

Accepted Manuscript / Manuscrito Aceptado

Title Paper/Título del artículo:

Productos biorracionales sobre trips *Frankinella occidentalis* Pergande 1895 (Thysanoptera: Trhipidae) y sus enemigos naturales para limón mexicano

Biorational products on thrips *Frankinella occidentalis* Pergande 1895 (Thysanoptera: Trhipidae) and its natural enemies for Mexican lemon

Authors/Autores: Miranda-Ramírez, J. M., Perales-Segovia, C., Miranda-Salcedo, M. A., Miranda-Medina, D., Perales-Aguilar, L.

ID: e1386

DOI: <https://doi.org/10.15741/revbio.10.e1386>

Received/Fecha de recepción: Juny 07th 2022

Accepted /Fecha de aceptación: December 12th 2022

Available online/Fecha de publicación: January 11th 2023

Please cite this article as/Como citar este artículo: Miranda-Ramírez, J. M., Perales-Segovia, C., Miranda-Salcedo, M. A., Miranda-Medina, D., Perales-Aguilar, L. (2023). Biorational products on thrips *Frankinella occidentalis* Pergande 1895 (Thysanoptera: Trhipidae) and its natural enemies for Mexican lemon. *Revista Bio Ciencias*, 10 e1386. <https://doi.org/10.15741/revbio.10.e1386>

This is a PDF file of an unedited manuscript that has been accepted for publication. As a service to our customers we are providing this early version of the manuscript. The manuscript will undergo copyediting, typesetting, and review of the resulting proof before it is published in its final form. Please note that during the production process errors may be discovered which could affect the content, and all legal disclaimers that apply to the journal pertain.

Este archivo PDF es un manuscrito no editado que ha sido aceptado para publicación. Esto es parte de un servicio de Revista Bio Ciencias para proveer a los autores de una versión rápida del manuscrito. Sin embargo, el manuscrito ingresará a proceso de edición y corrección de estilo antes de publicar la versión final. Por favor note que la versión actual puede contener errores de forma.

Artículo original/ Original article

Productos biorracionales sobre trips *Frankinella occidentalis* Pergande 1895 (Thysanoptera: Thripidae) y sus enemigos naturales para limón mexicano

Biorational products on thrips *Frankinella occidentalis* Pergande 1895 (Thysanoptera: Thripidae) and its natural enemies for Mexican lemon

Biorracionalidad en Trips para limón mexicano / Biorationality in Thrips for Mexican lemon

Miranda-Ramírez, J.M.¹, Perales-Segovia, C.^{2*}, Miranda-Salcedo, M.A.³,
Miranda-Medina, D.¹, Perales-Aguilar, L..²

¹Tecnológico Nacional de México / ITS de Apatzingán. Km. 3.5 carretera Apatzingán-Aguililla, C.P.60710, Apatzingán Michoacán, México. ²Tecnológico Nacional de México / IT El Llano Aguascalientes. Km. 18 carretera Aguascalientes-San Luis Potosí, CP 20330, Aguascalientes, México. ³INIFAP-CIRPAC-Campo Experimental Valle de Apatzingán. Km. 17 Carretera Apatzingán-Cuatro Caminos, C.P. 60781, Antúnez, municipio de Parácuaro, Michoacán, México.

*Corresponding Author:

[Catarino Perales Segovia](mailto:catarino.ps@llano.tecnm.mx), Tecnológico Nacional de México / IT El Llano Aguascalientes. Km. 18 carretera Aguascalientes-San Luis Potosí, CP 20330, Aguascalientes, México. Phone: +52 449 962 1100. E-mail: catarino.ps@llano.tecnm.mx

RESUMEN

Frankinella occidentalis es una plaga muy persistente que ataca al limón mexicano. Ante ello, se evaluó el efecto de insecticidas biorracionales para el manejo de trips plaga y el impacto sobre los enemigos naturales para el cultivo de limón mexicano en Michoacán, México, en un diseño completamente al azar, con doce tratamientos y diez repeticiones; la unidad experimental fue un árbol. Se aplicó la prueba de homogeneidad de datos de las varianzas, ANOVA y comparación de medias de Tukey ($p \leq 0,05$). En la recolección de datos, se hizo un muestreo previo como punto de inicio del estudio y comparación. Posterior a los tratamientos, se realizaron muestreos a los 3, 6, 12, 20, 26, 35 y 41 días después. Las variables de estudio fueron: 1) Número de trips *Frankinella occidentalis*; 2) Número de catarinas *Olla v-nigrum* (Coleoptera: Coccinellidae); 3) Número de crisopas *Chrysoperla rufilabris* (Neuroptera: Chrysopidae); 4) Número de fitoseidos [ácaros depredadores] *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae). El Extracto de ajo + extracto de manzanilla y ruda redujo la población de trips en un 58,47; 9,30; 71,43; 40,20; 50,17; 90,37 y 99,67 % a los 3, 6, 12, 20, 26, 35 y 41 días después de la aplicación respectivamente. El Tolfenpyrad alcanzó su mayor efecto de al disminuir en un 100 % la población de coccinélidos a los 3, 6, 12, 26 y 41 días después de la aplicación. El Aceite de ajo mostró ser una buena opción para el control de trips al disminuir la su población en un promedio de 60 %, e incrementó en un 800 % los ácaros fitoseidos.

PALABRAS CLAVE:

Sustentabilidad, *Citrus aurantifolia*, Manejo de plagas, Disminución de artrópodos plaga, Insectos depredadores, Biorracional.

ABSTRACT

Frankinella occidentalis is a very persistent pest that attacks the Mexican lemon. Given this, the effect of biorational insecticides for the management of thrips pest and the impact on natural enemies for the cultivation of Mexican lemon in Michoacán, Mexico, was evaluated, in a completely randomized design, with twelve treatments and ten repetitions; the experimental unit was a tree. The variance data homogeneity test, ANOVA and Tukey's comparison of means ($p \leq 0.05$) were applied. In the data collection, a previous sampling was done as the starting point of the study and comparison. After the treatments, samples were taken at 3, 6, 12, 20, 26, 35 and 41 days later. The study variables were: 1) Number of *Frankinella occidentalis* thrips; 2) Number of *Olla v-nigrum* lady beetles (Coleoptera: Coccinellidae); 3) Number of lacewings *Chrysoperla rufilabris* (Neuroptera: Chrysopidae); 4) Number of phytoseiids [predatory mites] *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae). Garlic extract + chamomile and rue extract reduced the thrips population by 58.47; 9.30; 71.43; 40.20; 50.17; 90.37 and 99.67 % at 3, 6, 12, 20, 26, 35 and 41 days after application, respectively. Tolfenpyrad reached its greatest effect by reducing the coccinellid population by 100 % at 3, 6, 12, 26 and 41 days after application. Garlic oil proved to be a good option for thrips control by reducing its population by an average of 60 %, and increasing phytoseiid mites by 800 %.

KEY WORDS:

Sustainability, *Citrus aurantifolia*, Pest management, Reduction of arthropod pests, Predatory insects, Biorational.

Introducción

En México se producen alrededor de 2,7 millones de toneladas anuales de limas y limones (FAO, 2021a). La mayor parte de la producción de limón mexicano [*Citrus aurantifolia* (Christm.) Swingle] se concentra en Michoacán, en el Valle de Apatzingán, con una superficie establecida de 60 mil hectáreas, distribuidas en los municipios de Múgica, Parácuaro, Apatzingán, Aguililla y Tepalcatepec principalmente, con una producción de 1,22 millones de toneladas anuales, que representan una derrama económica de USD \$ 328,21 millones de dólares anuales (SIAP, 2021). Sin embargo, durante el proceso de producción de limón mexicano en el Valle de Apatzingán los citricultores observan la presencia de plagas como psílido asiático *Diaphorina citri* (Kuwayama), Araña roja *Tetranychus urticae* (Koch) y Trips (Thysanoptera: Thripidae). Esta última plaga pasó a un primer orden en importancia de daño de fruto, ocasionando laceraciones en la epidermis en las primeras etapas de desarrollo. Por consiguiente, al momento de llegar a la cosecha el daño que se presenta en la producción, ocasiona un problema de comercialización que se refleja en la disminución de los precios y, en casos muy severos, el rechazo de la cosecha. Además, el exceso de aplicaciones de insecticidas (organofosforados, carbamatos, neonicotinoides, piretroides/piretrinas) ha provocado el desarrollo de resistencia múltiple de la plaga y la mortalidad de la mayoría de los insectos benéficos que

puedan controlar las poblaciones de la plaga, dejando residuos en los alimentos, intoxicaciones a los usuarios, contaminación a los recursos naturales (Bejarano-González, 2017) y dependencia tecnológica.

Entre varias opciones para el manejo de la plaga ha destacado el adoptar un manejo integral a través del control biorracional y el control biológico por conservación. En el caso de las infestaciones graves de trips en limón mexicano, lo más indicado es disminuir las aplicaciones de insecticidas químicos y hacer un buen manejo de las plantas arvenses, que actúan como un refugio para depredadores de trips como *Chrysoperla rufilabris*, *Ceraeochrysa cincta*, *Stetorus* sp., *Cycloneda sanguínea*, *Hippodamia convergens*, *Olla v-nigrum*, *Zelus renardii*, *Leptotrips* sp. y varias especies de arañas (Atakan & Pehlivan, 2019; Miranda-Salcedo & Loera-Alvarado, 2019).

En relación con lo anterior, se tienen antecedentes sobre el manejo de trips en lima mexicana, tal es el caso de Miranda-Salcedo *et al.* (2021) quienes reportaron para el insecticida Spirotetramat en dosis de 0.5 ml L⁻¹, a los 2 días después de la aplicación una disminución en la población de trips *F. occidentalis* Pergande 1895 en un 100 % (de 1.6 trips a 0 trips), en Michoacán, México.

Monteon-Ojeda *et al.* (2020) en el cultivo mango manila encontraron presencia de *Frankliniella invasor* en un 73 %, en Actopan, Veracruz. Reportaron que el Spinetoram en dosis de 500 mL ha⁻¹, mantuvo un promedio de 0.71 trips por inflorescencia y una eficacia de 87 % a los 7 daa, mientras que el extracto de ajo, chile y canela en dosis de 2 L ha⁻¹ controló el 85.46 % de la población a los 14 daa.

Miranda-Salcedo *et al.* (2020) en Michoacán México, demostraron que el Spirotetramat en dosis de 0.75 mL L⁻¹ disminuyó la población de trips *F. occidentalis* en lima mexicana en un 70 % (de 1.0 a 0.3 trips) a los 18 daa. Además, observaron un amplio grupo de enemigos naturales que pueden controlar la plaga como son *Ceraeochrysa cincta* Schneider, 1851, *Chrysoperla rufilabris* Burmeister, 1839, *Cycloneda sanguínea* L., 1763, *Hippodamia convergens* Guerin-Meneville, 1842, *Leptotrips* sp. y diferentes especies de arañas. *Olla v-nigrum* Mulsant, 1866, *Stetorus* sp., *Tamarixia radiata* Waterston, 1922, *Zelus renardii* Kolenati, 1857. Sin embargo, Avendaño-Gutiérrez *et al.* (2020), recolectaron 4968 tisanópteros en lima mexicana e identificaron cuatro especies depredadoras de trips: *Scolothrips sexmaculatus*, *Leptothrips micconelli*, *Stomatothrips brunneus*, y *Scolothrips palidus*, también en Michoacán México.

En Alemania, en un cultivo de manzana, Viñuela *et al.* (1996) demostraron que el neem (CE, 1 % azaradactina) en dosis del 0.3 %, presentó una toxicidad baja (20 % de mortalidad) sobre larvas de *Chrysoperla carnea* en campo, debido a que la sustancia tiene un efecto de repelente.

Por su parte Bennison *et al.* (2002) reportaron, que las plantas de romero (*Rosmarinus officinalis*) asociadas al cultivo de crisantemo presentaron un gran potencial como plantas repelentes del trips de California *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae); sin embargo; se evidenció un efecto repelente hacia su depredador biológico *Orius laevigatus* (Hemiptera: Anthocoridae). Lo anterior

corroborar, una estrategia “push-pull” (empuje-atracción) basada en la combinación de estímulos, que modifica la distribución y abundancia de los artrópodos plaga y sus enemigos (Salas *et al.*, 2021).

Por consiguiente, mediante la aplicación de insecticidas biorracionales y la conservación y manejo de los enemigos naturales, se obtiene un buen manejo de trips para el cultivo de limón mexicano. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de productos biorracionales para el manejo del trips y registrar su impacto en sus enemigos naturales, para el cultivo de limón mexicano en Michoacán, México.

Material y Métodos

Sitio de estudio

Esta investigación se realizó a los 19°00'44,10" N, 102°13'38,57" O, 346 masl (Google Earth, 2021) en el Campo Agrícola Experimental del Valle de Apatzingán del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (CEVA-INIFAP) en el km 17, carretera Apatzingán-Cuatro Caminos municipio de Parácuaro Michoacán, México. El sitio corresponde a una depresión tropical entre los ejes montañosos, que lo limitan al norte y al sur con el eje neovolcánico y la Sierra Madre del Sur del Pacífico, México (García, 1987). El tipo de suelo es vertisol pélico arcilloso, con tipo de clima seco BS1 cálido semiseco (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2022), temperatura media anual de 30 °C y 650 mm de lluvia anuales (Comisión Nacional del Agua [CONAGUA], 2022).

Caracterización fenológica del huerto

El predio donde se realizó el estudio se caracteriza por tener una superficie de 3 ha con árboles en desarrollo de 3 años, con una altura promedio de 2 m, un diámetro de copa de 2.5 m, en condiciones de vigor normales de acuerdo a su edad y de buen porte, con portainjerto *Macrophylla* y variedad de lima mexicana.

La época en la cual se estableció el experimento fue durante el mes de mayo de 2021 y se caracteriza por tener las temperaturas más altas en el año, hasta 42.5 °C en promedio durante el día, con humedad relativa de 26 %, sin lluvias (CONAGUA, 2022).

Tratamientos

Para la selección de los biorracionales, se tomó en cuenta el efecto del daño ocasionado en la salud humana y animal, la biodiversidad y medio ambiente (FAO, 2021b). Se evaluaron doce tratamientos incluyendo el testigo absoluto y el testigo comercial regional (Tabla 1). El Spirotetramat no se considera como producto altamente tóxico (PAN, 2016), sin embargo, el Tolfenpyrad, es altamente tóxico para las abejas, especies acuáticas y humanos (PAN, 2016). En relación a el Pyrifluquinazon es un insecticida altamente tóxico para los humanos y carcinógeno (PAN, 2016; Lewis *et al.*, 2016). Los demás tratamientos, se consideran como extractos vegetales y son válidos dentro de un manejo agroecológico de plagas (Bejarano-González, 2017).

Table 1. Treatments used for the control management of thrips and the impact on their natural enemies.

Tabla 1. Tratamientos utilizados para el manejo control del trips y el impacto en sus enemigos naturales.

Numero	Tratamiento	Dosis mL/L ⁻¹	Producto comercial / Compañía / País
T1	Tolfenpyrad 15 %	1.25	Hachi Hachi / Nichino / México
T2	Pyrifluquinazon 20.2 %	0.58	Pyriflu / Nichino / México
T3	Aceite de ajo (<i>A. sativum</i> L.) 95 %	2	Garlic / Biotech / México
T4	Extracto de ajo (<i>A. sativum</i>) at 87 %, manzanilla (<i>Matricaria chamomilla</i> L.) y ruda (<i>Ruta graveolens</i> L.) al 1 %	2	Bio Crack / Berni Labs / México
T5	Neem (<i>Azadirachta indica</i> A. Juss) at 95 %	2	Neemtech / Biotech / México
T6	Fenpyroximate 5 %	1.25	Portal / Nichino / México
T7	Extracto de cítricos + queratina al 10 %	2	Fractal / Berni Labs / México
T8	Spirotetramat 15.3 %	0.3	Movento 150 OD / Bayer Crop Science / México (testigo comercial de la region)
T9	Aceite de ricino (<i>Ricinus communis</i> L.) 95 %	2.0	Higuerilla / Biotech / México
T10	Aceite de neem (<i>A. indica</i>) at 18%, aceite de ricino (<i>R. communis</i>) al 18 %, aceite de gobernadora (<i>Larrea tridentata</i> (Sessé & Moc ex DC.) Coville) al 18 %, aceite de canela (<i>Cinnamomum zeylanicum</i>) al 18 %, aceite de ajo (<i>A. sativum</i>) al 18 %, aceite de mostaza (<i>Sinapis alba</i> L.) al 18 %	2	KillerPlus / Biotech / México
T11	Espinosina vegetal - Spinosad 62.5 gr/L	2	Lifetech S60 / Biotech / México
T12	Agua	-	Testigo

En todos los tratamientos se utilizó un adherente comercial con base en alcohol graso etoxilado al 20.2 % [1 mL L⁻¹ - Inex A®, Cosmocel, México]. La aplicación se realizó a un mismo tiempo con aspersiones dirigidas al follaje de los árboles. Se emplearon tres bombas nuevas de mochila manual marca Swissmex, modelo Lola 20, con una capacidad de 20 litros de agua y boquillas de alto volumen marca Swissmex, modelo Solo 501, previamente calibradas y lavadas.

Variables de estudio

La medición de las variables de estudio se estructuró en dos categorías, la primera contempla la variable del insecto plaga: 1) Número de trips *F. occidentalis*. La segunda, contempla tres variables de los artrópodos considerados como enemigos naturales: 2) Número de catarinas *Olla v-nigrum* (Mulsant, 1866) (Coleoptera: Coccinellidae); 3) Número de crisopas *Chrysoperla rufilabris* (Burmeister, 1839) (Neuroptera: Chrysopidae); 4) Número de fitoseidos [ácaros depredadores] *Phytoseiulus persimilis* (Athias-Henriot, 1957) (Acari: Tetranychidae: Phytoseiidae). Para convertir el número de insectos de las variables en porcentaje se utilizó la Ecuación 1.

$$\text{Población de artrópodos en \%} = \left[\frac{\text{Número de artrópodos del muestreo previo}}{\text{Número de artrópodos en los muestres posteriores (daa)}} \right] * 100 \%$$

Técnica e instrumentos para la recolección de datos de campo

La técnica utilizada para el registro de la infestación del insecto plaga en campo fue la de “muestreo por golpeteo”. Los materiales empleados fueron una tabla de madera de 38 x 21 cm forrada con papel “Contac” de color azul, y un asa de madera de 30 cm de longitud y 3 cm de diámetro. Se seleccionó una rama lateral por árbol a una altura de 1,50 m aproximadamente y con el asa de madera se dieron tres golpes ligeros para que los artrópodos cayeran en la tabla y en ese mismo momento se identificaron, contabilizaron *in situ* y se registraron los datos de captura (Miranda-Ramírez *et al.*, 2021).

Para la recolección de datos, se hizo un muestreo previo como punto de inicio del estudio y comparación. Después de la aplicación de los tratamientos, se realizaron muestreos a los 3, 6, 12, 20, 26, 35 y 41 días después de la aplicación (daa).

Diseño experimental y análisis estadístico

El diseño utilizado fue completamente al azar, con doce tratamientos, y diez repeticiones, la unidad experimental fue un árbol. Para el análisis estadístico se realizó la prueba Post Hoc de homogeneidad de datos de las varianzas, ANDEVA y la prueba de comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$), mediante el paquete estadístico Statistica versión 13 (StatSoft Inc., 2017).

Resultados y Discusión

Número de trips

Los resultados de la prueba de homogeneidad de las varianzas de los datos, mostraron una coincidencia lineal, asimismo, los muestreos presentaron una distribución normal que garantizó su confiabilidad.

El análisis de varianza indicó que no existe en la mayoría de los muestreos una diferencia estadística ($p \leq 0.05$) entre tratamientos para las medias poblacionales, son estadísticamente iguales, excepto los muestreos a los 35 y 41 daa, que si mostraron diferencias significativas (Tabla 2).

Los resultados de la prueba de comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$), registraron un efecto diferencial entre tratamientos a los 3, 6 y 26 daa (Tabla 3). De los doce tratamientos evaluados nueve presentaron una disminución en la población de trips, que recae en un rango de 6 a 100 % en comparación con el T12 de 16.05 a 100 % y para el T8, considerado como testigo químico de la región, el rango fue de 34.37 a 100 %.

A los 3 daa los tratamientos que mostraron los mejores resultados en relación a la disminución del número de trips se presentan en orden descendente y fueron: el T5 (0.54 trips) equivalente a un 83.02 %, el T11 con (0.63) 76.92 %; el T10 con (0.56) 76.74 %; en comparación con el T8 (0.55) 67.26 % y el T12 con (1.28) 57.19 % (Tabla 3). De lo anterior, se deduce que la población de trips fue sensible a estos tratamientos que presentaron una disminución de la población en un lapso de tiempo corto de 72 horas.

Table 2. Levene's analysis ($p \leq 0.05$) for the variable number of thrips prior to application and after 3, 6, 12, 20, 26, 35 and 41 daa.

Muestreo daa	Efecto MS	Error MS	F Levene	df	Valor p
Previo	0.35514	0.39829	0.891660	11.108	0.550939
3	0.12185	0.08374	1.455060	11.108	0.159336
6	0.18360	0.11834	1.551500	11.108	0.123860
12	0.06249	0.05695	1.097260	11.108	0.370470
20	0.34979	0.24602	1.421770	11.108	0.173453
26	0.07736	0.21823	0.354470	11.108	0.970265
35	0.06672	0.00607	10.985440	11.108	0.000000*
41	0.00838	0.00093	8.970850	11.108	0.000000*

MS = cuadrado medio, df= grados libertad, *significativo ($p \leq 0.05$).

A los 6 daa el T9 (1.24) 61.61 % mostró un mayor efecto de reducción en la población de los trips en comparación con el T8 (0.81) 51.79 % y el T12 (1.50) 35.45 %. El T11 (1.50) 45.05 % mostro un valor por debajo del T8, pero no del T12 y el T1 (2.42) 41.50 % que presentó mayor efecto de disminución en relación con el T1 (Tabla 3).

A los 12, 20, 35 y 41 daa los resultados de los tratamientos fueron no significativos Tukey ($p \leq 0.05$). Sin embargo, los tratamientos que denotaron los valores numéricos más bajos en relación a la disminución de la población de trips a 12 daa fueron: el T11 (0.26) 90.48 %; el T3 (0.40) 71.43 %. A los 20 daa fueron el T5 (1.59) 50 % y el T11 (1.64) 30.93 %. A los 35 daa fueron el T6 (0.00) 100 %; el T1 (0.23) 98.79 % y T5 (0.23) 92.77 % y a los 41 daa fueron el T5; T6; T7; T8; T9; T10 y T12 con valores de 0.00 que equivale al 100 % (Tabla 3).

A los 26 daa el T3 (0.81) y T9 (1.29) mostraron un efecto de reducción en la población de los trips de 49.69 y 60.06 % respectivamente entre los demás tratamientos y en comparación con el T8 (1.13) con 32.47 % y T12 (2.08) con 30.43%.

Número de coccinélidos depredadores

La homogeneidad de las varianzas de los datos mostró una dispersión leve sobre la línea recta, y en las observaciones realizadas en todos los muestreos presentaron valores escasos con una distribución normal que evidencia la baja confiabilidad del muestreo.

El análisis de varianza mostró diferencia estadística ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos para todos los muestreos incluyendo el muestreo previo (Tabla 4).

La prueba de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) no identificó diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. Sin embargo, el tratamiento que obtuvo los mejores resultados numéricos fue el T12, que mantuvo un promedio de 0.01 coccinélidos a los 3 daa, posteriormente se presentó un incremento en la población a los 6 daa de 0.03 un 42 % más. En relación al T12, el muestreo previo presentó un número de coccinélidos 0.019 y a los 6 daa se observó un incremento de la población de 0.190 que corresponde a un 100 % mayor.

Tabla 3. Efecto de los tratamientos sobre trips Tukey ($p \leq 0.05$)*.

Tratamiento	Muestreo previo	días después de la aplicación (daa)						
		3	6	12	20	26	35	41
T1	4.136 ^b	1.099 ^{ab}	2.422 ^{abc}	0.702 ^a	1.852 ^a	2.273 ^a	0.232 ^a	0.059 ^a
T2	3.018 ^{ab}	1.030 ^{ab}	2.197 ^{abc}	0.713 ^a	2.177 ^a	2.027 ^a	0.298 ^a	0.019 ^a
T3	1.611 ^a	0.616 ^{ab}	2.192 ^{abcd}	0.409 ^a	1.941 ^a	0.819 ^b	0.370 ^a	0.038 ^a
T4	3.011 ^{ab}	1.251 ^{ab}	2.723 ^{bc}	0.836 ^a	1.808 ^a	1.507 ^{ab}	0.292 ^a	0.019 ^a
T5	3.186 ^{ab}	0.543 ^{ab}	2.030 ^{abcd}	0.573 ^a	1.594 ^a	1.681 ^{ab}	0.232 ^a	0.000 ^a
T6	2.189 ^a	1.100 ^{ab}	2.959 ^c	0.906 ^a	1.873 ^a	1.709 ^{ab}	0.000 ^a	0.000 ^a
T7	1.522 ^a	0.400 ^a	1.064 ^{ef}	0.514 ^a	1.781 ^a	1.407 ^{ab}	0.305 ^a	0.000 ^a
T8	1.682 ^a	0.557 ^{ab}	0.817 ^e	0.782 ^a	1.918 ^a	1.130 ^{ab}	0.371 ^a	0.000 ^a
T9	3.237 ^{ab}	0.797 ^{ab}	1.240 ^{def}	0.436 ^a	2.123 ^a	1.295 ^{ab}	1.162 ^a	0.000 ^a
T10	2.388 ^a	0.561 ^{ab}	2.230 ^{abcd}	0.333 ^a	1.859 ^a	1.518 ^{ab}	1.664 ^a	0.000 ^a
T11	2.732 ^{ab}	0.639 ^{ab}	1.501 ^{adef}	0.264 ^a	1.642 ^a	1.806 ^{ab}	0.232 ^a	0.019 ^a
T12	2.991 ^{ab}	1.282 ^b	1.931 ^{abdf}	0.878 ^a	2.519 ^a	2.086 ^a	0.205 ^a	0.000 ^a

T1) Tolfenpyrad – 1.25 mL/L⁻¹; T2) Pyrifluquinazon – 0.58 mL/L⁻¹; T3) Aceite de ajo – 2.0 mL/L⁻¹; T4) Extracto de ajo + extracto de manzanilla y ruda - 2 mL/L⁻¹; T5) Aceite de neem - 2 mL/L⁻¹; T6) Fenproximato 1.25 mL/L⁻¹; T7) Extracto de cítricos + queratina 2 mL/L⁻¹; T8) Spirotetramat – 0.31 mL/L⁻¹; T9) Aceite de ricino - 2 mL/L⁻¹; T10) Neem + aceite de ricino + aceite de gobernadora + aceite de canela + aceite de ajo + aceite de mostaza - 2 mL/L⁻¹; T11) Spinosina vegetal - 2 mL/L⁻¹ y T12) Agua.

* Medias con distinta letra en la columna son estadísticamente diferentes (Tukey, $p \leq 0.05$).

Tabla 4. Análisis de Levene's ($p \leq 0.05$) para la variable número de catarinas previo a la aplicación y posteriormente a los 3, 6, 12, 26, 35 y 41 daa.

Muestreo dda	Efecto MS	Error MS	F Levene	DF	Valor p
Previous	0.011858	0.001387	8.54876	11.108	0.000000*
3	0.006808	0.000720	9.45776	11.108	0.000000*
6	0.007937	0.000606	13.08815	11.108	0.000000*
12	0.006346	0.001001	6.33977	11.108	0.000000*
26	0.006346	0.001001	6.33977	11.108	0.000000*
35	0.001843	0.000400	4.60227	11.108	0.000010*
41	0.001014	0.000200	5.06250	11.108	0.000002*

MS= cuadrado medio, df= grados libertad, *significativo ($p \leq 0.05$).

Número de crisopas

En este caso, la homogeneidad de las varianzas de los datos indicó una dispersión leve sobre la línea recta. En las observaciones realizadas, en todos los muestreos se presentaron valores escasos con una distribución normal que corroboró la fiabilidad del muestreo.

El análisis de varianza mostró diferencia estadística ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos para todos los muestreos (Tabla 5).

Tabla 5. Análisis de Levene's ($p \leq 0.05$) para la variable número de crisopas previo a la aplicación y posteriormente a los 3, 6, 12, 20, 26, 35 y 41 daa.

Muestreo daa	Efecto CM	Error CM	F Levene	gl	Valor p
Previo	0.006104	0.001777	3.43611	11.108	0.000403*
3	0.008023	0.001436	5.58878	11.108	0.000000*
6	0.007060	0.001641	4.30215	11.108	0.000026*
12	0.017697	0.001252	14.14041	11.108	0.000000*
20	0.005773	0.001401	4.11932	11.108	0.000046*
26	0.004135	0.001602	2.58168	11.108	0.005992*
35	0.006152	0.001201	5.12121	11.108	0.000002*
41	0.002949	0.000801	3.68182	11.108	0.000184*

MS= cuadrado medio, df= grados libertad, *significativo ($p \leq 0.05$).

Los tratamientos que mostraron un aumento en la población de los crisópidos a los 12 daa fueron: el T1 (0.08 crisopas) 30 %; el T3 (0.08) 50 % en relación con el T8 (0.06) 3 % y el T12 (0.08) 33 % (Tabla 6). Por consiguiente, el T1 y T3 evidenciaron ser menos agresivos en la disminución contra estos insectos depredadores de los trips. De todos los tratamientos evaluados, el T3 demostró ser el único insecticida que presentó un incremento en la población de 75, 125 y 50 % a los 3, 6 y 12 daa respectivamente (Tabla 6).

Número de fitoseidos

En ácaros depredadores, la homogeneidad de las varianzas de los datos mostró desviaciones mínimas de los puntos con relación a la linealidad. Todas las observaciones en los muestreos siguieron una distribución normal, lo cual, garantizó la confiabilidad de esta variable.

El análisis de varianza mostró diferencia estadística ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos para todos los muestreos (Tabla 7).

Tabla 6. Efecto de los tratamientos sobre crisopas Tukey ($p < 0.05$)*.

Tratamiento	Muestreo previo	días después de la aplicación						
		3	6	12	20	26	35	41
T1	0.060 ^a	0.190 ^a	0.000 ^a	0.080 ^{ab}	0.000 ^a	0.019 ^a	0.000 ^a	0.019 ^a
T2	0.020 ^a	0.000 ^a	0.030 ^a	0.020 ^{ab}	0.038 ^a	0.019 ^a	0.000 ^a	0.000 ^a
T3	0.040 ^a	0.070 ^a	0.090 ^a	0.080 ^{ab}	0.000 ^a	0.019 ^a	0.019 ^a	0.000 ^a
T4	0.060 ^a	0.010 ^a	0.030 ^a	0.040 ^{ab}	0.019 ^a	0.000 ^a	0.038 ^a	0.000 ^a
T5	0.080 ^a	0.000 ^a	0.030 ^a	0.120 ^b	0.019 ^a	0.038 ^a	0.019 ^a	0.000 ^a
T6	0.060 ^a	0.010 ^a	0.090 ^a	0.000 ^a	0.019 ^a	0.019 ^a	0.019 ^a	0.019 ^a
T7	0.020 ^a	0.010 ^a	0.030 ^a	0.000 ^a	0.019 ^a	0.019 ^a	0.019 ^a	0.000 ^a
T8	0.060 ^a	0.010 ^a	0.030 ^a	0.063 ^{ab}	0.019 ^a	0.000 ^a	0.000 ^a	0.000 ^a
T9	0.020 ^a	0.000 ^a	0.030 ^a	0.000 ^a	0.000 ^a	0.019 ^a	0.000 ^a	0.019 ^a
T10	0.060 ^a	0.010 ^a	0.010 ^a	0.04 ^{2ab}	0.000 ^a	0.000 ^a	0.000 ^a	0.019 ^a
T11	0.100 ^a	0.000 ^a	0.050 ^a	0.042 ^{ab}	0.038 ^a	0.000 ^a	0.038 ^a	0.000 ^a
T12	0.060 ^a	0.030 ^a	0.050 ^a	0.084 ^{ab}	0.038 ^a	0.019 ^a	0.000 ^a	0.000 ^a

T1) Tolfenpyrad – 1.25 mL/L⁻¹; T2) Pyrifluquinazon – 0.58 mL/L⁻¹; T3) Aceite de ajo – 2.0 mL/L⁻¹; T4) Extracto de ajo + extracto de manzanilla y ruda - 2 mL/L⁻¹; T5) Aceite de neem - 2 mL/L⁻¹; T6) Fenpyroximato 1.25 mL/L⁻¹; T7) Extracto de cítricos + queratina 2 mL/L⁻¹; T8) Spirotetramat – 0.31 mL/L⁻¹; T9) Aceite de ricino - 2 mL/L⁻¹; T10) Neem + aceite de ricino + aceite de gobernadora + aceite de canela + aceite de ajo + aceite de mostaza - 2 mL/L⁻¹; T11) Spinosina vegetal - 2 mL/L⁻¹ y T12) Agua.

* Medias con distinta letra en la columna son estadísticamente diferentes (Tukey, $p \leq 0.05$).

Las diferencias estadísticas entre tratamientos Tukey ($p < 0.05$) se presentaron solamente en el muestreo realizado a 35 daa (Tabla 8). Los tratamientos con efecto nulo en la disminución de los fitoseidos fueron el T3 (0.45) y el T2 (0.45); por el contrario, permitieron un crecimiento en la población de los fitoseidos de un 866.96 y 69.55 % respectivamente. Estos resultados parecen indicar que los fitoseidos son artrópodos que presentan cierta tolerancia a estos insecticidas durante el control de los trips a pesar de ser escasos durante el muestreo inicial. Sin embargo, los tratamientos T8 (0.09) y T12 (0.06) mostraron una disminución en la población de 45.45 y 81.29 % respectivamente (Tabla 8).

Tabla 7. Análisis de Levene's ($p \leq 0.05$) para la variable número de fitoseidos previo a la aplicación y posteriormente a los 3, 6, 12, 20, 26, 35 y 41 daa.

Muestreo daa	Efecto MS	Error MS	F Levene	DF	Valor p
Previo	0.048065	0.012115	3.96752	11.108	0.000075*
3	0.001014	0.000200	5.06250	11.108	0.000002*
6	0.051611	0.013177	3.91672	11.108	0.000088*
12	0.008037	0.001137	7.06672	11.108	0.000000*
26	0.013262	0.001298	10.21954	11.108	0.000000*
35	0.089133	0.015240	5.84875	11.108	0.000000*
41	0.002949	0.000801	3.68182	11.108	0.000184*

MS= cuadrado medio, df= grados libertad, *significativo ($p \leq 0.05$).

Tabla 8. Efecto de los tratamientos sobre fitoseidos Tukey ($p < 0.05$).

Tratamiento	Muestreo previo	Días después de la aplicación					
		3	6	12	26	35	41
T1	0.274 ^a	0.000 ^a	0.096 ^a	0.000 ^a	0.000 ^a	0.204 ^{abc}	0.019 ^a
T2	0.266 ^a	0.000 ^a	0.357 ^a	0.000 ^a	0.019 ^a	0.451 ^{bcd}	0.000 ^a
T3	0.046 ^a	0.000 ^a	0.254 ^a	0.000 ^a	0.000 ^a	0.454 ^{cd}	0.000 ^a
T4	0.214 ^a	0.000 ^a	0.395 ^a	0.019 ^a	0.038 ^a	0.295 ^{abcd}	0.019 ^a
T5	0.416 ^a	0.000 ^a	0.184 ^a	0.000 ^a	0.039 ^a	0.381 ^{abcd}	0.000 ^a
T6	0.262 ^a	0.000 ^a	0.144 ^a	0.000 ^a	0.000 ^a	0.163 ^{abc}	0.000 ^a
T7	0.425 ^a	0.000 ^a	0.192 ^a	0.019 ^a	0.000 ^a	0.095 ^{abc}	0.019 ^a
T8	0.168 ^a	0.019 ^a	0.048 ^a	0.019 ^a	0.078 ^a	0.095 ^{abc}	0.000 ^a
T9	0.215 ^a	0.000 ^a	0.158 ^a	0.019 ^a	0.039 ^a	0.000 ^a	0.000 ^a
T10	0.181 ^a	0.000 ^a	0.441 ^a	0.000 ^a	0.039 ^a	0.261 ^{abcd}	0.019 ^a
T11	0.185 ^a	0.000 ^a	0.479 ^a	0.058 ^a	0.058 ^a	0.646 ^c	0.000 ^a
T12	0.326 ^a	0.000 ^a	0.445 ^a	0.039 ^a	0.058 ^a	0.061 ^{ab}	0.000 ^a

T1) Tolfenpyrad – 1.25 mL/L⁻¹; T2) Pyrifluquinazon – 0.58 mL/L⁻¹; T3) Aceite de ajo – 2.0 mL/L⁻¹; T4) Extracto de ajo + extracto de manzanilla y ruda - 2 mL/L⁻¹; T5) Aceite de neem - 2 mL/L⁻¹; T6) Fenpyroximato 1.25 mL/L⁻¹; T7) Extracto de cítricos + queratina 2 mL/L⁻¹; T8) Spirotetramat – 0.31 mL/L⁻¹; T9) Aceite de ricino - 2 mL/L⁻¹; T10) Neem + aceite de ricino + aceite de gobernadora + aceite de canela + aceite de ajo + aceite de mostaza - 2 mL/L⁻¹; T11) Spinosina vegetal - 2 mL/L⁻¹ y T12) Agua.

* Medias con distinta letra en la columna son estadísticamente diferentes (Tukey, $p \leq 0.05$).

Discusión

Este trabajo corrobora un análisis sobre el manejo agronómico del trips y sus enemigos naturales en el cultivo de limón mexicano. Los resultados evidenciaron que existe una alternativa sustentable para el manejo de las poblaciones de trips, apoyado en algunos insecticidas comerciales botánicos y de efecto biorracional sobre los enemigos naturales.

Existe un gran número de productos químicos que controlan a los trips, pero que afectan a sus enemigos naturales, lo que incrementa los daños en follaje y frutos de limón mexicano (Miranda-Salcedo *et al.*, 2020; Miranda-Salcedo *et al.*, 2021). Argolo *et al.* (2014), reportaron una persistencia de los efectos secundarios del Spirotetramat para *Phytoseiulus persimilis* de cero días, con una mortalidad que va de 30 a 79 %. Este insecticida tiene un impacto rápido y temporal sobre las poblaciones de insectos y los citricultores prefieren utilizarlo, porque parece fácil obtener resultados visibles con una rápida disminución de las poblaciones de insectos, incluidos los benéficos (Xiao *et al.*, 2010; Raza *et al.*, 2017). Por su parte Ferragut *et al.* (1990) señalan, que los ácaros fitoseidos que se encuentran en las plantas silvestres, presentan una buena tolerancia a algunos insecticidas, y son muy comunes en cultivos en campo y se alimentan de artrópodos de pequeño tamaño como los trips plaga.

Argolo *et al.* (2013), reportaron una mortalidad menor al 30 % de los fitoseidos con la aplicación del aceite de neem (azadiractina) y un efecto de persistencia de cero días para cítricos, en España. La eficiencia de control de estos ácaros fitoseidos sobre los trips plaga, depende en gran medida del porcentaje de disminución causado por el efecto de los insecticidas, que son utilizados durante el manejo de esta plaga. Argolo *et al.* (2014), encontraron que la especie de fitoseidos más sensible a los aceites minerales es *Phytoseiulus persimilis*.

Los ácaros fitoseidos pueden presentar una persistencia a la Spinosina vegetal hasta de siete días, con una disminución del 30 al 79 % (San-Andrés *et al.*, 2006; Argolo *et al.*, 2013). Sin embargo, para identificar los insecticidas biorracionales que podrían ser utilizados en combinación con una estrategia de control biológico, es importante conocer los efectos secundarios de estos sobre los enemigos naturales (Sterk *et al.*, 1999). Una forma de controlar los trips *F. occidentalis* es mediante la liberación de ácaros fitoseidos autóctonos (Urbaneja *et al.*, 2005) lo que en un momento dado y en un futuro cercano puede llegar a reducir el exceso de aplicación de insecticidas en el valle de Apatzingán.

Esparza-Díaz *et al.* (2010) señalan, que el efecto de la azadiractina depende de su dosis y de la especie plaga a controlar, ya que puede reducir la alimentación, supervivencia, viabilidad de ninfas, progenie, e incluso puede producir toxicidad aguda. Este aceite actúa como feromona de alarma y hace que los insectos dejen de comer, y sus sustancias activas son biodegradables y no tóxicas para el hombre y los animales domésticos (Guerra-Maldonado, 2021).

En relación a los crisópidos, Luna-Cruz *et al.* (2018) aplicaron un insecticida compuesto por argemonina (Chicalote, *Argemone mexicana* L.), berberina (*Berberis* sp.) ricinina (higuerilla, *Ricinus communis* L.) y α -Terthienyl por contacto directo y reportaron una mortalidad de 9 % a las 24 h, la mayor mortalidad de 11 % a las 98 h, en condiciones de laboratorio.

Planes *et al.* (2013) señalan, que la conservación de los enemigos naturales es clave para poder llevar a cabo una "Gestión Integrada" de plagas eficaz en los cítricos, porque gran parte de las plagas son controladas de forma natural por alguno de estos enemigos naturales.

Conclusiones

El Tolfenpyrad mostro ser un insecticida químico muy eficiente en la disminución del número de trips durante todas las fechas de los muestreos se mantuvo constante con un rango de 41,40 a 98,78 % de mortalidad. Sin embargo, para el número de coccinélidos el efecto fue devastador, tuvo una reducción en la población de 100 % en todos los muestreos a excepción de 35 dda; para las crisopas también alcanzó niveles de disminución en la población hasta 100 % por lo que se considera de alto impacto para los enemigos naturales del trips.

Los insecticidas que mostraron una disminución de la población de trips con base en extractos vegetales, fueron el Extracto de ajo + extracto de manzanilla y ruda, el Aceite de ricino, el Neem + aceite de ricino + aceite de gobernadora + aceite de canela + aceite de ajo + aceite de mostaza, el Aceite de neem y la Spinosina vegetal en todas las fechas de muestreo y con efecto observado hasta los 41 dda. El Aceite de ajo mostró ser una buena opción para el control de trips al disminuir la su población en un promedio de 60 %, y en los ácaros fitoseidos se presentó un incremento en un promedio de 80 %. Estos extractos pueden representar una alternativa para el control del trips en limón mexicano en el Valle de Apatzingán.

Conflictos de interés

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses con respecto a la publicación de este artículo.

Financiamiento

Esta investigación fue financiada por Tecnológico Nacional de México, Convocatoria 2021 - Proyectos de Investigación Científica, por medio del Instituto Tecnológico Superior de Apatzingán, con el proyecto 239n7e (10853) "Programa de manejo de plagas de limón mexicano en el Valle de Apatzingán".

Agradecimientos

Agradecemos al ITEL y al INIFAP por el apoyo brindado de sus instalaciones, a los alumnos residentes y tesistas del ITSA de la carrera de Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable que participaron en el trabajo de campo.

Referencias

- Argolo, P. S., Jacas, J. A., & Urbaneja, A. (2014). Comparative toxicity of pesticides in three phytoseiid mites with different life-style occurring in citrus: *Euseius stipulatus*, *Neoseiulus californicus* and *Phytoseiulus persimilis*. *Exp Appl Acarol*, 62, 33–46. <https://doi.org/10.1007/s10493-013-9726-2>
- Argolo, P. S., Jaques, J. A., & Urbaneja, A. (2013). *Phytoseiulus persimilis*: fitoseido indicador de los efectos secundarios de plaguicidas en cítricos. *Levante Agrícola*, 418, 268-271. <http://hdl.handle.net/20.500.11939/3826>

Atakan, E., & Pehlivan, S. (2019). Influence of weed management on the abundance of thrips species (Thysanoptera) and the predatory bug, *Orius niger* (Hemiptera: Anthocoridae) in citrus mandarin. *Applied Entomology and Zoology*, 55(1), 71–81. <https://doi.org/10.1007/s13355-019-00655-9>

Avendaño-Gutiérrez, F., Johansen-Naime, R. M., Equihua-Martínez, A., Carrillo-Sánchez, J. L., Bautista-Martínez, N., González-Hernández, H., & Aguirre-Paleo, S. (2020). Tisanópteros asociados al limón mexicano (*Citrus x aurantifolia* (Chrism) Swingle) en Apatzingán, Michoacán, México. *Agroproductividad*, 13(4), 3-9. <https://doi.org/10.32854/agrop.vi.1654>

Bejarano-González, F. (2017). Los plaguicidas altamente peligrosos nuevo tema normativo internacional y su perfil nacional en México. In F. Bejarano González. *Los Plaguicidas Altamente Peligrosos en México*. Ed. Comité Interno Científico Editorial de Publicaciones del CIAD, A.C. 13-117. <https://www.rapam.org/wp-content/uploads/2017/09/Libro-Plaguicidas-Final-14-agst-2017sin-portada.pdf>

Bennison, J., Maulden, K., Dewhurst, S., Pow, E., Slatter, P., & Wadhams, L. J. (2002). Towards the development of a push-pull strategy for improving biological control of western flower thrips on chrysanthemum. in R. Marullo and L. Mound (Eds.) *Seventh International Symposium on Thysanoptera: Thrips, Plants, Tospoviruses: The Millennial Review*, December 2002, Reggio Calabria, Italy, CSIRO Entomology, Canberra, Australia. 199-206.

Comisión Nacional del Agua [CONAGUA]. (2022). Mapas de climatología. <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/mapas-de-climatologia-1981-2010>

Esparza-Díaz, G., López-Collado, J., Villanueva Jiménez, J. A., Osorio-Acosta, F., Otero Colina, G., & Camacho-Díaz, G. (2010). Concentración de azaradactina, efectividad insecticida y fitotoxicidad de cuatro extractos de *Azadirachta indica* A. Juss. *Agrociencia*, 44 (7), 821-833. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952010000700008

FAO [Food and Agriculture Organization of the United Nations]. (2021a, octubre 29). Cultivos. FAO, Roma, ITA. <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>

FAO [Food and Agriculture Organization of the United Nations]. (2021b). *Managing pesticides in agriculture and public health - A compendium of FAO and WHO guidelines and other resources*. Second edition. Rome. <https://doi.org/10.4060/cb3179en>

Ferragut, F., Domínguez-Gento, A., & Arcía-Marí, F. G. (1990). Distribución del trips *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) y fitoseidos depredadores (Acari: Phytoseiidae) en plantas cultivadas y espontáneas de la provincia de Valencia. En (Presidencia), 1er Symposium Internacional sobre *Frankliniella occidentalis* Perg. *Phytoma*, España. <https://www.phytoma.com/simposios>

- Google Heart. (2021, diciembre 19). Parácuaro Michoacán, México. Google Maps. USA.
https://earth.google.com/web/search/Antunez+municipio+de+Par%C3%A1cuaro+Michoac%C3%A1n+M%C3%A9xico/@19.01298263,-102.22692688,344.00993657a,769.03571349d,35y,-0h,0t,0r/data=CigiJgokCer2pJF1GTJAEef2pJF1GTLAGewuj_R2jbAlbAvgTraRV7
- García, E. (1987). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 4ta Ed. Universidad Nacional Autónoma de México, MEX.
- Guerra-Maldonado, G. (2021). El aceite de Neem (*Azadirachta indica* A. Juss) una alternativa a los insecticidas químicos. *Hombre, Ciencia y Tecnología*, 25(1), 122-129. <http://www.ciencia.gtmo.inf.cu/index.php/htc/article/view/1127>
- INEGI [Instituto Nacional de Estadística y Geografía]. (2022). Geografía y medio ambiente. Climatología. <https://www.inegi.org.mx/temas/climatologia/>
- Lewis, K. A., Tzilivakis, J., Warner, D., & Green, A. (2016). An international database for pesticide risk assessments and management, *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 22(4), 1050-1064. <https://doi.org/10.1080/10807039.2015.1133242>
- Luna-Cruz, A., Lomelí-Flores, J. L., Rodríguez-Leiva, E., Tovar-Hernández, H., Vargas-Rico, J. M., & Murillo-Hernández, J. E. (2018). Toxicidad de un insecticida botánico sobre *Bombus impatiens*, *Apis mellifera*, *Chrysoperla carnea* y *Orius insidiosus*. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9(7), 1423-1433.
- Miranda-Ramírez, J. M., Perales-Segovia, C., Miranda-Salcedo, M. A., & Miranda-Medina, D. (2021). Insecticidas de bajo impacto ambiental para el control de *Diaphorina citri* Kuwayama, 1908 (Hemiptera: Liviidae) en limón mexicano (*Citrus aurantifolia* (Christm.) Swingle). *Revista Chilena de Entomología*, 47 (4), 723-732. <https://doi.org/10.35249/rche.47.4.21.09>
- Miranda-Salcedo, M. A., Perales-Segovia, C., Miranda-Ramírez, J. M., & Miranda-Medina, D. (2021). Control de trips (Thysanoptera, Thripidae) con productos biorracionales y atrayentes, para lima mexicana en Michoacán. *Boletín Real Sociedad Española de Historia Natural*, 115, 83-93. <http://www.rsehn.es/index.php?d=publicaciones&num=77&w=515>
- Miranda-Salcedo, M. A. Perales-Segovia, C. Cortés-Moncada, E., Loera-Alvarado, E., & Miranda-Ramírez, J. M. (2020). Manejo agroecológico de *Frankiniella occidentalis* Pergande 1895 (Thysanoptera: Thripidae) en limón mexicano en Michoacán. *Revista Entomología Mexicana*, 7(2020), 183-188. <http://www.socmexent.org/entomologia/revista/2020/EA/Em%20EA%20183-188.pdf>
- Miranda-Salcedo, M. A., & Loera-Alvarado, E. (2019). Fluctuación poblacional de enemigos naturales de trips (Thysanoptera: Thripidae) asociados a limón mexicano

(Citrus aurantifolia Swingle) en Michoacán. *Entomología Mexicana*, 6, 151–155.
<https://www.socmexent.org/entomologia/revista/2019/EA/EA%20151-155.pdf>

Monteon-Ojeda, A., Damián-Nava, A., Cruz-Lagunas, B., Duran-Trujillo, Y., Piedragil-Ocampo, B., Grifaldo-Alcántara, P. F., Hernández-Castro, E., & García-Escamilla, P. (2020). Efficacy of botanical and biorational insecticides for thrips control (Thysanoptera: Thripidae) in mango trees in Veracruz, Mexico. *Revista Bio Ciencias*, 7, e1031. <https://doi.org/10.15741/revbio.07.e1031>

Salas, C., Layana, A., & Pérez, V. (2021). Manejo agroecológico de insectos y ácaros plaga. En Cecilia Céspedes León & Sigrid Vargas Schuldes (Ed.), *Agroecología Fundamentos y técnicas de producción, y experiencia en la Región de Los Ríos*. (pp.227-248). Osorno, Chile: TRAMA Impresores S.A.

San-Andrés, V., Abad-Moyano, R., Ansaloni, T., Aucejo, S., Belliure, B., Dembilio, O., Jacas, J. A., Urbaneja, A., Mora, J., & Ripollés, J. L. (2006). Efectos secundarios sobre *Eusejus stipulatus* de tratamientos cebo dirigidos al control de *Ceratitis capitata*. *Phytoma España*, 180, 38-45.
<https://redivia.gva.es/handle/20.500.11939/4020>

StatSoft Inc. (2017). Statistica: Data analysis software system (Version 13 for Windows) [Computer Software]. StatSoft Inc. <http://statistica.io>

SIAP [Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera]. (2021, julio 28). Anuario estadístico de la producción agrícola 2020 en México. Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera de la Secretaría de Desarrollo Rural, México, Cd. Mx.
<https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>

Sterk, G., Hassan, S. A., Baillod, M., Bakker, F., Bigler, F., Blümel, S., Bogenschütz H., Boller, E., Bromand, B., Brun, J., Calis, J. N. M., Coremans-Pelseneer, J., Duso, C., Garrido, A., Grove, A., Heimbach, U., Hokkanen, H., Jacas, J., Lewis, G., ... & Vogt, H. (1999). Results of the seventh joint pesticide testing programme carried out by the IOBC/wprs-Working Group "Pesticides and Beneficial Organisms". *BioControl*, 44, 99-117. <https://doi.org/10.1023/A:1009959009802>

Pesticide Action Network International [PAN]. (2016). PAN International List of Highly Hazardous Pesticides. December 2016. Pesticide Action Network International (PAN International), Hamburg, Germany. 35 pp.

Planes, L., Catalán Estellés, J., Montón, H., Izquierdo, J., Jacas Miret, J. A., Urbaneja, A., & Tena Barreda, A. (2013). Efectos secundarios de spirotetramat sobre *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae). *Levante agrícola*, 414, 46-52. <http://hdl.handle.net/20.500.11939/3967>

Raza, M. F., Yao, Z., Dong, X., Cai, Z., & Zhang, H. (2017). Citrus insect pests and their non chemical control in China. *Citrus Research & Technology*, 38(1), 122-138.
<http://dx.doi.org/10.4322/crt.ICC117>

Urbaneja, A., Ripollés, J. L., Abad, R., Calvo, J., Vanaclocha, P., Tortosa, D., Jacas, J. A., & Castañeda P. (2005). Importancia de los artrópodos depredadores de insectos y ácaros en España. *Boletín de sanidad vegetal. Plagas*, 31(2), 209-223. <http://hdl.handle.net/20.500.11939/4068>

Viñuela, E., Händel, U., & Vogt, H. (1996). Evaluación en campo de los efectos secundarios de plaguicidas de origen botánico, una piretrina natural y un extracto de neem, sobre *Crysoperla carnea* Steph. (Neuroptera: Crhysopidae). *Boletín de sanidad vegetal. Plagas*, 22: 97-106. https://www.miteco.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_plagas%2FBSVP-22-01-097-106.pdf

Xiao, S. G., Yu, L.P., Shu, C., Zhong, L., Li, A. H., & Xia, B. (2010). Selective toxicity of some acaricides commonly used in citrus orchards to *Amblyseius barkeri* and *Panonychus citri*. *Plant Protect*, 36, 155-157.

ARTÍCULO EN PRENSA