

Bioprospección de insectos benéficos en sistemas de producción agroecológicos y orgánicos en San Luis Potosí

Víctor Hernández-Aranda
Ramón Jarquin-Gálvez[§]
Pablo Lara-Ávila
Gisela Aguilar-Benítez

Facultad de Agronomía y Veterinaria-Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Carretera San Luis-Matehuala km 14.5, Ejido Palma de la Cruz, Soledad de Graciano Sánchez, SLP, México. CP. 78321. (a317931@alumnos.uaslp.mx; pablo.lara@uaslp.mx; gisela.aguilar@uaslp.mx).

[§]Autor para correspondencia: ramon.jarquin@uaslp.mx.

Resumen

Se realizó la bioprospección de insectos en dos unidades de producción hortícola, una orgánica denominada Casa Garambullo ubicada en Villa de Hidalgo y otra agroecológica denominada Granja Doña Mary ubicada en Soledad de Graciano Sánchez, ambas en el estado de San Luis Potosí. Se determinó la diversidad de especies de insectos, benéficos o no, presentes en dichas localidades. Para este fin, se compararon las unidades de producción hortícola a través del número de especies de insectos durante cuatro semanas, utilizando red entomológica, trampas de agua y trampas adhesivas de color amarillo. A partir de estas capturas se realizó un conteo de individuos y se clasificaron por orden y familia. Se constató que en las trampas de agua se colectó la mayor cantidad de ejemplares de insectos benéficos. En los cultivos de maíz en desarrollo, maíz en postcosecha, calabaza en desarrollo, calabaza en poscosecha y acelga de Casa Garambullo y Granja Doña Mary, fueron identificadas ocho familias de insectos benéficos: Vespidae, Apidae, Syrphidae, Eulophidae, Crabronidae, Formicidae, Cynipidae, Coccinellidae. Pese a existir homogeneidad en los órdenes, la colecta de artrópodos en el sistema de producción orgánica 'Casa Garambullo' ubicado en Villa de Hidalgo, mostró un mayor número de insectos benéficos en comparación al sistema de producción agroecológico Doña Mary en Soledad de Graciano Sánchez, en términos de diversidad la dominancia de especies y biodiversidad específica en ambas localidades fue baja; no obstante, la diversidad de especies en las localidades estudiadas fue alta.

Palabras clave: agroecosistemas, diversidad, dominancia, entomofauna, hortalizas.

Recibido: enero de 2022

Aceptado: abril de 2022

Introducción

La agricultura convencional es considerada una de las principales causas de la simplificación del entorno, debido al fuerte impacto producido al ambiente. La ampliación de los monocultivos ha propiciado la homogeneización de los paisajes agrícolas y el desarrollo de prácticas agrícolas poco favorables para muchas especies (Puech *et al.*, 2014). El uso de productos sintéticos para la fertilización del suelo, el control de insectos, el control de arvenses y de enfermedades, comprometen la salud y bienestar del agricultor, además de deteriorar la estructura y biodiversidad del suelo (Ortega, 2009), al mismo tiempo compromete la calidad de los alimentos agudizando la presencia de agrotóxicos (Nicholls y Altieri, 2006) e impactando negativamente a la entomofauna de las zonas agrícolas (Sánchez y Wyckhuys, 2019), principalmente en polinizadores generadores de inestimables valores agroecosistémicos (Devine *et al.*, 2008).

La ciencia agroecológica fomenta el análisis ambiental integral, generando nuevas aproximaciones teórico-prácticas para la producción, que se ha venido configurando a partir del pensamiento complejo y sistémico (León, 2009). La agricultura orgánica se caracteriza por utilizar prácticas agroecológicas de manejo que promueven la biodiversidad del suelo e interacciones ecológicas benéficas para compensar la necesidad de insumos sintéticos como fertilizantes inorgánicos y biocidas (Blundell *et al.*, 2020). Las prácticas de manejo orgánico también regulan las poblaciones de insectos indeseables y generan reacciones metabólicas en las plantas al daño producido por las plagas (Lichtenberg *et al.*, 2017; Hernández, 2021). Asimismo, se diferencia de la producción agroecológica en el mercado, por poseer la garantía de una certificación legal (Jarquin *et al.*, 2013).

La disminución de plagas de insectos en las granjas orgánicas a largo plazo se ha atribuido en gran medida a prácticas que limitan su dominancia, aumentan la biodiversidad e incrementan la cantidad de insectos benéficos (Muneret *et al.*, 2018). Dentro de los sistemas de producción agroecológicos y orgánicos la preservación de entomofauna benéfica para el control biológico por conservación es importante, considerándose un requisito en el caso de la Certificación Orgánica Mexicana publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) modificado en el año 2020. Los insectos son los seres vivos más diversos y abundantes en los agroecosistemas, con un vínculo directo en términos de supervivencia de las plantas (Bautista *et al.*, 2011).

La bioprospección es definida como la colecta e identificación de muestras biológicas (plantas, animales, microorganismos, insectos, hongos macroscópicos entre los más importantes) y la acumulación de conocimiento indígena para ayudar a descubrir recursos genéticos o bioquímicos que se encuentran en la biodiversidad. En un contexto agrícola, la bioprospección de insectos se agrupa en benéficos y no benéficos. En el primer grupo se incluyen a los polinizadores, así como entomófagos y parasitoides de los insectos plaga (Srivastava, 2017).

La necesidad de lograr un eficiente control de plagas en los diferentes cultivos ha propiciado la búsqueda de alternativas ecológicas y económicas de control y monitoreo más eficientes (Bravo *et al.*, 2020). La estabilidad en el agroecosistema no está solo relacionada al número de especies presentes, sino más bien con las conexiones funcionales entre estas. En general, mientras más diversos los agroecosistemas, estos tienden a ser más estables y resilientes (Nicholls *et al.*, 2015). La biodiversidad se debe mantener o promover para preservar la capacidad de autorregulación de los agroecosistemas. Esto último implica un conocimiento profundo de las especies existentes para fomentar supervivencia.

El trampeo de insectos es una herramienta útil para estimar el tamaño de las poblaciones y la diversidad de especies existentes en un lugar determinado (Altieri y Nicholls, 2013). Lo mencionado resulta relevante puesto que como resultado de la agricultura moderna existe una pérdida en el paisaje y se ha sugerido que la conversión a gran escala a la agricultura orgánica podría mejorar en parte esta pérdida (Benton *et al.*, 2003).

Los métodos agrícolas orgánicos generalmente mejoran la biodiversidad, definida operativamente como riqueza de especies en una variedad de grupos de organismos (Bengtsson *et al.*, 2005). La riqueza y abundancia de los insectos están definidas por factores bióticos y abióticos; la adversidad climática es otro factor que condiciona la aparición o declive de insectos, más que por la producción de plantas (Ruggiero, 2001). El objetivo del presente estudio fue la cuantificación poblacional (abundancia) y diversidad (especies reportadas como benéficas y nocivas) de insectos utilizando los índices de Shannon-Weaver y Simpson en dos condiciones diferentes, una orgánica y otra agroecológica en el estado de San Luis Potosí.

Materiales y métodos

Sitios de estudio

El estudio se realizó en dos sistemas de producción en el estado de San Luis Potosí, el primero considerado como orgánico al encontrarse debidamente certificado a través de un organismo reconocido oficialmente para tal efecto (DOF, 2020), denominado Casa Garambullo (CG), ubicado en Peotillos, municipio de Villa Hidalgo (22° 29' 54.22488'' latitud norte y 100° 36' 37.36656'' latitud oeste), a una altura de 1 527 msnm y el segundo caracterizado como un sistema agroecológico, en proceso de certificación, ubicado en la colonia

La Virgen en el municipio de Soledad de Graciano Sánchez denominado Doña Mary (DM) de la empresa Plantifor (22° 11' 27.591'' latitud norte y 100° 57' 2.71368'' latitud oeste) a una altura de 1 853 msnm. Ambos sistemas realizan las mismas prácticas (uso de abonos orgánicos, rotación de cultivos, uso de barreras vivas, mantenimiento de la biodiversidad, uso de semillas de polinización libre, entre otros). La diferencia entre ambos radica en que en el sistema orgánico se han realizado estas prácticas por más de tres años, en contraste con el agroecológico.

Muestreo de la entomofauna en cultivos asociados

Los métodos de colecta utilizados fueron activos y pasivos; el método activo fue mediante el uso de red entomológica consiste de un aro de metal de 0.3 m de diámetro, mango de 1.5 m y utilizando material para la bolsa de fondo cónico una tela de tipo tul de color blanco y en los pasivos trampas de agua y trampas adhesivas que consistieron respectivamente de un recipiente plástico con capacidad de 3 L de color amarillo con agua, utilizando 50 g de jabón líquido para romper la tensión superficial e incrementar la colecta y cuadros de plástico amarillo de 0.25 x 0.25 m, sujetas en dos postes de madera previamente instalados en el suelo a una altura de 1.4 m (Ramírez *et al.*, 2014).

La captura de insectos se realizó en lotes cultivados con Acelga (*Beta vulgaris*) en desarrollo, calabaza (*Cucurbita maxima*) y maíz (*Zea mays*) estos dos últimos en condiciones de desarrollo y poscosecha, a partir de mediados de septiembre hasta la primera semana de octubre del 2019. Las

colectas consideraron varios puntos dentro de los lotes productivos como se observa en la (Figura 1). Por limitaciones logísticas se realizaron solo cuatro colectas con red entomológica los días 11, 18, 25 de septiembre y 02 de octubre del 2019 entre las 10:00 y 13:00 respectivamente, realizando tres golpes con la red sobre la vegetación cruzando la cama de siembra atendiendo las recomendaciones de Coronado *et al.* (2015).

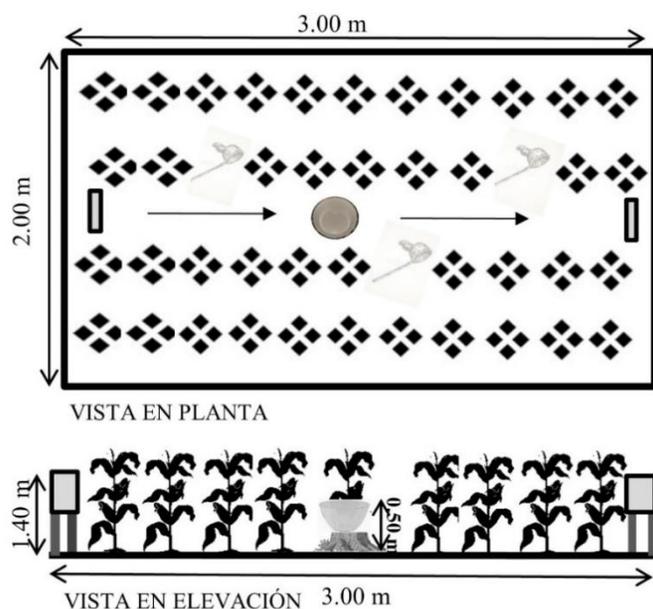


Figura 1. Representación gráfica de la delimitación realizada en los cultivos de acelga, maíz y calabaza, con los métodos de captura de insectos pasivos y activo.

Así mismo se llevaron a cabo tres colectas con trampas de agua siguiendo la metodología propuesta por Morón y Terrón (1988), estas trampas se colocaron en el centro de los polígonos trazados para la evaluación de cada cultivo; y finalmente se instalaron las trampas adhesivas, desde el 18 y 25 de septiembre y 02 de octubre, a las que se les aplicó aceite de origen vegetal y previo a la penúltima colecta se utilizó aceite sintético (Mujica *et al.*, 2007; Ruiz, 2010), este tipo de trampa se basa en la atracción cromática y es considerado para el monitoreo de ciertas plagas cuyo color usado es atrayente de áfidos y aleuródidos (Qiu y Ren, 2006). Los insectos capturados por el método de red fueron colocados en bolsas herméticas que contenían un pedazo de algodón con formol. Aquellos insectos capturados en las trampas de agua fueron colocados en envases de vidrio con agua y sellados.

Las trampas adhesivas retiradas en cada colecta se colocaron en bolsas herméticas y fueron posteriormente trasladados al laboratorio de entomología de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, junto con los ejemplares capturados en los otros dos métodos para su identificación taxonómica mediante estereoscopio y utilizando las claves taxonómicas por orden y familia (Gibb *et al.*, 2006; Alonso, 2015; Aguirre y Barranco, 2015; Carles, 2015; García *et al.*, 2015; Fernández y Pujade, 2015), reportados como benéficos o no, luego colocados en tubos falcón de 50 ml con alcohol al 70% para su conservación, con la respectiva fecha e identificación del predio. Para la identificación se utilizaron la totalidad de insectos los colectados en condiciones de ser observados.

Análisis de datos

Índices de Shannon y Simpson

Una vez hecho el conteo y posterior identificación de insectos por orden y familias se procedió a calcular la biodiversidad específica a través del índice de Shannon-Weaver, (1964) y medir la riqueza de organismos a partir del índice de diversidad de Simpson. Para el cálculo del índice de Shannon se utilizó la siguiente fórmula: $H' = -\sum_{i=1}^s p_i \log_2 p_i$. Donde: s = número de especies (la riqueza de especies); p_i = proporción de individuos de la especie; i = respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i); n_i/N . Donde: n_i = número de individuos de la especie i ; N = número de todos los individuos de todas las especies.

El índice de Shannon, también considerado como un índice de equidad, se correlaciona entre la abundancia y riqueza de especies y expresa la uniformidad de los valores de abundancia a través de todas las especies de la muestra. Alcanza valores entre 0, cuando hay una sola especie y el logaritmo neperiano de S , cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Cámara y Díaz, 2013). Para el cálculo del índice de Simpson se utilizó la siguiente fórmula: $1 - \sum_{i=1}^s p_i^2$. Donde: s = es el número de especies; p_i es la abundancia relativa de la especie i ; $p_i = n_i/\sum n_i$. Donde: n_i = número de individuos. $D = \sum p_i^2$ (dominancia).

La distinción de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto es considerada a partir del índice de Simpson (1949). Indica la relación entre riqueza o número de especies y la abundancia o número de individuos por especies en cualquier lugar. La importancia de las especies más dominantes está siendo fuertemente influida en su cálculo. Valores cercanos a 1, indican el predominio de alguna o algunas especies sobre otras. Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como diversidad ($D = 1 - \lambda$) la cual nos indica que cuanto más próximo al valor de 1, mayor es la equidad (Cámara y Díaz, 2013).

Datos estadísticos

Los datos de campo colectados se ordenaron a partir de cada método de trampeo. Para los resultados de los métodos de captura de insectos a través de red entomológica, trampa de agua y adhesivas, se realizó un análisis de varianza (Anova) de dos vías con una réplica, seguido de comparaciones múltiples con la prueba de Tukey para probar diferencias significativas ($p < 0.05$) entre el tipo de trampas utilizadas en ambas localidades y el número de insectos capturados. Para el análisis estadístico y representación gráfica se utilizó el software Minitab19 y GraphPad Prism 9.0 respectivamente.

Datos climáticos

Se registraron los datos de temperaturas máxima, mínima y precipitación, más no humedad relativa en ambas localidades, durante el tiempo que duró el estudio a través de la aplicación Meteored (versión 6.8.3.free) a fin de comparar el comportamiento de las distintas poblaciones de insectos a partir de la información del clima.

Resultados y discusión

Captura de insectos

En la unidad de producción orgánica CG por medio de red entomológica se logró capturar 95 insectos en los cultivos seleccionados, así mismo se capturó 84 insectos en la unidad de producción DM, siendo el orden Hymenoptera (Figura 2), el colectado con mayor frecuencia en ambas localidades. Con base en el total de individuos capturados, la mayor cantidad de insectos fue colectada en el cultivo de acelga con 32.6% y 44.05% en CG y DM respectivamente, siendo la familia Formicidae la que mayor número de individuos presentó. Este tipo de muestreo demostró eficiencia en la captura de insectos adultos.

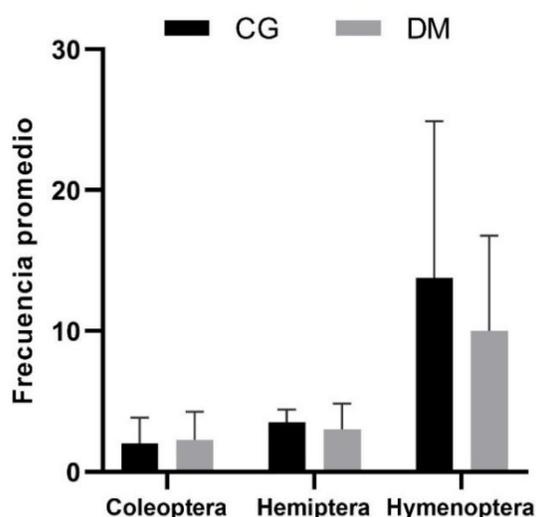


Figura 2. Órdenes de insectos capturados con mayor frecuencia por método de red entomológica en Casa Garambullo y Doña Mary. Se realizó una comparación de medias entre localidades y se observó mayor presencia de insectos del orden Hymenoptera; no existen diferencias significativas ($p > 0.05$) en la captura de dicho orden en ambos predios. Las barras de error indican un intervalo de confianza (IC) del 95%.

Ninguno de los cultivos muestreados durante el desarrollo del estudio presentó daños de importancia económica en las dos unidades de producción analizadas. Duarte y Almirall (2020) identificaron una alta abundancia de la familia Formicidae (del orden Hymenoptera) a través de la asociación cultivos que incluía a la acelga y refieren además que a pesar de que esta familia de insectos presenta un aporte como controlador biológico se debe tomar en consideración que una alta población de estos insectos podría convertirse en plaga. Por su parte Campo *et al.* (2014), mencionan que el cultivo de la acelga tiende a presentar una alta variedad de insectos, además de que si este cultivo se encuentra asociado existiría una alta diversidad de enemigos naturales presentes en su entorno.

Con el método de trampas de agua se logró la mayor captura de insectos, obteniendo 1 202 en Casa Garambullo y 761 en Granja Doña Mary durante las cuatro semanas de estudio, siendo nuevamente el orden Hymenoptera (Figura 3) el que con mayor frecuencia se observó en ambos predios. Del

total de individuos 39.6% y 33.51% fueron capturados en los cultivos de maíz en producción y calabaza en poscosecha en CG y DM respectivamente. En ambos sitios, la familia Vespidae fue la encontrada en mayor cuantía. Este método de colecta es mayormente utilizado para insectos voladores (Hudson *et al.*, 2020).

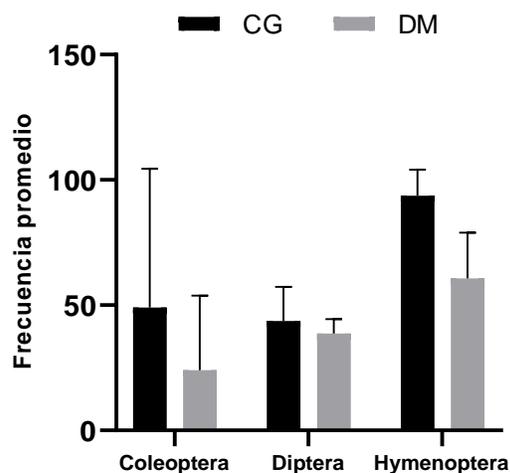


Figura 3. Órdenes de insectos capturados con mayor frecuencia por el método de trampas de agua en Casa Garambullo y Doña Mary. Se realizó una comparación de medias en la colecta de insectos entre localidades y se corroboró que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) en la captura del orden Hymenoptera en ambos predios. Las barras de error indican un intervalo de confianza (IC) del 95%.

Dentro de un agroecosistema la presencia de la familia Vespidae tiene especial relevancia para el control natural de insectos no benéficos. López *et al.* (2013) mencionan que esta familia actúa como controlador natural de insectos considerados como plaga en el cultivo de maíz; este artrópodo actúa como controlador de insectos de las familias Chrysomelidae, Cicadelidae, Noctuidae, Acrididae, encontradas de manera representativa en ambos sitios de estudio. De igual manera se puede asociar a la familia Vespidae como polinizadores y depredadores de diferentes plagas en cultivos de cucurbitáceas (Dalló *et al.*, 2018).

A partir del método de trampas adhesivas amarillas, durante los tres muestreos en la finca Casa Garambullo y Granja Doña Mary, se colectaron 460 y 373 individuos respectivamente, siendo los órdenes Hemiptera y Thysanoptera encontrados con mayor frecuencia en ambos predios (Figura 4). En el cultivo de calabaza en poscosecha, en ambos predios, se encontró la mayor cantidad de insectos capturados con 36.96% y 37.27% en CG y DM respectivamente, observándose con mayor frecuencia a las familias Aleyrodidae, Aphididae, Thripidae y Aeolothripidae en ambas fincas.

En un estudio realizado por Díaz *et al.* (2020) en el cultivo de calabaza se reportó la eficacia de las trampas adhesivas amarillas en el control de *Bemisa tabaci* perteneciente a la familia Aleyrodidae, vector del virus de la hoja rizada de calabaza (SLCV). Asimismo, Corrales (1995) menciona que varias especies de Thysanoptera se han encontrado en hortalizas entre ellas la calabaza; sin embargo, dentro del control biológico, para mantener una baja población de dichos insectos plaga, puede efectuarse con la presencia de la familia Eulophidae del orden Hymenoptera según Loomans *et al.* (1997), mismos que fueron identificados en ambos sitios de estudio.

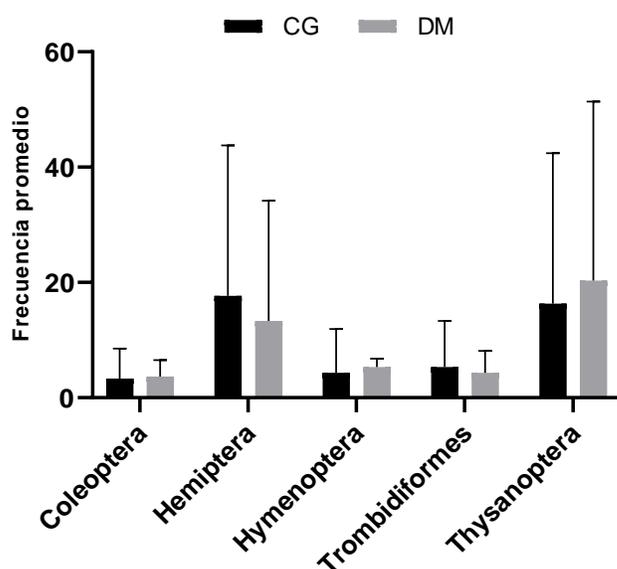


Figura 4. Órdenes de insectos capturados con trampas adhesivas en Casa Garambullo y Doña Mary. A través de la comparación de medias se observa mayor presencia en la captura de insectos no benéficos del orden Hemiptera y Thysanoptera, no existen diferencias significativas en la captura de dichos órdenes (> 0.05) en ambos predios. Las barras de error indican un intervalo de confianza de 95%.

En cuanto al total de insectos capturados en las unidades de producción orgánica CG y agroecológica DM, se constató que las capturas con red entomológica se logró coleccionar 58.95% y 57.14% de insectos benéficos respectivamente; asimismo, a partir de las trampas de agua, pese a que se logró la captura de una mayor cantidad de insectos, solo 52.83% y 54.27% se los identificó como benéficos en ambas unidades de producción orgánica y agroecológica respectivamente, finalmente a través de las trampas adhesivas se capturó 16.09% 15.55% insectos considerados benéficos en CG y DM (Cuadro 1).

Cuadro 1. Número total de insectos capturados/total insectos benéficos en los cultivos analizados.

Tipo de trampa	Unidad de producción orgánica	Unidad de producción agroecológica
Red	95/56	84/48
Agua	1202/635	761/413
Adhesiva	460/74	373/58

La agricultura orgánica es un impulsor de la abundancia de especies de enemigos naturales según lo manifestado por Muneret *et al.* (2019) y se podría inferir que, a partir de los datos obtenidos en la captura de insectos benéficos con trampas de agua y de red entomológica, su abundancia es inversamente proporcional a los insectos no benéficos capturados en ambos predios (orgánico y agroecológico).

Diversidad de especies en ambas unidades de producción

El índice de Shannon-Weaver ha sido el más usado para medir la diversidad de la entomofauna. En ecología la diversidad se refiere a la diversidad de especies, expresando el número de poblaciones y sus abundancias relativas (Segnini, 1995). Por su parte a partir del índice de Simpson se indica la relación entre riqueza o número de especies y la abundancia o número de individuos por especies en cualquier lugar (Moreno, 2001).

Considerando el total de insectos capturados a través de las tres técnicas de colecta establecidos, se identificaron los siguientes órdenes de insectos benéficos: Hymenoptera, Coleoptera, Hemiptera y Diptera en Casa Garambullo y Doña Mary, siendo las familias Vespidae, Apidae, Syrphidae, Eulophidae, Crabronidae, Formicidae, Cynipidae y Coccinellidae las identificadas en mayor cuantía en ambos predios.

En cuanto a los índices de biodiversidad específica, estos resultaron bajos H' : 1.33 y 1.26 en las unidades de producción orgánica y agroecológica respectivamente (Cuadro 2), considerándose un rango alto de biodiversidad específica cuando oscilan entre 2 y 3 según lo manifestado por Pla (2006); Gelambi (2018).

Cuadro 2. Índice de Simpson calculado para las unidades de producción orgánica y agroecológica.

Orden	Casa garambullo			Orden	Granja Doña Mary		
	Cantidad	Abundancia relativa (pi)	pi ²		Cantidad	Abundancia relativa (pi)	pi ²
Araneae	3	0.001707456	2.91541E-06	Coleoptera	178	0.14614122	0.0213572548
Coleoptera	303	0.172453045	0.029740053	Dermaptera	1	0.00082102	0.0000006741
Diptera	296	0.168468981	0.028381798	Diptera	282	0.23152709	0.0536047951
Hemiptera	210	0.119521912	0.014285488	Hemiptera	153	0.12561576	0.0157793201
Hymenoptera	710	0.404097894	0.163295108	Hymenoptera	367	0.30131363	0.090789903
Lepidoptera	4	0.002276608	5.18294E-06	Lepidoptera	4	0.00328407	0.0000107851
Orthoptera	3	0.001707456	2.91541E-06	Orthoptera	6	0.00492611	0.0000242665
Thysanoptera	197	0.112122937	0.012571553	Thysanoptera	210	0.17241379	0.0297265161
Trombidiformes	31	0.017643711	0.000311301	Trombidiformes	17	0.01395731	0.0001948064
Total	1757			Total	1218		
		D	0.25			D	0.21
		1-D	0.75			1-D	0.79

Los cálculos realizados a partir del índice de Simpson, se obtuvo baja dominancia entre especies de insectos en los predios Casa Garambullo y Doña Mary ($D=0.25$ y $D=0.21$ respectivamente) no obstante existió una alta diversidad de especies en ambos predios $1-D=0.75$ y 0.79 respectivamente (Cuadros 3 y 4). Si la diversidad de especies es 1 o cercano a 1 se lo considera alto, según lo mencionado por Brito *et al.* (2007). Esto último podría estar ligado a cambios de temperatura y precipitación (Figuras 5 y 6) puesto que el clima es un elemento que afecta las poblaciones de insectos. Las variables climáticas influyen en la supervivencia y duración de los ciclos de vida de los insectos, causando variaciones en el número de individuos capturados (Hodgson *et al.*, 2011).

Cuadro 3. Cálculo del índice de Shannon en la localidad de Villa de Hidalgo.

Orden	Familia	#	pi	log pi	pi x log pi
Araneae	Araneidae	3	0.002	-2.77	-0.005
Coleoptera	Chrysomelidae	1	0.001	-3.24	-0.002
Coleoptera	Coccinellidae	28	0.016	-1.8	-0.029
Coleoptera	Curculionidae	101	0.057	-1.24	-0.071
Coleoptera	Dermestidae	58	0.033	-1.48	-0.049
Coleoptera	Meloidae	1	0.001	-3.24	-0.002
Coleoptera	Mordellidae	82	0.047	-1.33	-0.062
Coleoptera	Nitidulidae	13	0.007	-2.13	-0.016
Coleoptera	Scabareidae	4	0.002	-2.64	-0.006
Coleoptera	Tenebrionidae	15	0.009	-2.07	-0.018
Diptera	Calliphoridae	14	0.008	-2.1	-0.017
Diptera	Crabronidae	32	0.018	-1.74	-0.032
Diptera	Culicidae	57	0.032	-1.49	-0.048
Diptera	Dolichopodidae	18	0.01	-1.99	-0.02
Diptera	Empididae	13	0.007	-2.13	-0.016
Diptera	Eulophidae	11	0.006	-2.2	-0.014
Diptera	Muscidae	82	0.047	-1.33	-0.062
Diptera	Sepsidae	18	0.01	-1.99	-0.02
Diptera	Syrphidae	46	0.026	-1.58	-0.041
Diptera	Tachinidae	5	0.003	-2.55	-0.007
Hemiptera	Aleyrodidae	15	0.009	-2.07	-0.018
Hemiptera	Aphididae	135	0.077	-1.11	-0.086
Hemiptera	Cicadellidae	55	0.031	-1.5	-0.047
Hemiptera	Pentatomidae	5	0.003	-2.55	-0.007
Hymenoptera	Aphelinidae	20	0.011	-1.94	-0.022
Hymenoptera	Apidae	107	0.061	-1.22	-0.074
Hymenoptera	Brachonidae	6	0.003	-2.47	-0.008
Hymenoptera	Crabronidae	21	0.012	-1.92	-0.023
Hymenoptera	Cynipidae	37	0.021	-1.68	-0.035
Hymenoptera	Eulophidae	64	0.036	-1.44	-0.052
Hymenoptera	Formicidae	190	0.108	-0.97	-0.104
Hymenoptera	Scoliidae	36	0.02	-1.69	-0.035
Hymenoptera	Vespidae	229	0.13	-0.88	-0.115
Lepidoptera	Noctuidae	4	0.002	-2.64	-0.006
Orthoptera	Acrididae	3	0.002	-2.77	-0.005
Thysanoptera	Aeolothripidae	176	0.1	-1	-0.1
Thysanoptera	Thripidae	21	0.012	-1.92	-0.023
Trombidiformes	Tetranychidae	31	0.018	-1.75	-0.031
	Suma	1 757			-1.329
				H	1.33

Cuadro 4. Cálculo de índice de Shannon en localidad de Soledad de Graciano Sánchez.

Orden	Familia	#	pi	log pi	pi x log pi
Coleoptera	Coccinellidae	20	0.016	-1.785	-0.029
Coleoptera	Curculionidae	73	0.06	-1.222	-0.073
Coleoptera	Dermeestidae	13	0.011	-1.972	-0.021
Coleoptera	Eulophidae	11	0.009	-2.044	-0.018
Coleoptera	Mordellidae	55	0.045	-1.345	-0.061
Coleoptera	Nitidulidae	6	0.005	-2.307	-0.011
Dermoptera	Forficulidae	1	0.001	-3.086	-0.003
Diptera	Bombyllidae	1	0.001	-3.086	-0.003
Diptera	Crabronidae	11	0.009	-2.044	-0.018
Diptera	Culicidae	42	0.034	-1.462	-0.05
Diptera	Dolichopodidae	10	0.008	-2.086	-0.017
Diptera	Eulophidae	109	0.089	-1.048	-0.094
Diptera	Muscidae	81	0.067	-1.177	-0.078
Diptera	Syrphidae	28	0.023	-1.638	-0.038
Hemiptera	Cicadellidae	34	0.028	-1.554	-0.043
Hemiptera	Aleyrodidae	3	0.002	-2.609	-0.006
Hemiptera	Aphididae	102	0.084	-1.077	-0.09
Hemiptera	Coccinellidae	8	0.007	-2.183	-0.014
Hemiptera	Coreidae	1	0.001	-3.086	-0.003
Hemiptera	Lygaeoidea	1	0.001	-3.086	-0.003
Hemiptera	Pentatomidae	3	0.002	-2.609	-0.006
Hemiptera	Pyrrhocoridae	1	0.001	-3.086	-0.003
Hymenoptera	Apidae	56	0.046	-1.337	-0.061
Hymenoptera	Aphididae	27	0.022	-1.654	-0.037
Hymenoptera	Crabronidae	8	0.007	-2.183	-0.014
Hymenoptera	Cynipidae	23	0.019	-1.724	-0.033
Hymenoptera	Eulophidae	11	0.009	-2.044	-0.018
Hymenoptera	Formicidae	107	0.088	-1.056	-0.093
Hymenoptera	Muscidae	9	0.007	-2.131	-0.016
Hymenoptera	Vespidae	126	0.103	-0.985	-0.102
Lepidoptera	Noctuidae	4	0.003	-2.484	-0.008
Orthoptera	Acrididae	6	0.005	-2.307	-0.011
Thysanoptera	Aeolothripidae	187	0.154	-0.814	-0.125
Thysanoptera	Thripidae	23	0.019	-1.724	-0.033
Trombidiformes	Tetranychidae	17	0.014	-1.855	-0.026
	Suma	1 218			-1.26
				H	1.26

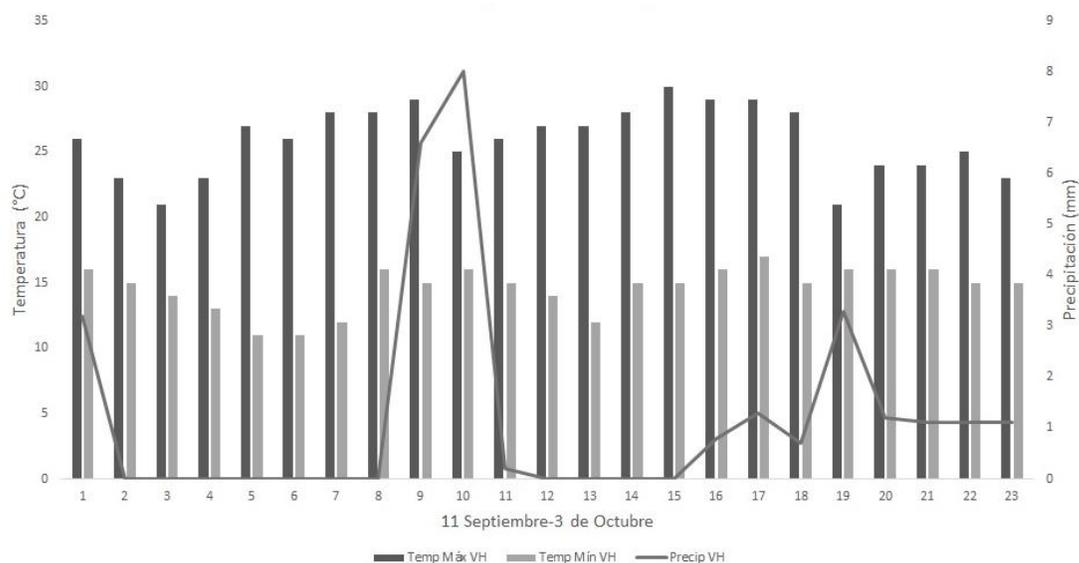


Figura 5. Climograma del municipio de Villa de Hidalgo en donde se indica la temperatura máxima 30 C, temperatura mínima 11 C y precipitación de los días 11 de septiembre al 03 de octubre de 2019.

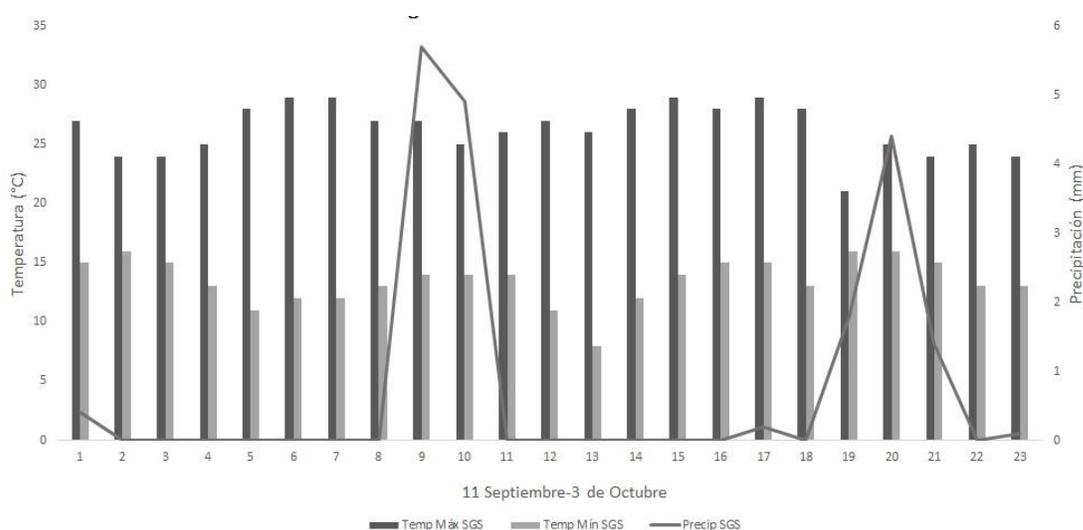


Figura 6. Climograma del municipio de Soledad de Graciano Sánchez en donde se indica la temperatura máxima 29 C, temperatura mínima 8 C y precipitación de los días 11 de septiembre al 03 de octubre de 2019.

La riqueza y diversidad de insectos está directamente ligado a factores bióticos y abióticos. A pesar de que la descendencia es alta, la mortandad de artrópodos es alta y variable algunos autores enfatizan que la biodiversidad está siendo afectada por el hábitat y el clima (Fox, 2013).

Conclusiones

El mayor número de insectos fue capturado en la unidad de producción orgánica Casa Garambullo, atribuible a su mayor diversidad de cultivos por unidad de superficie en comparación con el sistema de producción agroecológico Granja Doña Mary, las principales familias de insectos benéficos encontrados en ambas unidades de producción fueron: Vespidae, Apidae, Syrphidae, Eulophidae, Crabronidae, Formicidae, Cynipidae y Coccinellidae. En cuanto a los índices de diversidad de insectos encontrados en ambas zonas de producción, en todos los cultivos en los que se evaluó la diversidad de insectos, se constató que existe una baja dominancia entre especies de insectos; sin embargo, la diversidad es alta en ambas localidades; los índices de biodiversidad específica resultaron bajos en ambos predios.

Literatura citada

- Aguirre, A. y Barranco, V. P. 2015. Orden Orthoptera. Ibero Diversidad Entomológica. 46(1):1-13.
- Alonso, M. 2015. Orden Coleoptera. Rev. IDE@-SEA. 55(1):1-18.
- Altieri, M. A. y Nicholls, C. I. 2013. Agroecología y resiliencia al cambio climático: principios y consideraciones metodológicas. Agroecología. 8(1):7-20.
- Bautista, F.; Palacio, J. L. y Delfín, H. 2011. Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. 2^{da} Edición. Universidad Nacional Autónoma de México. ISBN 978-607-02-21297-9. 790 p.
- Bengtsson, J.; Ahnström, J. and Weibull, A. C. 2005. The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis. J. Appl. Ecol. 42(2):261-269.
- Benton, T. G.; Vickery, J. A. and Wilson, J. D. 2003. Farmland biodiversity: is habitat heterogeneity the key? Trends Ecol. Evol. 18(4):182-188. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(03\)00011-9](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(03)00011-9).
- Blundell, R.; Schmidt, J. E.; Igwe, A.; Cheung, A. L.; Vannette, R. L.; Gaudin, A. C. y Casteel, C. L. 2020. Organic management promotes natural pest control through altered plant resistance to insects. Nature Plants. 6(5):483-491.
- Bravo, R.; Zela-Uscamayta, K. y Lima, I. 2020. Eficiencia de trampas pegantes de colores en la captura de insectos de hortalizas de hoja. Sci. Agropec. 11(1):61-66.
- Brito, Y. M.; Camacho, E. R.; Vargas, O. M.; Nelson, N. T.; Lewis, Y. L.; Castillo, N. R. y Campo, D. P. 2007. Diversidad de insectos benéficos asociados a *Morinda citrifolia* L. Fitosanidad. 11(1):25-28.
- Cámara R. y Díaz, F. 2013. Muestreo en transecto de formaciones vegetales de fanerófitos y Caméfitos: fundamentos metodológicos. Estudios Geográficos. 74(274):67-88.
- Campo, A. D. P.; Acosta, R. L.; Morales, S. y Prado, F. A. 2014. Evaluación de microorganismos de montaña (mm) en la producción de acelga en la meseta de Popayán. Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial. 12(1):79-87.
- Carles, M. 2015. Orden diptera. Rev. IDE@-SEA. 63(1):1-22.
- Coronado, B. J. M.; Ruíz, C. E. y Thompson, F. R. M. 2015. Métodos de colecta de insectos. En: Morón, M., Jarquin, R, Zacarías, O. Bioprospección de insectos benéficos en sistemas de producción agroecológicos y orgánicos en San Luis Potosí. Introducción a la Ciencia, la Tecnología y la Innovación en la UASLP. Verano de la Ciencia 2018. 6(2):75-79.

- Corrales, M. J. L. 1995. Chinchas, chicharritas, minadores y trips de hortalizas. *In*: anónimo. (Ed.). Manejo fitosanitario de hortalizas. Memorias del XXVII Congreso Nacional de Entomología. San Luis Potosí, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. 242 p.
- Dalló, J. B.; Souza, M. M.; Coelho, E. L. y Brunismann, A. G. 2018. Vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae) en Cultura de bucha vegetal *Luffa aegyptiaca* mill. *Rev. Agrogeoambiental*. 9(4):111-124.
- Devine, G. J.; Eza, D.; Ogusuku, E. y Furlong, M. J. 2008. Uso de insecticidas: contexto y consecuencias ecológicas. *Rev. Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*. 25(1):74-100.
- Diario Oficial de la Federación. 2020. Acuerdo por el que se modifican, adicionan y derogan diversas disposiciones del diverso por el que se dan a conocer los lineamientos para la operación orgánica de las actividades agropecuarias. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5594612&fecha=08/06/2020https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5594612&fecha=08/06/2020.
- Díaz, J. F.; Sahagún, J.; Ayvar, S.; Vargas, M. y Alvarad, O. G. 2020. Virus de la hoja rizada de calabaza (SLCV): diagnóstico, dinámica poblacional del vector y distribución espacio-temporal del virus. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 11(1):83-95.
- Duarte, S. y Almirall, A. L. 2020. Diversidad de insectos asociados a siete cultivos en el sistema de cultivo organopónico “1° de julio” de La Habana. *Rev. Cient. Agroec.* 8(2):58-65.
- Fernández, S. y Pujade, J. 2015. Orden hymenoptera. *Rev. IDE@-SEA*. 59(1):1-36.
- Fox, R. 2013. The decline of moths in great britain: a review of possible causes. *Insect conservation and diversity*. 6(1):5-19.
- García, E.; Romo, H.; Monteys, V. S.; Munguira, M. L.; Baixeras, J.; Moreno, A. V. y García, J. L. Y. 2015. Orden lepidoptera. *Rev. IDE@-SEA*. 65(1):1-21.
- Gelambi, M. 2018. ¿Qué es el índice de Shannon y para qué sirve? *Lifeder*. <https://www.lifeder.com/indice-de-shannon/>.
- Gibb, T. J.; Oseto, C. Y. and Oseto, C. 2006. *Arthropod collection and identification: laboratory and field techniques*. Academic Press. 311 p. ISBN: 978-012-3695-45-1.
- Hernández, V. A. 2021. Biocontrol del cáncer bacteriano en jitomate mediante un té aeróbico de composta. Tesis. San Luis Potosí, México, DF. 13-14 pp.
- Hodgson, J. A.; Thomas, C. D.; Oliver, T. H.; Anderson, B. J.; Brereton, T. M. and Crone, E. E. 2011. Predicting insect phenology across space and time. *Glob. Change Biol.* 17(3):1289-1300. Doi: 10.1111/j.1365-2486.2010.02308.x.
- Hudson, J. R.; Hanula, J. L. and Horn, S. 2020. Assessing the efficiency of pan traps for collecting bees (Hymenoptera: apoidea). *J. Entomol. Sci.* 55(3):321-328. Doi: 10.18474/0749-8004-55.3.321.
- Jarquín, R.; Schwentesius, R.; Aguilar, E.; Yngel, M.; Ramírez, H. M. y Domínguez, N. 2013. Guía para la comprensión de lineamientos técnicos de operación orgánica (No. 635.0484 J3G8). 1^{ra}. (Ed). ISBN 978-607-9343-18-7. 87 p.
- León, T. E. S. 2009. Agroecología: desafíos de una ciencia ambiental en construcción. *Agroecología*. 4(1):7-17.
- Lichtenberg, E. M.; Kennedy, C. M.; Kremen, C.; Batary, P.; Berendse, F.; Bommarco, R. and Crowder, D. W. 2017. A global synthesis of the effects of diversified farming systems on arthropod diversity within fields and across agricultural landscapes. *Glob. Change Biol.* 23(11):4946-4957.

- Loomans, A. J. M.; Murai, T. and Greene, I. D. 1997. Interactions with Hymenopterous parasitoids and parasitic nematodes. *In*: Lewis, T. (Ed.). Thrips as crops pest. Caba International. 740 p.
- López, Y.; Hernández, J. y Caraballo, P. 2013. Actividad de forrajeo de la avispa social *Polybia emaciata* (Hymenoptera: vespidae: polistinae). *Rev. Colomb. Entomol.* 39(2):250-255.
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. Manuales y Tesis SEA. ISSN: 1576 9526. 84 p.
- Morón, M. A. y Terrón, R A. 1988. Entomología práctica. Instituto de ecología. México, DF. 504. p.
- Mujica, M. V.; Scatoni, I. B.; Franco, J.; Nuñez, S. and Bentancourt, C. M. 2007. Fluctuación poblacional de “*Frankliniella occidentalis*” pergande thysanoptera: thripidae en “*Vitis vinifera*” L. Italia en la zona sur de uruguay. *Boletín de sanidad vegetal. Plagas.* 33(4):457-468.
- Muneret, L.; Auriol, A.; Bonnard, O.; Richart, C, S.; Thiéry, D. and Rusch, A. 2019. Organic farming expansion drives natural enemy abundance but not diversity in vineyard-dominated landscapes. *Ecol. Evol.* 9(23):13532-13542.
- Muneret, L.; Mitchell, M.; Seufert, V.; Aviron, S.; Pétilion, J.; Plantegenest, M. and Rusch, A. 2018. Evidence that organic farming promotes pest control. *Nat. Sustain.* 1(7):361-368.
- Nicholls, C. I. y Altieri, M. 2006. Manejo de la fertilidad de suelos e insectos plaga: armonizando la salud del suelo y la salud de las plantas en los agroecosistemas. *Manejo integrado de plagas y agroecología.* 77(1):8-16)
- Nicholls, C. I.; Henao, A. y Altieri, M. A. 2015. Agroecología y el diseño de sistemas agrícolas resilientes al cambio climático. *Agroecología.* 10(1):7-31.
- Ortega, G. 2009. Agroecología vs agricultura convencional. Documento de trabajo N° 128 b. Base de investigaciones sociales. Asunción, Paraguay. ISSN 1810-584X. 24 p.
- Pla, L. 2006. Biodiversidad: inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. *Interciencia.* 31(8):583-590.
- Puech, C.; Baudry, J.; Joannon, A.; Poggi, S. and Aviron, S. 2014. Organic vs. conventional farming dichotomy: does it make sense for natural enemies? *Agric. Ecosyst. Environ.* 194(1):48-57.
- Qiu, B. L. and Ren, S. X. 2006. Using yellow sticky traps to inspect population dynamics of *Bemisia tabaci* and its parasitoids. *Chin. Bulletin Entomol.* 43(1):53-56.
- Ramírez, L.; Alanís, G.; Ayala, R.; Velazco, C. y Favela, S. 2014. El uso de platos trampa y red entomológica en la captura de abejas nativas en el estado de Nuevo León, México. *Acta Zool. Mex.* 30(3):508-538.
- Ruggiero, A. 2001. Interacciones entre la biogeografía ecológica y la macroecología: aportes para comprender los patrones espaciales en la diversidad biológica. *Introducción a la biogeografía en Latinoamérica: teorías, conceptos, métodos y aplicaciones.* 81-94 pp.
- Ruiz, C. E. 2010. Ichneumonidae (Hymenoptera) en el estado de Tamaulipas, México. Serie avispa parasíticas de plagas y otros insectos No. 6. Universidad Autónoma de Tamaulipas. (Ed.). Planeta. 184 p.
- Sánchez, F. and Wyckhuys, K. A. 2019. Worldwide decline of the entomofauna: a review of its drivers. *Biol. Conserv.* 232(1):8-27.
- Segnini, S. 1995. Medición de la diversidad en una comunidad de insectos. *Bol. Entomol. Venez.* 10(1):105-13.
- Shannon, C. E. and Weaver, W. 1964. The mathematical theory of communication. Urbana. University of Illinois Press. 125 p.
- Simpson, E. H. 1949. Measurement of diversity. *Nature.* 163-688 pp.
- Srivastava, S. K. 2017. Insect bioprospecting especially in India. *In bioprospecting.* Springer, cham. 245-267 pp.