

Respuesta de los gremios tróficos de chinches (Hemiptera: Heteroptera) al manejo agrícola del cultivo de chayote, *Sechium edule* (Jacq.) Sw. (Cucurbitaceae)

Response of true bug (Hemiptera: Heteroptera) trophic guilds to agricultural management of chayote crop, *Sechium edule* (Jacq.) Sw. (Cucurbitaceae)

 JAVIER GONZALEZ-LUCAS¹  AIDE FLORES-TECALCO¹  DANIEL REYNOSO-VELASCO²  EH DIBALDO PRESA-PARRA¹  RICARDO SERNA-LAGUNES¹  MIGUEL A. GARCIA-MARTINEZ^{1*}

¹Universidad Veracruzana, Veracruz, México. S17000069@estudiantes.uv.mx, S22000145@estudiantes.uv.mx, ehpresa@uv.mx, rserna@uv.mx, miguelgar-cia05@uv.mx

²Instituto de Ecología, AC (INECOL), Veracruz, México daniel.reynoso@inecol.mx

* Autor de correspondencia

Miguel A. García-Martínez. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias Región Orizaba-Córdoba, Universidad Veracruzana, Josefa Ortiz de Domínguez S/N, Peñuela, Amatlán de los Reyes 94945, Veracruz, México. miguelgar-cia05@uv.mx

Citación sugerida

González-Lucas, J., Flores-Tecalco, A., Reynoso-Velasco, D., Presa-Parra, E., Serna-Lagunes, R., & García-Martínez, M. A. (2026). Respuesta de los gremios tróficos de chinches (Hemiptera: Heteroptera) al manejo agrícola del cultivo de chayote, *Sechium edule* (Jacq.) Sw. (Cucurbitaceae). Revista Colombiana de Entomología, 52(1), e14363. <https://doi.org/10.25100/socolen.v52i1.14363>

Recibido: 14-Ago-2024

Aceptado: 28-Oct-2025

Publicado: 17-Feb-2026

Editor temático: Pablo Benavides, CENICAFFE, Manizales, Colombia.

Revista Colombiana de Entomología

ISSN (Print): 0120-0488

ISSN (On Line): 2665-4385

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

Open access

 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>

Resumen: México es un país líder en producción y ventas de chayote (*Sechium edule*) a nivel mundial, por lo que es considerado un cultivo de importancia económica. En este cultivo han sido reportadas diversas especies de chinches del suborden Heteroptera; sin embargo, no está claro cómo los diferentes gradienes de manejo agrícola regulan su diversidad e interacciones tróficas. Este estudio analiza, en 15 plantaciones de chayote en Ixtaczoquitlán, Veracruz, México, la respuesta de los gremios tróficos de chinches (Hemiptera: Heteroptera) al manejo agrícola. Se instalaron trampas, en las que las chinches fueron recolectadas bimestralmente durante 2018. El manejo agrícola de las plantaciones fue caracterizado en términos de su estructura, cobertura del suelo y uso de agroquímicos. Se recolectaron 371 individuos de Heteroptera pertenecientes a 16 familias, 44 géneros y 52 especies, y se catalogaron en los gremios “depredador,” “fitófago” y “micrófago”. La abundancia del gremio “depredador” respondió positivamente al uso de herbicidas y de fertilizantes, mientras que negativamente a la altura de la estructura de soporte del cultivo y la densidad se siembra. La abundancia del gremio “fitófago” respondió positivamente al uso de insecticidas y negativamente a la cobertura del suelo por hojarasca y la duración del ciclo productivo. El número de especies y la abundancia del gremio micrófago no respondieron a ninguna de las características del manejo agrícola del chayote. Este trabajo proporciona información sobre el contexto agrícola local del cultivo de chayote y su vinculación con el desarrollo e implementación de estrategias para la toma de decisiones sobre el manejo de chinches fitófagas y depredadoras.

Palabras clave: abundancia, agroquímicos, depredador, hortaliza, insectos fitófagos.

Abstract: Mexico is a global leader in the production and sale of chayote squash (*Sechium edule*), an economically important crop. Numerous species of true bugs (Hemiptera: Heteroptera) have been reported in this crop; however, it is not clear how different agricultural management strategies impact their diversity and trophic interactions. This study analyzed the responses of heteropteran trophic guilds to agricultural management in 15 chayote plantations in Ixtaczoquitlán, Veracruz, Mexico. Traps were set and examined bimonthly during 2018. Agricultural management was characterized in terms of its trellis height, ground cover, and agrochemical use. We collected 371 individuals of Heteroptera belonging to 16 families, 44 genera, and 52 species; these were classified in the following guilds: predaceous, phytophagous, and mycophagous. Predator abundance exhibited a positive response to the use of herbicides and fertilizers, but showed a negative response to the height of the plant support structure and plant density. Phytophagous Heteroptera abundance was positively impacted by insecticide use, but negatively when amount of leaf litter and production cycle duration were considered. Species richness and abundance of the mycophagous guild did not respond to any of the management variables considered. These findings provide information important for the sound development of strategies for the management of phytophagous and predaceous true bugs in chayote agroecosystems.

Keywords: Abundance, agrochemicals, phytophagous insects, predator, vegetable crop.

Introducción

En los últimos años, debido al aumento exponencial de la población humana, se ha experimentado una alta demanda en la producción de cultivos (Jayne et al., 2019). Sin embargo, su rendimiento y la calidad de sus productos han disminuido anualmente en aproximadamente un 45 % de pérdidas constantes generadas por el ataque de plagas y enfermedades (Aneja et al., 2016). Tales problemas fitosanitarios han ocasionado el uso excesivo de productos químicos y prácticas que impactan negativamente sobre el ambiente, en diversos cultivos hortícolas alrededor del mundo (Emmerson et al., 2016).

Con la finalidad de aumentar el valor de la producción por hectárea se ha implementado la intensificación agrícola, la cual se define como el incremento en el uso de insumos (mano de obra, agroquímicos, semillas, materiales de siembra) en un área cultivada (Ickowitz et al., 2019). Estas prácticas agrícolas intensivas se caracterizan por la disminución en los ciclos de rotación, eliminación de la vegetación nativa, aumento del uso de agroquímicos, siembra fuera de temporada y por el arado profundo (Akinsorotan et al., 2023). Dichas acciones impactan negativamente sobre la diversidad y los servicios ecosistémicos que proporcionan taxones como plantas, mamíferos, aves, anfibios y artrópodos (Landis, 2017). Particularmente, la respuesta de algunas especies de insectos puede variar de acuerdo con el gremio trófico al que pertenezcan (Zhao et al., 2015).

Un gremio trófico se define como un grupo de especies que utilizan un recurso ambiental de forma similar, en insectos se han descrito cuatro gremios: fitófagos, depredadores, micrófagos y carroñeros (Haavik & Stephen, 2023). Diferentes investigaciones (Nelson et al., 2018; Raven & Wagner, 2021) han reportado que diversos órdenes de insectos tales como Coleoptera, Hymenoptera y Diptera actúan como enemigos naturales de insectos plaga (p. ej., depredadores) y son afectados por las prácticas de manejo agrícola. Por otro lado, son beneficiados aquellos insectos considerados plaga, como es el caso de los fitófagos (Vaidya et al., 2017).

El éxito de estos insectos plagas podría deberse a la aparición de genotipos resistentes a insecticidas, a la dominancia numérica de ciertas especies oportunistas, exóticas o invasivas, y a la desestabilización de las redes de interacciones tróficas dentro de los agroecosistemas (Brevik et al., 2018). Diversos autores (Menta et al., 2020; Volpato et al., 2020) reportan un efecto de miembros de Coleoptera, Hymenoptera y Lepidoptera al manejo agrícola; sin embargo, es escaso el conocimiento de la respuesta de grupos taxonómicos como Heteroptera (Hemiptera), al que pertenecen las chinches.

Las chinches, también conocidas como chinches verdaderas (Hemiptera: Heteroptera), son un grupo de insectos con metamorfosis simple altamente diverso en distintos ecosistemas (Henry, 2017). Estos se clasifican de acuerdo con su estrategia de alimentación, tales como depredadores, fitófagos, hematófagos y micetófagos (Weirauch et al., 2019). Diversas especies de chinches depredadoras contribuyen a la regulación de plagas de insectos que perjudican ecosistemas naturales y cultivos; en contraste, algunas especies actúan como plagas y vectores de enfermedades (Goula & Mata, 2015). Dada su importancia biológica y económica, es necesario analizar la

respuesta de sus especies a las prácticas de manejo agrícola implementadas en cultivos de importancia económica.

En México el chayote *Sechium edule* (Jacq) Sw. (Cucurbitales: Cucurbitaceae) es uno de los principales cultivos de importancia económica, debido a que el país se posiciona como uno de los principales productores y exportadores a nivel mundial (Nataren-Velázquez et al., 2020). En 2022 la producción de chayote en México superó las 196,000 toneladas/año y los principales estados productores fueron Veracruz, Michoacán, Jalisco y Estado de México (SIAP, 2022). La importancia económica del fruto del chayote se enfoca principalmente en la industria alimentaria, en menor importancia se le atribuyen usos en la medicina tradicional, farmacológica y cosmética (Loizzo et al., 2016). Debido a la exigencia de dichas industrias en la calidad, producción y comercialización de productos inocuos, es necesario evaluar la efectividad de las prácticas de manejo agrícola con las que se cultiva esta hortaliza.

Debido a que el cultivo de chayote es producido implementando técnicas agrícolas convencionales e intensivas, es necesario identificar la entomofauna capaz de proporcionar información sobre las diversas condiciones o alteraciones en dicho cultivo. En este sentido, las chinches (Hemiptera: Heteroptera) son un grupo de artrópodos con diversos gremios tróficos, por lo tanto, los patrones observados en el número de especies y la abundancia de sus especies son una herramienta útil para dilucidar la importancia de las prácticas de manejo agrícola y con ello proponer estrategias alternativas que aumenten el rendimiento del cultivo de chayote. Para ello, se determinó la abundancia y número de especies de chinches y posteriormente se relacionaron con diferentes características del manejo agrícola de 15 parcelas de chayote.

Materiales y métodos

Área de estudio. El presente estudio se realizó en las localidades Campo Chico, Campo Grande, Capoluca, Cuesta del Mexicano y Tuxpango pertenecientes al municipio de Ixtaczoquitlán, Veracruz, México (Figura 1). El municipio cuenta con un clima cálido-húmedo con una temperatura media anual de 20 °C y una precipitación de 2,199 mm. En esta región existen tres distintas estaciones: seca-cálida (marzo-junio), húmeda-cálida (julio-octubre) y una relativamente seca-fría (noviembre-febrero) (Landero-Torres et al., 2015). El paisaje es un mosaico compuesto de pequeños remanentes de selva mediana subperennifolia, asentamientos humanos, cultivos ornamentales y de hortalizas (Landero-Torres et al., 2014).

En el área de estudio se seleccionaron 15 parcelas cultivadas con chayote, cada una con una extensión aproximada de 1,5 ha y dentro de un rango de elevación de 793 a 803 m s.n.m. Las parcelas se encontraron separadas entre sí por una distancia de entre 1 km y 3 km y fueron sembradas entre noviembre y diciembre de 2017.

Diseño del muestreo. Se implementó un muestreo sistemático que consistió en distribuir las unidades de muestreo a intervalos regulares (Yates, 1948). Para ello, en cada parcela se definió un transecto de 100 m de longitud donde se establecieron cinco puntos de muestreo cada 20 m y en cada punto se colocaron tres trampas a distintas alturas (0 m, 1,5 m y 2 m). Con el fin de recolectar muestras durante un ciclo produc-

tivo completo, se realizó un muestreo en enero, marzo, mayo, julio, septiembre y noviembre de 2018.

Recolección e identificación de chinches. En los diferentes microhábitats de cada parcela se utilizaron tres tipos de trampas para realizar el muestreo y captura de chinches. Las trampas consistieron en un recipiente de plástico de 500 ml (10 cm de diámetro y 7,5 cm de alto). En cada punto de muestreo se instalaron los tres tipos de trampa: trampa de caída (0 m), trampa de caída arbórea modificada de Kaspari (1,5 m) y trampa de intersección (2 m).

1. Trampa de caída: se instaló a nivel del suelo y se cubrió con un plato de plástico de 30 cm de diámetro para evitar el exceso de basura o agua en caso de lluvia.

2. Trampa de caída arbórea modificada de Kaspari (Kaspari, 2000): se colocó en el tallo de la planta de chayote más cercana al punto de muestreo. Al recipiente se le realizaron cuatro aberturas de 4 × 4 cm a una altura de 3,5 cm de la base y distribuidas equitativamente a su alrededor. Cada ventana presentaba una rampa, con una inclinación de 45° para per-

mitir el acceso de las chinches que forrajeaban en el tallo de las plantas. Este tipo de trampa fue cubierta totalmente con la tapa. Finalmente, la trampa se ajustó para que quedara suspendida a 1,5 m sobre el nivel del suelo.

3. Trampa de intersección: se colocó en la estructura de soporte del cultivo y permitió el acceso de las chinches que habitan en dicho sitio. En el recipiente se cortaron dos orificios de 4 × 4 cm en los lados del recipiente a una altura de 3,5 cm de la base, estos se doblaron hacia la parte superior del recipiente para evitar la entrada de agua.

A cada trampa se le agregaron como conservante 50 ml de propilenglicol diluido en agua al 50 %. Permanecieron en campo durante siete días y posteriormente se llevó a cabo la recolección de los especímenes. Las chinches capturadas se limpiaron con agua, se cuantificaron y separaron de acuerdo con sus hábitos alimenticios mediante el uso de un microscopio estereoscópico marca AmScope (SE306R-P20). Posteriormente los ejemplares se almacenaron en tubos de plástico de poliestireno Falcon® de 5 ml con alcohol etílico al 95 %.

Coberturas y usos de suelo

- Agrícola
- Selva mediana subcaducifolia
- Asentamientos humanos

Parcelas trabajadas

- Cultivo de chayote

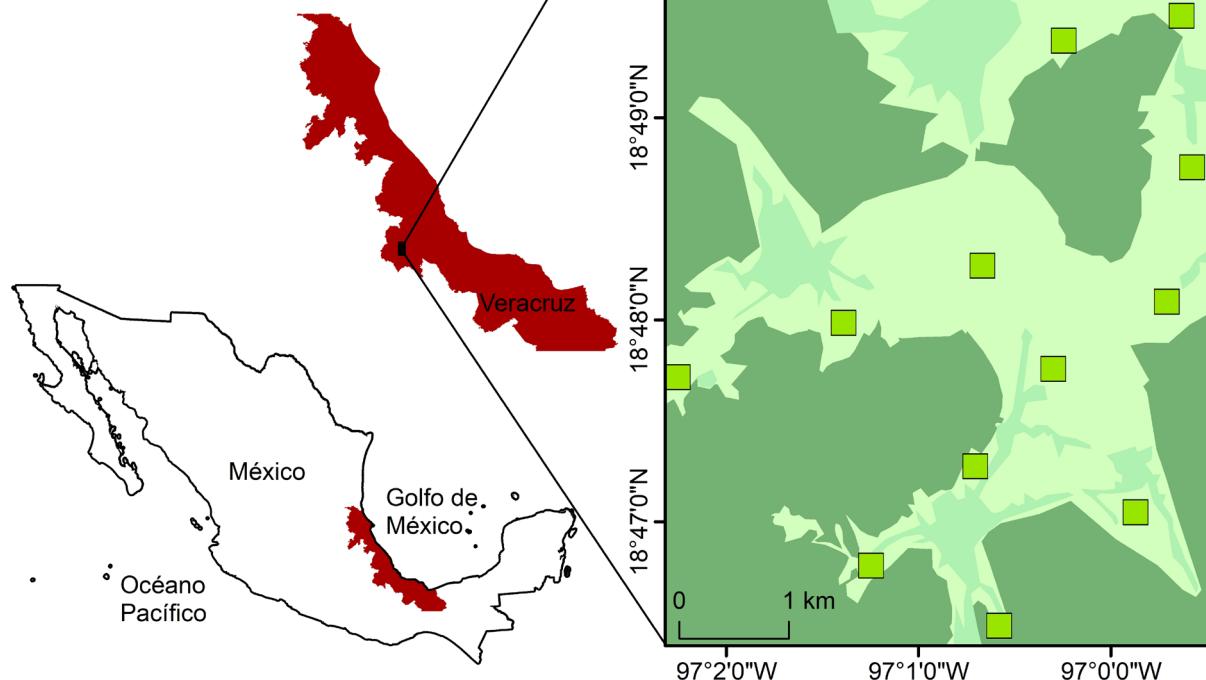


Figura 1. Ubicación de las 15 parcelas trabajadas en el municipio de Ixtaczoquitlán, Veracruz, México, durante 2018.

Los especímenes fueron identificados a nivel de familia, género y especie (mayoría de los casos) consultando los trabajos de Arellano y Vergara (2016), Carvalho y Costa (1994), Carvalho y Schaffner (1987), Cassis y Silveira (2002) y Heckman (2011). Los ejemplares que no pudieron ser identificados a nivel de especie fueron designados como morfoespecies. Con el material montado en seco se formó una colección de referencia. Dicha colección se encuentra depositada en la Colección Entomológica del Instituto de Ecología, Xalapa, Veracruz, México (IEXA; Reg. SEMARNAT: Ver. IN.048.0198).

Caracterización del manejo agrícola del cultivo de chayote. En cada estación de muestreo se midieron indicadores locales como la proporción de sombra producida por el follaje de la planta (%), la altura de la estructura de soporte (cm) y la proporción (%) de 1 m² de suelo cubierto por herbáceas, hojarasca o suelo desnudo. Posteriormente para todo el cultivo se estimó el patrón de densidad de siembra, así como la frecuencia de uso de agroquímicos (insecticidas, herbicidas y fertilizantes) y la duración del ciclo productivo.

Análisis de datos. La abundancia y el número de especies de chinches observadas fueron estimados como variables dependientes de conteos. En particular, la abundancia de chinches recolectadas en cada parcela fue considerada como el número total de individuos sin importar su identidad específica (Maggurran et al., 2003). El número de especies de chinches fue considerado como un indicador de la riqueza de especies observadas en las parcelas de chayote estudiadas. Por lo tanto, se estimó la riqueza de especies para cada parcela utilizando una técnica de inter y extrapolaciones basadas en el estimador de la cobertura (Moreno, 2001). Estos análisis fueron realizados en el software estadístico R 3.5.1 (The R Stats Package versión 3.5.1, 2018) utilizando el paquete iNEXT versión 2.0.19 (Hsieh et al., 2016).

Para conocer la eficiencia de los tres tipos de trampa (intersección, caída y Kaspari) se comparó la proporción del número de especies e individuos recolectados por los tipos de trampa mediante pruebas G de homogeneidad con corrección de Williams. Dicha prueba compara las frecuencias observadas en tablas de contingencia y a diferencia de la prueba χ^2 se considera una alternativa más fiable en casos donde algunas categorías presentan conteos bajos (Zar, 1999). La corrección de Williams reduce el sesgo a distribuciones desiguales o muestras pequeñas lo cual es útil para estudios donde la abundancia o el número de especies puede ser variable (Gotelli & Ellison, 2013).

Para conocer si existen diferencias significativas en las características del manejo agrícola entre parcelas, se realizó un análisis de la varianza (ANOVA) de una vía. Previo al análisis se verificaron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Las diferencias se consideraron estadísticamente significativas cuando $P < 0,05$. Este análisis fue realizado en el software estadístico R 3.5.1 (R Core Team, 2018).

Con el fin de identificar las prácticas de manejo agrícola (variables predictoras) que influyeron significativamente sobre la abundancia y el número de especies de chinches, se con-

struyeron modelos univariados de regresión simple. Debido a que estas técnicas estadísticas son sensibles a la colinealidad entre variables predictivas, se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman para excluir variables correlacionadas. Para cada conjunto de variables significativamente correlacionadas, conservamos solo una que se consideró más intuitiva e interpretable (Zuur et al., 2007). Se utilizaron modelos lineales generalizados (GLM) asumiendo una distribución de errores tipo Poisson debido a que las variables de respuesta (abundancia y número de especies) fueron dependientes de conteos. Estos análisis fueron realizados en el software estadístico R 3.5.1 (R Core Team, 2018).

Resultados

Determinación taxonómica. Se examinaron un total de 371 individuos de heterópteros asociados al cultivo de chayote en Ixtaczoquitlán, Veracruz, los cuales representan 16 familias, 44 géneros y 52 especies (Tabla 1). La familia con mayor riqueza específica fue Miridae (14 spp.), seguida por Coreidae (7 spp.), Rhyparochromidae (5 spp.), Cydnidae (4 spp.), Pentatomidae (4 spp.) y Rhopalidae (3 spp.). Las familias Lygaeidae, Reduviidae y Tingidae estuvieron representadas por 2 spp. cada una, mientras que Alydidae, Pyrrhocoridae y Scutelleridae presentaron una sola especie. El número de especies varió de 45 (parcela No. 1) a 9 (parcela No. 15).

La trampa de caída recolectó el 34,5 % del número total de individuos, seguida de la trampa de caída arbórea modificada de Kaspari con el 33,7 % y por último la trampa aérea de intersección con el 31,8 % del total de individuos. La proporción de la abundancia total de las chinches recolectadas no varió significativamente entre trampas ($G = 0,42$, g.l. = 2, $P = 0,80$). Así mismo, la trampa de caída recolectó el 36,5 % del total de las especies de chinches, seguida de la trampa aérea de intersección con el 32,7 % y por último la trampa de caída arbórea modificada de Kaspari con el 30,8 % de las especies. De acuerdo con la prueba G de homogeneidad no hubo diferencias significativas en la proporción de especies recolectadas entre trampas ($G = 0,26$, g.l. = 2, $P = 0,87$).

Caracterización del manejo agrícola del cultivo de chayote. El porcentaje de sombra del cultivo varió de 38,6 % a cero y se correlacionó positivamente con el suelo descubierto ($r = 0,86$, $P = 0,001$). La altura de la estructura de soporte del cultivo varió de 211 cm a 184 cm. El suelo cubierto por herbáceas y el suelo desnudo variaron de 100 % a 48 % y 23 % a cero respectivamente y ambos se correlacionaron positivamente ($r = 0,86$, $P = 0,001$). La proporción de hojarasca varió de 41 % a cero y se correlacionó positivamente con la proporción de hierba en el suelo ($r = 0,86$, $P = 0,01$). La densidad de siembra varió de 775 plantas/ha a 155 plantas/ha y se correlacionó positivamente con la altura de la estructura de soporte ($r = 0,60$, $P = 0,01$). El número de aplicaciones de insecticidas al año varió de 24 a 0 aplicaciones y se correlacionó positivamente con el ciclo productivo ($r = 0,55$, $P = 0,03$). El manejo de malezas con herbicidas varió de cuatro a cero aplicaciones por año y se correlacionó positivamente con el ciclo productivo ($r = 0,63$, $P = 0,01$). El número de aplicaciones de fertilizantes varió de 24 a cero aplicaciones y no se correlacionó con ninguna variable del manejo. Por último, la duración del ciclo productivo varió de 12 a 8 meses.

Tabla 1. Inventario de chinches (Hemiptera: Heteroptera) asociados al cultivo de chayote *Sechium edule* var. *virens levis* en Ixtaczoquitlán, Veracruz.

Familia y especie	Gremio	Abundancia
Alydidae		
<i>Darmistus subvittatus</i> Stål, 1859		
	Fitófago	2
Aradidae		
<i>Mezira</i> sp. 1	Micófago	1
<i>Neuroctenus</i> sp. 1	Micófago	2
Ceratocombidae		
<i>Ceratocombus</i> sp. 1	Depredador	7
Coreidae		
<i>Anasa scorbutica</i> (Fabricius, 1775)	Fitófago	11
<i>Hypselonotus</i> sp. 1	Fitófago	1
<i>Leptoglossus gonagra</i> (Fabricius, 1775)	Fitófago	7
<i>Leptoglossus lineosus</i> (Stål, 1862)	Fitófago	1
<i>Leptoglossus oppositus</i> (Say, 1832)	Fitófago	2
<i>Phthia lunata</i> (Fabricius, 1787)	Fitófago	13
<i>Zicca</i> sp. 1	Fitófago	1
Cydnidae		
<i>Amnestus carinatus</i> Mayorga y Cervantes, 2005	Fitófago	1
<i>Dallasiellus lugubris</i> (Stål, 1860)	Fitófago	7
<i>Dallasiellus</i> sp. 1	Fitófago	1
<i>Pangaeus piceatus</i> Stål, 1862	Fitófago	8
Gelastocoridae		
<i>Gelastocoris hungerfordi</i> Melin, 1929	Depredador	103
<i>Nerthra raptoria</i> (Fabricius, 1803)	Depredador	27
Lygaeidae		
<i>Melanopleurus bistrangularis</i> (Say, 1832)	Fitófago	3
<i>Nysius</i> sp. 1	Fitófago	1
Miridae		
<i>Collaria oleosa</i> (Distant, 1883)	Fitófago	2
<i>Creontiades</i> sp. 1	Fitófago	1
<i>Eccritotarsus</i> sp. 1	Fitófago	1
<i>Fulvius bisbitillatus</i> (Stål, 1860)	Fitófago	32
<i>Garganus</i> sp. 1	Fitófago	1
<i>Lampethusa</i> sp. 1	Fitófago	27
<i>Monalocoris</i> sp. 1	Fitófago	1
<i>Orthocephalus</i> sp. 1	Fitófago	1
<i>Prepos</i> sp. 1	Fitófago	1
<i>Psallus</i> sp. 1	Fitófago	1
<i>Pycnoderes quadrimaculatus</i> Guérin-Méneville, 1857	Fitófago	5

<i>Pycnoderes</i> sp. 1	Fitófago	4
<i>Sixeonotus</i> sp. 1	Fitófago	8
<i>Tropidosteptes</i> sp. 1	Fitófago	1
Pentatomidae		
<i>Acrosternum hilare</i> (Say, 1832)	Fitófago	1
<i>Acrosternum marginatum</i> (Palisot, 1811)	Fitófago	1
<i>Euschistus biformis</i> Stål, 1862	Fitófago	1
<i>Mormidea ypsilon</i> (Fabricius, 1775)	Fitófago	1
Pyrrhocoridae		
<i>Dysdercus bimaculatus</i> (Stål, 1854)	Fitófago	2
Reduviidae		
<i>Castolus tricolor</i> Champion, 1899	Depredador	1
<i>Sinea</i> sp. 1	Depredador	2
Rhopalidae		
<i>Harmostes reflexulus</i> (Say, 1832)	Fitófago	4
<i>Harmostes serratus</i> (Fabricius, 1775)	Fitófago	4
<i>Harmostes</i> sp. 1	Fitófago	3
Rhyparochromidae		
<i>Botocudo flavidornis</i> (Signoret, 1880)	Fitófago	1
<i>Ligyrocoris litigiosus</i> (Stål, 1862)	Fitófago	56
<i>Ligyrocoris</i> sp. 1	Fitófago	1
<i>Myodocha unispinosa</i> Stål, 1874	Fitófago	1
<i>Neopamera</i> sp. 1	Fitófago	1
Saldidae		
<i>Saldula</i> sp. 1	Depredador	2
Scutelleridae		
<i>Acantholomidea</i> sp. 1	Fitófago	2
Tingidae		
<i>Corythucha ciliata</i> Say, 1832	Fitófago	1
<i>Dichocysta</i> sp. 1	Fitófago	1

La comparación de las características del manejo de las parcelas mediante el análisis de varianza (ANOVA) mostró que las parcelas presentan diferencias significativas en el porcentaje de sombra ($F = 24,4$, g.l. = 14, $P < 0,05$), en la altura de la estructura de soporte ($F = 4,97$, g.l. = 14, $P < 0,05$), en el suelo cubierto por herbáceas ($F = 6,68$, g.l. = 14, $P < 0,05$) y en el suelo cubierto por hojarasca ($F = 5,67$, g.l. = 14, $P < 0,05$). No hubo diferencias significativas en la proporción de suelo desnudo ($F = 0,46$, g.l. = 14, $P > 0,05$). Además, hubo diferencias significativas entre parcelas en la densidad de siembra ($F = 4,07$, g.l. = 14, $P < 0,05$), en el número de aplicaciones de insecticidas ($F = 5,26$, g.l. = 14, $P < 0,05$) y fertilizantes ($F = 9,51$, g.l. = 14, $P < 0,05$), mientras que no hubo diferencias significativas en el número de aplicación de herbicidas ($F = 3,94$, g.l. = 14, $P > 0,05$) ni en la duración del ciclo productivo ($F = 0,04$, g.l. = 14, $P > 0,05$).

Respuesta del manejo agrícola sobre el número de especies y abundancia de chinches fitófagos. El análisis de GLM indicó que el número de especies de chinches fitófagos estuvo influenciado significativamente y negativamente por el número de aplicaciones de fertilizantes en las parcelas ($Z = 0,87$, g.l. = 14, $P < 0,0001$) (Tabla 2). Para el resto de las variables predictoras el resultado no mostró diferencias estadísticas con respecto al número de especies de chinches.

Tabla 2. Respuesta del número de especies de chinches fitófagos a diferentes prácticas de manejo agrícola en el cultivo de chayote en Ixtaczoquitlán, Veracruz.

Práctica de manejo	Z	g.l.	P	
Altura de la estructura de soporte (cm)	0,08	14	0,19	
Suelo cubierto por herbáceas (%)	0,012	14	0,91	
Suelo cubierto por hojarasca (%)	0,011	14	0,64	
Sombra del cultivo (%)	0,019	14	0,71	
Número de especies de chinches fitófagos	Suelo descubierto (%)	0,046	14	0,28
	Uso de herbicidas (aplicaciones/año)	0,229	14	0,49
	Uso de insecticidas (aplicaciones/año)	0,021	14	0,85
	Uso de fertilizantes (aplicaciones/año)	-0,877	14	0,0001
	Densidad de siembra (plantas/ha)	0,0005	14	0,26
	Duración del ciclo productivo (meses)	0,112	14	0,70

La abundancia de chinches fitófagos estuvo influenciada positivamente por el número de aplicaciones de insecticida ($Z = 0,04$; g.l. = 14; $P = 0,005$), y negativamente influenciada por el porcentaje de suelo cubierto por hojarasca ($Z = -0,002$; g.l. = 14; $P = 0,01$) y por la duración del ciclo productivo ($Z = -0,01$; g.l. = 14; $P = 0,02$) (Tabla 3). El resto de las prácticas de manejo agrícola no mostraron influencia significativa sobre la abundancia de chinches fitófagos.

Tabla 3. Respuesta de la abundancia de chinches fitófagos a diferentes prácticas de manejo agrícola en el cultivo de chayote en Ixtaczoquitlán, Veracruz.

Práctica de manejo	Z	g.l.	P	
Altura de la estructura de soporte (cm)	0,022	14	0,53	
Suelo cubierto por herbáceas (%)	0,016	14	0,16	
Suelo cubierto por hojarasca (%)	0,002	14	0,01	
Abundancia de chinches fitófagos	Sombra del cultivo (%)	0,015	14	0,46
	Suelo descubierto (%)	0,035	14	0,14
	Uso de herbicidas (aplicaciones/año)	0,229	14	0,62

Uso de insecticidas (aplicaciones/año)	0,021	14	0,005
Uso de fertilizantes (aplicaciones/año)	-0,877	14	0,13
Densidad de siembra (plantas/ha)	0,0005	14	0,94
Duración del ciclo productivo (meses)	0,112	14	0,02

Efecto del manejo agrícola sobre la abundancia y número de especies de chinches depredadoras. El número de especies de chinches depredadoras no estuvo influenciado significativamente por ninguna de las prácticas de manejo agrícola (Tabla 4), pero sí fue influenciado negativamente por la altura de la estructura de soporte ($Z = -0,01$; g.l. = 14; $P = 0,002$) y la densidad de siembra ($Z = -0,0001$; g.l. = 14; $P = 0,03$). La aplicación de herbicidas ($Z = 0,29$; g.l. = 14; $P = 0,01$) y la aplicación de fertilizantes ($Z = 0,20$; g.l. = 14; $P = 0,0001$) influyeron significativamente y positivamente sobre la abundancia de chinches depredadoras (Tabla 5). El resto de las variables no influyó significativamente sobre la abundancia de chinches depredadoras.

Tabla 4. Respuesta del número de especies de chinches depredadoras a diferentes prácticas de manejo agrícola en el cultivo de chayote en Ixtaczoquitlán, Veracruz.

Práctica de manejo	Z	g.l.	P	
Altura de la estructura de soporte (cm)	0,0275	14	0,4054	
Suelo cubierto por herbáceas (%)	0,0155	14	0,4732	
Suelo cubierto por hojarasca (%)	0,0364	14	0,4544	
Sombra del cultivo (%)	0,0396	14	0,6275	
Número de especies de chinches depredadoras	Suelo descubierto (%)	0,0530	14	0,9149
	Uso de herbicidas (aplicaciones/año)	0,4478	14	0,2504
	Uso de insecticidas (aplicaciones/año)	0,0766	14	0,2540
	Uso de fertilizantes (aplicaciones/año)	-0,1481	14	0,1841
	Densidad de siembra (plantas/ha)	0,0023	14	0,7340
	Duración del ciclo productivo (meses)	0,1752	14	0,5069

Tabla 5. Respuesta de la abundancia de chinches depredadoras a diferentes prácticas de manejo agrícola en el cultivo de chayote en Ixtaczoquitlán, Veracruz.

Práctica de manejo	Z	g.l.	P	
Altura de la estructura de soporte (cm)	-0,012	14	0,002	
Abundancia de chinches depredadoras	Suelo cubierto por herbáceas (%)	0,008	14	0,569
	Suelo cubierto por hojarasca (%)	0,183	14	0,324
	Sombra del cultivo (%)	0,024	14	0,171

Suelo descubierto (%)	0,014	14	0,326
Uso de herbicidas (aplicaciones/año)	0,293	14	0,010
Uso de insecticidas (aplicaciones/año)	0,040	14	0,072
Uso de fertilizantes (aplicaciones/año)	0,201	14	0,0001
Densidad de siembra (plantas/ha)	-0,0001	14	0,037
Duración del ciclo productivo (meses)	0,018	14	0,096

Discusión

Las chinches representan un grupo taxonómico con amplio potencial para la evaluación del estado de cultivos con diferentes tipos de manejo agrícola, su uso se ha documentado en agroecosistemas de café, cacao y tomate (Montiel et al., 2023; Nogueira et al., 2019; Novais et al., 2016). Sin embargo, en chayote la caracterización de las prácticas agrícolas y su evaluación mediante entomofauna indicadora como las chinches sigue siendo incierta.

La mayoría de las especies recolectadas pertenecen al gremio fitófago (44 especies), depredador (seis especies) y solo dos al micófago. Las chinches micófagas *Mezira* sp. y *Neuroctenus* sp. son especies pertenecientes a la familia Aradidae, las cuales se caracterizan por habitar en madera muerta o en la hojarasca, en donde se alimentan de hongos en descomposición (Marchal et al., 2013). Por lo anterior, en el cultivo de chayote estas chinches fueron capturadas en las trampas de caída cercanas a la hojarasca del suelo, y su actividad como descomponedores puede favorecer el reciclaje de nutrientes y acelerar la descomposición de residuos orgánicos del chayote (Beare et al., 1992).

La riqueza de especies de chinches fitófagas estuvo influenciada significativamente y negativamente por la aplicación de fertilizantes (Tabla 1). Este resultado sugiere que la nutrición del cultivo de chayote, es decir, los productos químicos y orgánicos requeridos para su crecimiento, mantenimiento de tejidos y reproducción, puede determinar la resistencia o susceptibilidad a las plagas (Bala et al., 2018). Por otra parte, diversos estudios (Cocco et al., 2021; Martínez-Dalmau et al., 2021) han sugerido que el nitrógeno aumenta la calidad nutricional de los cultivos, así como sus rasgos químicos y morfológicos utilizados en la protección contra el ataque de insectos fitófagos. Similarmente, el potasio proporciona a las plantas una alta resistencia contra plagas de insectos, ya que aumenta el metabolismo de los compuestos secundarios y reduce la acumulación de carbohidratos (Gómez-Trejo et al., 2021). El fósforo también disminuye la idoneidad del huésped para diversas plagas de insectos al cambiar metabolitos secundarios y compuestos fenólicos, los cuales poseen efecto disuasorio y son tóxicos (Bala et al., 2018). Nuestros hallazgos sugieren que los efectos indirectos de las prácticas de fertilización que actúan a través de cambios en la composición de nutrientes del cultivo influyen en la resistencia o susceptibilidad de las plantas a diversas plagas de insectos.

La abundancia de chinches fitófagas estuvo influenciada positivamente por el número de aplicaciones de insecticida. Estos resultados mantienen relación con lo reportado por Brevik et

al. (2018), quienes han sugerido que insectos plaga asociados a diversos cultivos hortícolas han desarrollado tolerancia o resistencia a ciertos insecticidas cuando estos son aplicados en dosis elevadas. Los insecticidas sintéticos pueden cambiar la expresión de conjuntos específicos de genes de desintoxicación que han evolucionado debido a asociaciones ancestrales con plantas hospederas (Singh et al., 2021). Incluso se ha demostrado que la tolerancia a pesticidas es estimulada y favorecida cuando los insectos fitófagos se alimentan de plantas hospederas con metabolitos secundarios abundantes o novedosos (Alyokhin & Chen, 2017). Por lo tanto, la comprensión clara de los procesos básicos relacionados con la tolerancia y resistencia a insecticidas es importante para lograr un éxito duradero en el manejo de las chinches fitófagas y posiblemente de otros artrópodos fitófagos.

En este estudio la variable porcentaje de hojarasca influyó de manera negativa sobre la abundancia de chinches fitófagas. Este resultado es debido a que a menor proporción de hojarasca puede haber mayor cantidad de especies herbáceas, las cuales actúan como sitios de refugio y alimento para las chinches (Geldenhuys et al., 2021). Se ha reportado que diversas especies de herbáceas desempeñan un papel importante en la supervivencia de las chinches al proporcionar un microclima favorable y actuar como sitios de hibernación (Cao et al., 2018). La duración del ciclo productivo influyó de manera negativa sobre la abundancia de chinches fitófagas, de acuerdo con Panizzi (2018), esto puede deberse a que las chinches se alimentan principalmente de tejidos jóvenes, por lo que al aumentar el ciclo productivo la disponibilidad de este tipo de tejidos disminuye y deben buscar nuevas fuentes de alimento. Estos resultados son refutados por estudios previos realizados en áreas de vegetación nativa; por ejemplo, Torma et al. (2017) encontraron que la abundancia de chinches fitófagos estuvo influenciada significativamente por la estructura de la vegetación. De la Mora-Estrada et al. (2017) encontraron una relación positiva entre la cobertura de sombra y la abundancia de chinches fitófagas.

El número de especies de chinches depredadoras no estuvo influenciado significativamente por ninguna de las prácticas de manejo agrícola. En un estudio, Syarief et al. (2018) evaluaron la diversidad de artrópodos y dinámica de *Helopeltis antonii* Signoret (Hemiptera: Miridae) en agroecosistemas de cacao con diferente manejo, encontraron que la aplicación de insecticidas sintéticos, la poda de árboles sombra, la poda de los árboles de cacao, la diversidad de árboles y el control de malezas influyeron sobre el número de especies. En este estudio ninguna de las prácticas de manejo influyó sobre el número de especies de chinches depredadores, probablemente debido a que el sistema de monocultivo puede proporcionar alimentos abundantes para insectos fitófagos. De manera similar, ninguna de las prácticas de manejo influyó sobre las chinches del gremio micófago; esto se debe probablemente a que la hojarasca actúa como una barrera que limita la exposición directa con los agroquímicos aplicados. Además, se ha reportado que las comunidades fúngicas bajo un ambiente rico en nutrientes de la hojarasca permiten que los hongos desarrollen genes que inducen tolerancia a agentes químicos como pesticidas (Talk et al., 2016). Esto beneficia a las chinches micófagas ya que sus fuentes de alimento no son alteradas y permiten su disponibilidad por largos períodos de tiempo. Finalmente, la abundancia de depredadores fue influ-

enciada negativamente por la altura de la estructura de soporte y la densidad de siembra. Una posible explicación es que la abundancia de chinches depredadoras se ve afectada por el microclima que genera la altura del follaje, ya que este cambia de acuerdo con la altura de la estructura de soporte (Faye et al., 2017). Otra posible explicación es que las especies recolectadas pueden estar mejor adaptadas a forrajar cerca del suelo, por lo que encontramos menos individuos conforme ascendemos en la planta (Panizzi & Lucini, 2022).

Conclusiones

En este trabajo se evidencia que las prácticas de manejo agrícola influyen significativamente sobre la estructura de los gremios tróficos de chinches. En particular, la implementación de ciertas prácticas de manejo agrícola, como el uso intensivo de agroquímicos y una menor duración del ciclo productivo, puede aumentar la abundancia de chinches fitófagas. Así mismo, puede disminuir la abundancia de chinches depredadoras, las cuales son un elemento clave para el control de diversas plagas. Además, es importante la preservación de chinches micófagas en el cultivo de chayote ya que juegan un papel importante en el ciclo de nutrientes y reciclaje de materia orgánica del suelo. Estos resultados aportan información valiosa para la planeación y diseño de estrategias de manejo que ayuden a controlar la incidencia de insectos plaga en el cultivo de chayote. Se sugiere que en futuras investigaciones se replique este estudio utilizando diferentes cultivos con diferente manejo agrícola (tanto convencionales como agroecológicos). Así mismo, se sugiere ampliar el muestreo de chinches fitófagas y depredadoras en agroecosistemas de chayote con el mismo tipo de trampas, ya que mostraron igual eficiencia en la recolecta de individuos y especies, así como mayor cantidad de trampas por parcela y de este modo obtener una representación de otras familias y géneros del suborden Heteroptera.

Referencias

- Alyokhin, A., & Chen, Y. H. (2017). Adaptation to toxic hosts as a factor in the evolution of insecticide resistance. *Current Opinion in Insect Science*, 21, 33-38. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2017.04.006>
- Aneja, K. R., Khan, S. A., & Aneja, A. (2016). Biopesticides an eco-friendly pest management approach in agriculture: status and prospects. *Kavaka*, 47, 145-154. <http://www.fungiindia.co.in/images/kavaka/47/19.pdf>
- Arellano, G., & Vergara, C. (2016). Especies de Miridae (Hemiptera) registradas en algunos cultivos tropicales en Chanchamayo y Satipo, Junín - Perú. *Ecología Aplicada*, 15(2), 106-106. <http://dx.doi.org/10.21704/rea.v15i2.749>
- Akinsorotan, O. A., Akinsorotan, A. M., Adewale, R. O., & Akande, A. B. (2023). Detrimental Effects of Agrochemical-Based Agricultural Intensification on Biodiversity: Evidence from Some Past Studies. En M.C. Ogwu, & S. Chibueze Izah (Eds.), *One Health Implications of Agrochemicals and their Sustainable Alternatives. Sustainable Development and Biodiversity* (1st Ed., pp. 275-298). Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-99-3439-3_10
- Bala, K., Sood, A. K., Pathania, V. S., & Thakur, S. (2018). Effect of plant nutrition in insect pest management: A review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(4), 2737-2742. <https://www.phytojournal.com/archives/2018/vol7issue4/PartAT/7-4-408-310.pdf>
- Beare, M. H., Parmelee, R. W., Hendrix, P. F., Cheng, W., Coleman, D. C., & Crossley Jr, D. A. (1992). Microbial and faunal interactions and effects on litter nitrogen and decomposition in agro-ecosystems. *Ecological Monographs*, 62(4), 569-591. <https://doi.org/10.2307/2937317>
- Brevik, K., Schoville, S. D., Mota-Sánchez, D., & Chen, Y. H. (2018). Pesticide durability and the evolution of resistance: A novel application of survival analysis. *Pest Management Science*, 74(8), 1953-1963. <https://doi.org/10.1002/ps.4899>
- Cao, H. X., Klein, A. M., Zhu, C., Staab, M., Durka, W., Fischer, M., & Fornoff, F. (2018). Intra- and interspecific tree diversity promotes multitrophic plant–Hemiptera–ant interactions in a forest diversity experiment. *Basic and Applied Ecology*, 29, 89-97. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2018.03.005>
- Carvalho, J. C. M., & L. Costa, A. (1994). The genus *Fulvius* from the Americas (Hemiptera: Miridae). *Annales del Instituto de Biología, Serie Zoología*, 65(1), 63-135. <http://revistas.unam.mx/index.php/zoo/article/view/7114>
- Carvalho, J. C. M., & Schaffner, J. C. (1987). Neotropical Miridae, CCXXXIV: New species of Resthenini (Hemiptera). *Journal of the New York Entomological Society*, 95(1), 34-56. <https://www.jstor.org/stable/25009588>
- Cassis, G., & Silveira, R. (2002). A revision and phylogenetic analysis of the *Nerthra elongata* species group (Heteroptera: Gelsocorididae: Nerthrinae). *Journal of the New York Entomological Society*, 110(2), 143-181. [https://doi.org/10.1664/0028-7199\(2002\)110\[0143:ARAPAO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1664/0028-7199(2002)110[0143:ARAPAO]2.0.CO;2)
- Cocco, A., Mercenaro, L., Muscas, E., Mura, A., Nieddu, G., & Lentini, A. (2021). Multiple effects of nitrogen fertilization on grape vegetative growth, berry quality and pest development in mediterranean vineyards. *Horticulturae*, 7(12), e530. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7120530>
- De la Mora-Estrada, L. F., Ruiz-Montoya, L., Ramírez-Marcial, N., Morón-Ríos, A., & Mayorga-Martínez, M. C. (2017). Diversidad de chinches (Hemiptera: Heteroptera) en bosques secundarios de pino-encino de San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88(1), 86-105. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.01.016>
- Emmerson, M., Morales, M.B., Oñate, J.J., Batáry, P., Berendse, F., Liira, J., Aavik, T., Guerrero, I., Bommarco, R., Eggers, S., Pärt, T., Tscharntke, T., Weisser, W., Clement, L., & Bengtsson, J. (2016). How agricultural intensification affects biodiversity and ecosystem services. En A. Dumbrell., R.L. Kordas & G. Woodward (Eds.), *Advances in ecological research* (Vol. 55, pp. 43-97). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/bs.aecr.2016.08.005>
- Faye, E., Rebaudo, F., Carpio, C., Herrera, M., & Dangles, O. (2017). Does heterogeneity in crop canopy microclimates matter for pests? Evidence from aerial high-resolution thermography. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 246, 124-133. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.05.027>
- Geldenhuys, M., Gaigher, R., Pryke, J. S., & Samways, M. J. (2021). Diverse herbaceous cover crops promote vineyard arthropod diversity across different management regimes. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 307, 107222. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.107222>
- Gómez-Trejo, L. F., Hernández-Acosta, E., & Peralta-Sánchez, M. G. (2021). N, P, K nutrition differentially affects the incidence and severity of the attack of pests and diseases in plants. *Agroproductividad*, 14(05), 121-125. <https://doi.org/10.32854/agrop.v14i05.2050>
- Gotelli, N. J., & Ellison, A. M. (2013). *A primer of ecological statistics*. Sunderland: Sinauer Associates.
- Goula, M., & Mata, L. (2015). Clase Insecta: Hemiptera: Heteroptera. *Sociedad Entomológica Aragonesa-SEA*, 53, 1-30.
- Haavik, L. J., & Stephen, F. M. (2023). Insect Ecology. En J. D. Allison., T. D. Paine., B. Slippers & M.J. Wingfield (Eds.), *Forest Entomology and Pathology* (pp. 91-113). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-11553-0>

- Heckman, C. W. (2011). *Encyclopedia of South American Aquatic Insects: Hemiptera – Heteroptera*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-94-010-0528-9>
- Henry, T. J. (2017). Biodiversity of Heteroptera. En R. J. Foottit., P. H. Addler (Eds.), *Insect biodiversity: science and society* (2da ed., pp. 279-335). <https://doi.org/10.1002/9781118945568.ch10>
- Hsieh, T. C., Ma, K. H., & Chao, A. (2016). iNEXT: an R package for rarefaction and extrapolation of species diversity (Hill numbers). *Methods in Ecology and Evolution*, 7(12), 1451-1456. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12613>
- Ickowitz, A., Powell, B., Rowland, D., Jones, A., & Sunderland, T. (2019). Agricultural intensification, dietary diversity, and markets in the global food security narrative. *Global Food Security*, 20, 9-16. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2018.11.002>
- Jayne, T. S., Snapp, S., Place, F., & Sitko, N. (2019). Sustainable agricultural intensification in an era of rural transformation in Africa. *Global Food Security*, 20, 105-113. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.01.008>
- Kaspari, M. (2000). Do imported fire ants impact canopy arthropods? Evidence from simple arboreal pitfall traps. *Southwestern Naturalist*, 45(2), 118-122. <https://doi.org/10.2307/3672451>
- Landero-Torres, I., García-Martínez, M. Á., Galindo-Tovar, M. E., Leiva-Ovalle, O. R., Lee-Espinosa, H.E., Murguía-González, J., & Negrín-Ruiz, J. (2014). An ornamental heliconias crop as a reservoir of the native myrmecofauna: A case of tropical horticulture in central Veracruz, Mexico. *Southwestern Entomologist*, 39(1), 135-147. <https://doi.org/10.3958/059.039.0113>
- Landero-Torres, I., Presa-Parra, E., Galindo-Tovar, M. E., Leyva-Ovalle, O. R., Murguía- González, J., Valenzuela-González, J. E., & García-Martínez, M. Á. (2015). Temporal and spatial variation of the abundance of the black weevil (*Rhynchophorus palmarum* L., Coleoptera: Curculionidae) in ornamental palm crops of central Veracruz, Mexico. *Southwestern Entomologist*, 40(1), 179-189. <https://doi.org/10.3958/059.040.0116>
- Landis, D. A. (2017). Designing agricultural landscapes for biodiversity-based ecosystem services. *Basic and Applied Ecology*, 18, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2016.07.005>
- Loizzo, M. R., Bonesi, M., Menichini, F., Tenuta, M. C., Leporini, M., & Tundis, R. (2016). Antioxidant and carbohydrate-hydrolysing enzymes potential of *Sechium edule* (Jacq.) Swartz (Cucurbitaceae) peel, leaves and pulp fresh and processed. *Plant Foods for Human Nutrition*, 71(4), 381-387. <https://doi.org/10.1007/s11130-016-0571-4>
- Magurran, A. E., & Henderson, P. A. (2003). Explaining the excess of rare species in natural species abundance distributions. *Nature*, 422, 714-716. <https://doi.org/10.1038/nature01547>
- Marchal, L., Paillet, Y., & Guilbert, E. (2013). Habitat characteristics of Aradidae (Insecta: Heteroptera) in two french deciduous forests. *Journal of insect conservation*, 17(2), 269-278. <https://doi.org/10.1007/s10841-012-9506-z>
- Martínez-Dalmau, J., Berbel, J., & Ordóñez-Fernández, R. (2021). Nitrogen fertilization. A review of the risks associated with the inefficiency of its use and policy responses. *Sustainability*, 13(10), 5625. <http://dx.doi.org/10.3390/su13105625>
- Menta, C., Conti, F. D., Fondón, C. L., Staffilani, F., & Remelli, S. (2020). Soil arthropod responses in agroecosystem: Implications of different management and cropping systems. *Agronomy*, 10(7), 982. <https://doi.org/10.3390/agronomy10070982>
- Montiel, R., Salas, N. G., Minghetti, E., Dellapé, P. M., Luna, M. G., & Rocca, M. (2023). Heteropteran bugs assemblage associated to organic tomato farms: knowledge for pest management. *Neotropical Entomology*, 52, 251-262. <https://doi.org/10.1007/s13744-022-01007-z>
- Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA. <http://entomologia.rediris.es/sea/manyt-metodos.pdf>
- Nataren-Velazquez, J., Lid Del Angel-Pérez, A., Valente Meghún-García, J., Ramirez-Herrera, E., Aridai Hernandez-Estrada, C., & Meneses-Marquez, I. (2020). Caracterización del cultivo de chayote (*Sechium edule* Jacq) (Swartz) en la zona de Altas Montañas del estado de Veracruz. *Revista Internacional de Desarrollo Regional Sustentable*, 5(1), 134-152. <http://www.rinderesu.com/index.php/rinderesu/article/view/52>
- Nelson, J. L., Hunt, L. G., Lewis, M. T., Hamby, K. A., Hooks, C. R., & Dively, G. P. (2018). Arthropod communities in warm and cool grass riparian buffers and their influence on natural enemies in adjacent crops. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 257, 81-91. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.01.019>
- Nogueira, B. C. F., Ferreira, P. S. F., Coelho, L. A., Martins, D. S., & Barcellos, B. D. (2019). Plant bugs predators (Hemiptera: Heteroptera: Miridae) with references to arthropods and fungi in Brazil. *Anais Da Academia Brasileira de Ciencias*, 91(3), e20181194. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201920181194>
- Novais, S. M. A., Macedo-Reis, L. E., Darocha, W. D., & Neves, F. S. (2016). Effects of habitat management on different feeding guilds of herbivorous insects in cacao agroforestry systems. *Revista de Biología Tropical*, 64(2), 763-777. <https://doi.org/10.15517/rbt.v64i2.19100>
- Panizzi, A. R. (2018). Nutrición y comportamiento alimentario subóptimos de los hemípteros en las fuentes de alimentos vegetales menos preferidas. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 29(1), 1-12. <https://doi.org/10.1590/S0301-80592000000100001>
- Panizzi, A. R., & Lucini, T. L. (2022). The overlooked role of weed plants affecting pest stink bug (Hemiptera: Pentatomidae) biocology in the Neotropics. *Arthropod-Plant Interactions*, 16, 1-14. <https://doi.org/10.1007/s11829-021-09879-5>
- Raven, P. H., & Wagner, D. L. (2021). Agricultural intensification and climate change are rapidly decreasing insect biodiversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(2), e2002548117. <https://doi.org/10.1073/pnas.2002548117>
- SIAP. (2022). Anuario estadístico de la producción agraria. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- Singh, K. S., Cordeiro, E. M. G., Troczka, B. J., Pym, A., Macki-sack, J., Mathers, T. C., Duarte, A., Legeai, F., Robin, S., Bielza, P., Burrack, H. J., Charraabi, K., Denholm, I., Figueiroa, C. C., ffrench-Constant, R. H., Jander, G., Margaritopoulos, J. T., Mazzoni, E., Nauen, R., ... Bass, C. (2021). Global patterns in genomic diversity underpinning the evolution of insecticide resistance in the aphid crop pest *Myzus persicae*. *Communications Biology*, 4(1), 847. <https://doi.org/10.1038/s42003-021-02373-x>
- Syarief, M., Mudjiono, G., Abadi, A. L., & Himawan, T. (2018). Arthropods diversity and population dynamic of *Helopeltis antonii* Sign. (Hemiptera: Miridae) on various cocoa agroecosystems management. *Journal of Agricultural Science*, 40(2), 350-359. <http://doi.org/10.17503/agrivatea.v39i2.1038>
- Talk, A., Kublik, S., Uksa, M., Engel, M., Berghahn, R., Welzl, G., Schloter M., & Mohr, S. (2016). Effects of multiple but low pesticide loads on aquatic fungal communities colonizing leaf litter. *Journal of Environmental Sciences*, 46, 116-125. <https://doi.org/10.1016/j.jes.2015.11.028>
- Torma, A., Bozsó, M., Tölgyesi, C., & Gallé, R. (2017). Relationship of different feeding groups of true bugs (Hemiptera: Heteroptera) with habitat and landscape features in Pannonic salt grasslands. *Journal of Insect Conservation*, 21(4), 645-656. <https://doi.org/10.1007/s10841-017-0007-y>
- Vaidya, C., Cruz, M., Kuesel, R., Gonthier, D. J., Iverson, A., Ennis, K.K. & Perfecto, I. (2017). Local and landscape constraints on coffee leafhopper (Hemiptera: Cicadellidae) diversity. *Journal of Insect Science*, 17(2), e38, 1-7. <https://doi.org/10.1093/jisesa/iew127>
- Volpato, A., Ahmed, K. S. D., Williams, C. D., Day, M. F., O'Hanlon, A., Ruas, S., Rotchés-Ribalta, R., Mulkeen, C., Huallachain, D., & Gormally, M. J. (2020). Using Malaise traps to assess aculeate Hymenoptera associated with farmland linear habitats across a range of farming intensities. *Insect Conservation and Diversity*, 13(3), 229-238. <https://doi.org/10.1111/icad.12383>
- Weirauch, C., Schuh, R. T., Cassis, G., & Wheeler, W. C. (2019). Revisiting habitat and lifestyle transitions in Heteroptera (In-

- secta: Hemiptera): insights from a combined morphological and molecular phylogeny. *Cladistics*, 35(1), 67-105. <https://doi.org/10.1111/cla.12233>
- Yates, F. (1948). Systematic sampling. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A*, 241(834), 345-377. <https://doi.org/10.1098/rsta.1948.0023>
- Zar, J. H. (1999). *Biostatistical Analysis*. Prentice-Hall.
- Zhao, Z.H., Hui, C., He, D. H., & Li, B. L. (2015). Effects of agricultural intensification on ability of natural enemies to control aphids. *Scientific Reports*, 7, 42806. <https://doi.org/10.1038/srep46806>
- Zuur, A. F., Ieno, E. N., & Smith, G. M. (2007). Principal component analysis and redundancy analysis. En A.F. Zuur, E.N. Ieno, G.M. Smith (Eds.), *Analysing Ecological Data* (pp. 193-224). Springer New York. https://doi.org/10.1007/978-0-387-45972-1_12

Origen y financiamiento

El presente trabajo derivó como parte de la investigación de tesis de Maestría en Horticultura Tropical del primer autor, en la Facultad de ciencias Biológicas y Agropecuarias. Esta investigación fue apoyada por becas de la Dirección General de Investigaciones de la Universidad Veracruzana.

Contribución de los autores

El primer autor participó en la conceptualización, toma de datos en campo y redacción del manuscrito. El segundo autor participó en la corrección, diseño y visualización del manuscrito. El tercer autor contribuyó con la identificación del material biológico, con la revisión y corrección del manuscrito. El cuarto y quinto autor contribuyeron con la revisión y corrección del manuscrito. El sexto autor participó en la conceptualización, toma de datos, curación y análisis de datos, así como en la redacción del manuscrito junto con el primer autor.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.