduces insecticides use and increases crop yield in urban agriculture. *Journal eLife*, 7: e35103. <https://doi.org/10.7554/eLife.35103>
- Nielsen, V. (2003)** Métodos para recolectar insectos. Nota técnica. *Revista de Agricultura Tropical*, 1(33): 59-68.
- Paredes, J.R., Arias, M., Flowers, W.R., Medina, M., Herrera, P. y Peralta, E.L. (2011)** Medición de la Biodiversidad Alfa de Insectos en el Bosque “Cruz del Hueso” de Bucay, Guayas-Ecuador [presentación de la conferencia]. Congreso binacional de biotecnología, Piura, Perú. <https://docplayer.es/23392513-Medicion-de-la-biodiversidad-alfa-de-insectos-en-el-bosque-cruz-del-hueso-de-bucay-guayas-ecuador.html>
- Pinto-Zapata, M.J., Correa-Álvarez, E.M., Jiménez-Mass, N., Páez-Redondo, A.R., Guzmán-Rozo, N. y Baquero-Maestre, C. (2013)** Modelo productivo del cultivo del ají topito (*Capsicum* spp.) para la región Caribe. Consultado: 20 de mayo de 2019. Disponible en: <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/34309>
- Piña-García, J.A. y Leyte-Manrique, A. (2017)** Diversidad, riqueza y composición de la entomofauna en cultivos hortícolas de Urireo, (Salvatierra, Guanajuato). *Jóvenes en la Ciencia*, 3(2): 55-59.
- Salas-Araiza, M.D., González-Márquez, M.A. y Martínez-Jaime, O.A. (2016)** Relación del número de individuos de *Brevicoryne brassicae* con la temperatura y con su parasitoide *Diaretiella rapae* en brócoli en el Bajío, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(2): 463-469.
- Shannon, C.E. y Weaver, W. (1964)** *The mathematical theory of communication*. University of Illinois Press, 144. https://pure.mpg.de/rest/items/item_2383164/component/file_2383163/content
- Siembra (2019)** Estadísticas de contexto agropecuario. Consultado el 28 de mayo de 2019. Disponible en: <http://www.siembra.co/Home/Busqueda?tipo=0ycategoria=0yquery=hortalizas>
- Simpson, E.H. (1949)** Measurement of Diversity. *Nature*, 163: 688. <https://doi.org/10.1038/163688a0>
- Tapia-Coronado, J.J., Cadena-Torres, J., Correa-Álvarez, E.M., Jiménez-Mass, N.C., Rodríguez-Pinto, M.D., Tamayo-Molano, P.J. y Arias-Bonilla, H. (2015)** Modelo tecnologicodelcultivodeberenjena para la región Caribe. Consultado el 25 de mayo de 2019. Disponible en: <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/13764?locale-attribute=en>
- Van Rijswijk, C. (2018)** *World Vegetable Map 2018: More than Just a Local Affair*. RaboResearch Foof y Agribusiness. Consultado: 10 de junio de 2019. Disponible en: https://research.rabobank.com/far/en/sectors/regional-food-agri/world_vegetable_map_2018.html

Zumbado, M. y Azofeifa, D. (2018) *Insectos de Importancia Agrícola. En Guía básica de Entomología*. Programa Nacional de Agricultura Orgánica (PNAO). Heredia, Costa Rica. 204 pp.