

# Evaluación de la mortalidad *in vitro* de *Frankliniella invasor* Sakimura e insectos benéficos expuestos a insecticidas convencionales y bioracionales

Evaluation of *in vitro* mortality of *Frankliniella invasor* Sakimura and beneficial insects exposed to conventional and biorational insecticides

Oscar Arturo Barreto-Garcia<sup>1,2</sup> , Francisco Infante<sup>1\*</sup> , J. Concepción Rodríguez-Maciel<sup>3</sup> ,  
Rebeca González-Gómez<sup>1,5</sup> , Jorge L. León-Cortés<sup>4</sup> , Erik de Jesús Solórzano-Gordillo<sup>1,6</sup> ,  
Rubén Darío Guevara Gutiérrez<sup>7</sup> 

<sup>1</sup> El Colegio de la Frontera Sur, Carretera Antiguo Aeropuerto km 2.5, 30700, Tapachula, Chiapas, México.

<sup>2</sup> Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de la Costa Sur, Departamento de Producción Agrícola, Av. Independencia Nacional 151, Aultán de Navarro, Jalisco, México.

<sup>3</sup> Colegio de Postgraduados, Fitosanidad-Entomología y Acarología, Carretera Federal México-Texcoco, Km. 36.5, 56230, Montecillo, Estado de México, México.

<sup>4</sup> El Colegio de la Frontera Sur, Carretera Panamericana y Periférico Sur s/n, 29290, San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México.

<sup>5</sup> Secretaría de Ciencias, Humanidades, Tecnología e Innovación, Programa Investigadoras e Investigadores por México, Av. Insurgentes Sur 1582, Col. Crédito Constructor, 03940, Benito Juárez, Ciudad de México, México.

<sup>6</sup> Universidad del Soconusco, Boulevard Belisario Domínguez, Manzana 1, Lote 1, Fraccionamiento Los Laureles, 30780, Tapachula, Chiapas, México.

<sup>7</sup> Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de la Costa Sur, Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Av. Independencia Nacional 151, Aultán de Navarro, Jalisco, México.

\*Autor para correspondencia: finfante@ecosur.mx

## Fecha de recepción:

28 de julio de 2025

## RESUMEN

De las diez especies de *Frankliniella* registradas en mango en Chiapas, México, *F. invasor* Sakimura es la más abundante y dañina, al causar caída de flores y reducción del rendimiento. Este estudio evaluó en laboratorio la toxicidad de insecticidas sintéticos (malatión, cipermetrina) y bioracionales (neem, capsaicina, spinosad) sobre *F. invasor* y dos especies no objetivo: *Scaptotrigona mexicana* Guérin-Méneville y *Orius insidiosus* Say. Los insecticidas sintéticos mostraron 100 % de eficacia contra *F. invasor*, pero alta toxicidad para especies benéficas. Los bioracionales neem y capsaicina presentaron eficacia aceptable (80-90 % mortalidad) y menor impacto en especies no objetivo (55 % y 43 % de mortalidad en *S. mexicana* y *O. insidiosus*, respectivamente). Spinosad fue efectivo, pero también provocó alta mortalidad en los insectos benéficos. Se concluye que el neem y la capsaicina son alternativas más selectivas para el manejo integrado.

## Fecha de aceptación:

15 de septiembre de 2025

## Disponible en línea:

22 diciembre de 2025

## PALABRAS CLAVE

Mango, plagas, bioinsecticidas, polinizadores, depredadores.

## ABSTRACT

Of the ten *Frankliniella* species recorded on mango in Chiapas, Mexico, *F. invasor* Sakimura is the most abundant and damaging, as it causes flower drop and yield reduction. This study evaluated under laboratory conditions the toxicity of synthetic (malathion, cypermethrin) and biorational (neem, capsaicin, Spinosad) insecticides on *F. invasor* and two non-target species: *Scaptotrigona mexicana* Guérin-Méneville and *Orius insidiosus* Say. Synthetic insecticides showed 100 % efficacy against *F. invasor* but high toxicity to beneficial species. The biorational insecticides (neem and capsaicin) showed acceptable efficacy (80-90 % mortality) and lower impact on non-target species (55 % and 43 % mortality in *S. mexicana* and *O. insidiosus*, respectively). Spinosad was effective against the pest, but also caused high mortality in beneficial insects. It is concluded that neem and capsaicin are more selective alternatives for integrated pest management.

## KEYWORDS

Mango, pests, bioinsecticides, pollinators, predators.



Reconocimiento-  
NoComercial-  
CompartirIgual 4.0  
Internacional  
(CC BY-NC-SA 4.0)

## INTRODUCCIÓN

Los trips (Thysanoptera) representan una de las plagas más importantes del mango (*Mangifera indica* L.) en la época de floración (Rocha et al., 2012). Durante este periodo, es frecuente observar varias especies de trips que se alimentan y reproducen en las inflorescencias de mango (Carrillo-Arámbula et al., 2022; Ortiz et al., 2016). De las especies de trips presentes en las inflorescencias, 99 % pertenecen al género *Frankliniella*, de las cuales *F. invasor* Sakimura es la especie predominante con un promedio de 71.9 % de los individuos (Carrillo-Arámbula et al., 2022). Las especies de *Frankliniella* registradas para los agro-ecosistemas de mango Ataúlfo en Chiapas, México, incluyen a *F. invasor*, *F. gardeniae* Moulton, *F. cephalica* Crawford, *F. funderburki*, Skarlinsky & Rugman-Jones y *F. gossypiana* Hood, entre otras (Carrillo-Arámbula et al., 2022; Rocha et al. 2012). Larvas y adultos de *Frankliniella* perforan las flores y absorben los contenidos celulares (Hunter y Ullman, 1989) lo que da como resultado la caída de flores y el marchitamiento de las inflorescencias (Rocha et al., 2012). Lo anterior afecta negativamente la fructificación y la productividad del cultivo.

El combate de trips en las huertas de mango se lleva a cabo mediante la aspersión de insecticidas sintéticos (Lucero et al., 2019; Rocha et al., 2012). Aunque la aplicación de estos productos es efectiva para disminuir la población de trips, también tiene efecto en el crecimiento, reproducción y supervivencia de polinizadores y enemigos naturales (Guedes et al., 2016; Ricupero et al., 2020). En las huertas de mango de Chiapas, México, es común la presencia de enemigos naturales de trips como *Orius insidiosus* Say (Hemiptera: Anthocoridae) y *Scaptotrigona mexicana* Guérin-Méneville (Rocha et al., 2015). Estos dos organismos benéficos son especialmente abundantes durante la floración del mango, donde coinciden con la plaga. En consecuencia, se consideró importante evaluar el impacto de los insecticidas comerciales con la finalidad de manejarlos racionalmente (Desneux et al., 2007). A la luz de esta información, el objetivo del presente trabajo fue evaluar, bajo condiciones de laboratorio, la toxicidad de insecticidas convencionales (cipermetrina y malatión), e insecticidas bioracionales (capsaicina, neem y spi-

nosad) sobre *F. invasor* e insectos benéficos asociados al cultivo de mango Ataúlfo en Chiapas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Bioensayos

Se recolectaron adultos de *F. invasor* de una huerta de mango Ataúlfo localizada cerca de Tapachula, Chiapas ( $14^{\circ}42'47.49''$  N;  $92^{\circ}18'20.50''$  O). La recolecta de trips se realizó alrededor de las 7:00 horas. Se recolectaron al azar 100 panículas y se colocaron individualmente en bolsas de plástico de un litro. Las muestras se transportaron al laboratorio en una hielera. En el laboratorio, sobre una superficie sólida de color blanco, las inflorescencias fueron sacudidas para separar los trips. Bajo una lupa, los individuos de *F. invasor* fueron distinguidos de otras especies por la presencia de manchas en el abdomen (Mound y Marullo, 1996). Los trips con estas características fueron recolectados utilizando un aspirador bucal, y luego contenidos provisionalmente en viales. Al terminar los bioensayos, los insectos se montaron en laminillas para corroborar su identificación con claves taxonómicas especializadas (Hoddle et al., 2012; Moritz et al., 2001; Mound y Marullo, 1996).

Para los bioensayos se utilizó el método No. 10a de inmersión de vainas (Insecticide Resistance Action Committee, s. f.) con modificaciones menores. Se utilizaron ejotes (vainas de *Phaseolus vulgaris* L.) de 4 cm a 6 cm de longitud, los cuales fueron sumergidos durante 5 min en el tratamiento correspondiente (Cuadro 1). Posteriormente, se secaron a temperatura ambiente durante 15 min y se colocaron individualmente en recipientes de plástico de 500 mL. Quince hembras se introdujeron en el recipiente junto con el ejote tratado. Los recipientes se cerraron con tela de organza de malla fina y se mantuvieron bajo condiciones controladas de  $24^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ ,  $60\% \pm 10\%$  HR, fotoperiodo 16:8 L:O. Cada unidad experimental estuvo conformada por 15 hembras adultas y se tuvieron 15 repeticiones por tratamiento, el testigo consistió en agua más el coadyuvante INEX ® (empleado en todos los tratamientos). La mortalidad de los individuos se determinó a las 6 h, 12 h, 18 h y 24 h post-tratamiento. Cada individuo se estimuló con un pincel fino y se consideró muerto aquel que no mostraba movimiento, siguiendo el criterio de Luna-Cruz et al. (2011).

**Cuadro 1. Insecticidas implementados a la dosis comercial en los bioensayos de laboratorio contra *Frankliniella invasor* e insectos benéficos.**

Nombre comercial (ingrediente activo)	Dosis comercial recomendada	Concentración (ppm)	Fabricante (origen)
Capsaicina biotecnológica ABX® (Capsaicina)	500 mL en 200 L de agua	25	Applied Biotec S.A.S. de C.V., Cuernavaca, México
Biocontrol Neem® (Azadiractina)	3 L en 200 L de agua	200	AgroScience de México S.A. de C.V., Guadalajara, México
Spintor Green® (Spinosad)	250 mL en 300 L de agua	55	Corteva Agriscience México (Dow AgroSciences), Ciudad de México, México
Cipermetrina 2000® (Cipermetrina)	500 mL en 600 L de agua	60	ANAJALSA®, Zapopan, México
Malatión 500® (Malatión)	100 mL en 100 L de agua	750	Agroquímica Tridente S.A. de C.V., Ciudad de México, México
(Testigo) INEX® (coadyuvante)	1 cc <sup>3</sup> por litro de agua	1,000	Cosmocel S.A. de C.V., Monterrey, México

En el caso de *S. mexicana*, los insecticidas se probaron con abejas obreras adultas recolectadas de los apíarios de El Colegio de la Frontera Sur en Tapachula, Chiapas ( $14^{\circ}42'47.49''$  N;  $92^{\circ}18'20.50''$  O). Los bioensayos se realizaron siguiendo el protocolo No. 214 de la Organisation for Economic Co-operation and Development (1998) para evaluar la toxicidad aguda. La aplicación de los insecticidas se realizó mediante micropipeta en el protórax dorsal, aplicando 2  $\mu$ L por cada abeja. Los individuos tratados, se mantuvieron individualmente en vasos de plástico de 500 mL donde se les ofreció una solución de sacarosa (2 M) *ad libitum* como fuente de alimento. Los recipientes fueron cerrados con tela de organza.

Los individuos de *O. insidiosus* se adquirieron de la empresa KOPPERT S.A. de C.V. (Querétaro, México). La colonia de esta especie se mantuvo en una pecera de vidrio (45 cm x 45 cm x 45 cm) cubierta con tela organza y se les ofreció polen, sacarosa al 10 % y agua potable para su alimentación. En el caso de *O. insidiosus*, y *S. mexicana*, quince individuos se confinaron en un recipiente con el ejote tratado, como se describe para el bioensayo con *F. invasor*, con 15 réplicas por tratamiento más el testigo que consistió en agua más el coadyuvante INEX (empleado en todos los tratamientos). La evaluación de la mortalidad se realizó a las 6 h, 12 h, 18 h y 24 h posexposición. Se consideró muerto aquel individuo que no mostraba movimiento cuando se estimulaba con un pincel.

## Análisis estadístico

Se evaluó el efecto de los insecticidas por especie. Previo al análisis de varianza (ANOVA), se verificó el cumplimiento de los supuestos de normalidad (prueba de Shapiro-Wilk) y homogeneidad de varianzas (prueba de Levene). Al confirmarse ambos supuestos, en los casos en que el ANOVA detectó diferencias significativas, se aplicó una prueba de comparación de medias de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) (SAS Institute, 2024) para determinar diferencias significativas entre los tiempos de evaluación de la mortalidad (6, 12, 18 y 24 horas) e identificar entre qué tiempos específicos dichas diferencias fueron significativas. Para todas las especies, la mortalidad máxima que se aceptó en el tratamiento testigo fue 10 %, y esta se corrigió mediante la fórmula de Abbott (1925).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los insecticidas mostraron su toxicidad contra *F. invasor* desde la primera observación y se incrementó con el paso del tiempo (Figura 1). A las 6 horas, la mortalidad registrada en los tratamientos con malatión (93 %), cipermetrina (53 %) y spinosad (46 %) fue significativamente ( $F_{5, 70} = 112.5; p < 0.001$ ) mayor a la mortalidad registrada en capsaicina (10 %) y neem (0 %). A las 12 horas, el malatión alcanzó un 100 % de mortalidad, mientras que cipermetrina y spinosad ocasionaron una mortalidad de 80 % y 89 %, respectivamente. Estos tres

tratamientos presentaron una mortalidad significativamente ( $F_{5, 70} = 89.2; p < 0.001$ ) mayor a la registrada en capsaicina (43 %) y neem (31 %). Asimismo, la mortalidad a las 18 horas, en cipermetrina y spinosad, alcanzó 100 % y 80 % respectivamente, y fue significativamente mayor a la registrada en capsaicina y neem ( $F_{4, 56} = 24.8; p < 0.001$ ). Finalmente, a las 24 h, el spinosad ocasionó 95 % de mortalidad, siendo significativamente mayor a la observada en neem ( $F_{3, 42} = 4.2; p = 0.022$ ).

Para todos los organismos usados en los bioensayos se detectaron dos tendencias de mortalidad dependiendo de la naturaleza de los insecticidas: una rápida, cuando se usaron el malatión y la cipermetrina (insecticidas convencionales), y otra retardada, cuando se usaron la capsaicina, el neem, y el spinosad (insecticidas biorracionales). Por ejemplo, en los bioensayos con *F. invasor*, los insecticidas convencionales ejercieron una mortalidad más elevada a las 6 h en comparación con los insecticidas biorracionales. Sin embargo, con el paso del tiempo, la mortalidad ocasionada por los insecticidas biorracionales fue en aumento, alcanzando niveles por arriba del 80 %. Las comparaciones

indicaron que, de los insecticidas biorracionales, únicamente la mortalidad ocasionada por capsaicina fue estadísticamente inferior que aquella ocasionada por el malatión y la cipermetrina después de 24 h (Figura 1).

Con base en los resultados anteriores, se puede afirmar que los insecticidas biorracionales representan una buena alternativa para el control de *F. invasor*. Tanto el spinosad como el neem obtuvieron valores de mortalidad similares a los insecticidas convencionales a las 24 horas posaplicación. El spinosad confirmó una alta eficacia, coincidiendo con reportes previos cuando fue usado contra *Frankliniella* spp. (Eger et al., 1998; Jones et al., 2005). Aun cuando la capsaicina mostró una eficacia estadísticamente inferior a los demás insecticidas, la mortalidad ocasionada de 82 % no es despreciable y podría ser considerado también como un insecticida alternativo para el control de trips. Los resultados con este producto son similares a los reportados cuando se usan extractos de chile para el control de trips (87 %) (Monteón-Ojeda et al., 2020). Sin embargo, su efectividad varía según la especie de trips y las condiciones ambientales (Visschers et al., 2019),

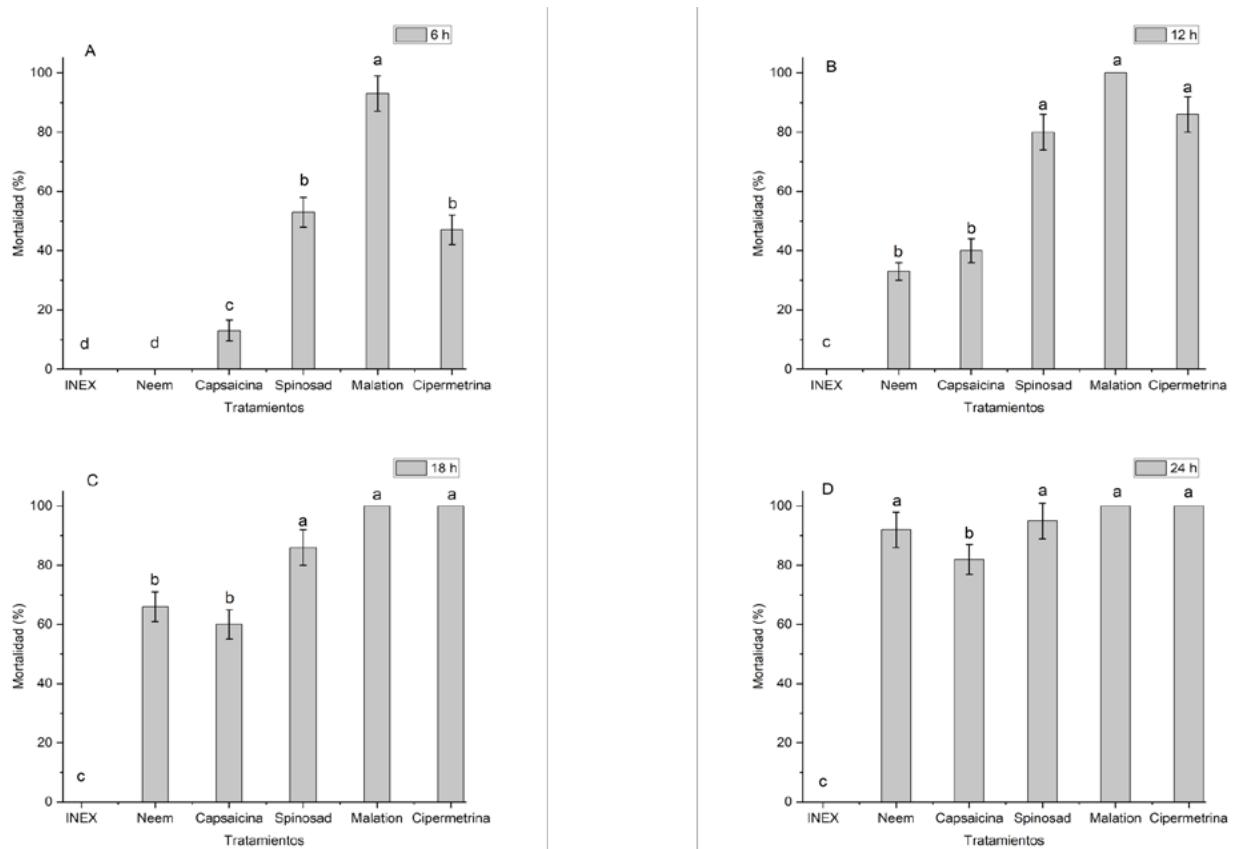


Figura 1. Mortalidad en adultos de *Frankliniella invasor* después de la exposición a dosis comerciales de insecticidas: A) 6 h, B) 12 h, C) 18 h y D) 24 h. Las líneas verticales sobre las barras representan el error estándar de la media. Barras con letras diferentes dentro de los tratamientos indican diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ).

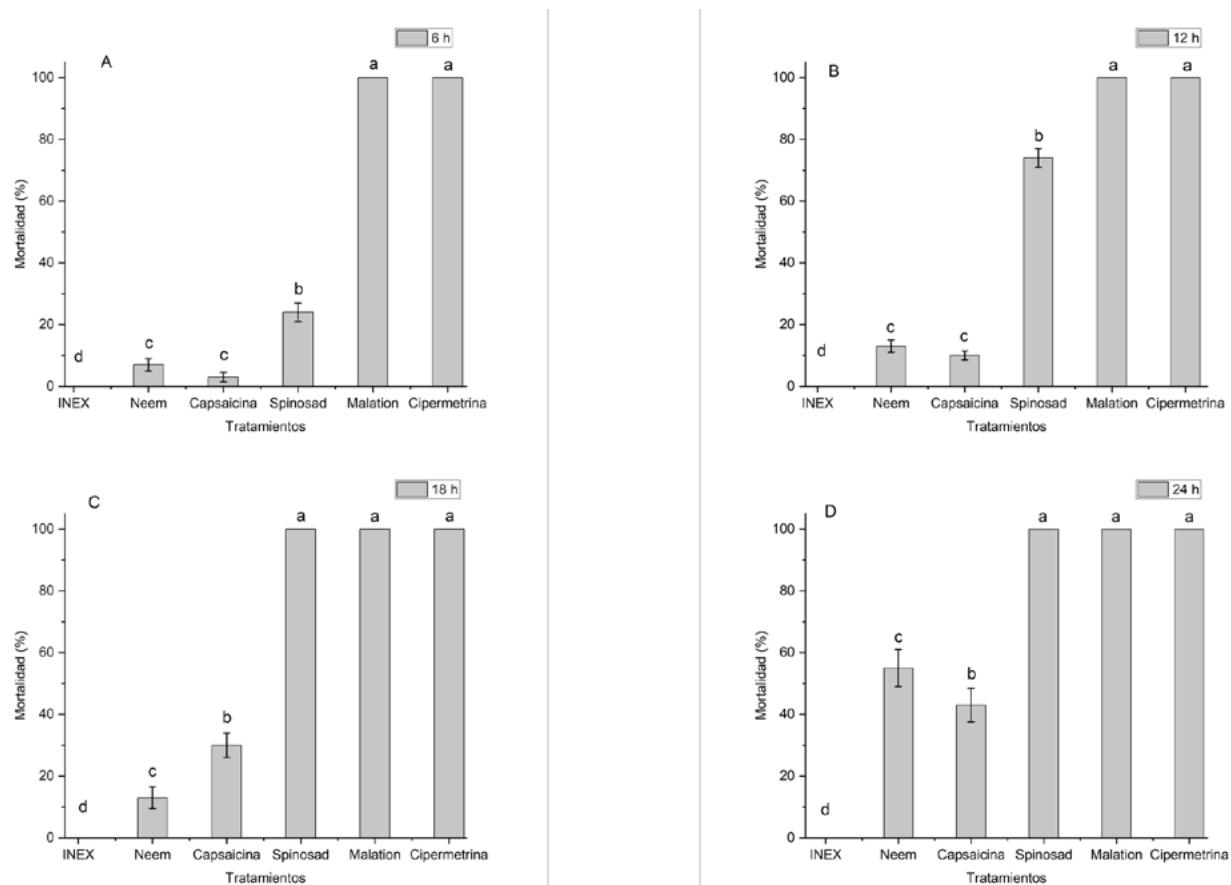


Figura 2. Mortalidad en adultos de *Scaptotrigona mexicana* después de la exposición a dosis comerciales de insecticidas: A) 6 h, B) 12 h, C) 18 h y D) 24 h. Las líneas verticales sobre las barras representan el error estándar de la media. Barras con letras diferentes dentro de los tratamientos indican diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ).

lo que hace imperativo evaluar estos productos bajo diferentes condiciones ambientales para obtener conclusiones más robustas.

La mortalidad de *S. mexicana* a las 6 h de exposición fue de 100 % con cipermetrina y malatión, resultando valores significativamente mayores a los demás tratamientos ( $F_{5, 70} = 428.6$ ;  $p < 0.001$ ) (Figura 2). La mortalidad se incrementó en spinosad de 36 % (6 h) a 73 % (12 h), mientras que el neem (12 %) y la capsaicina (11 %) mantuvieron una medida baja. A las 18 h, el spinosad alcanzó un 100 % de mortalidad, siendo significativamente más letal que el neem (14 %) y la capsaicina (13 %) ( $F_{3, 42} = 412.8$ ;  $p < 0.001$ ). Al final de las evaluaciones (24 h), tanto el neem como la capsaicina fueron los insecticidas menos tóxicos contra *S. mexicana*, presentando valores de 55 % y 43 % de mortalidad, respectivamente (Figura 2).

Aunque la capsaicina y el neem no fueron los mejores insecticidas contra *F. invasor*, el hecho de que presentan una toxicidad moderada contra los organismos no blanco, tales como *S. mexicana*, los hacen

candidatos para ser usados contra esta plaga. Estudios previos mencionan el bajo impacto de los insecticidas botánicos en abejas (Copping y Duke, 2007; Telles et al., 2020). Aunque los insecticidas biorracionales son considerados seguros bajo condiciones de campo (Atkins, 1992; Efrom et al., 2012; Naumann et al., 1994), se debe tener cuidado con las dosis que se emplean, pues concentraciones elevadas de los productos (cuando se aplican más allá de las dosis recomendadas) podrían representar un riesgo para otros organismos hacia los cuales no va dirigido el control (Kaur et al., 2022). La cipermetrina mostró una toxicidad consistente con estudios previos (Sharma y Abrol, 2005; Yang et al., 2019). Aunque este insecticida resulta menos letal que otros piretroides como la lambda-cihalotrina (Abdel Razik, 2019; Pashte y Patil, 2018), es importante considerar no solo la mortalidad aguda, sino también los efectos subletales (Christen y Fent, 2017). En general, debido a que los compuestos naturales equilibran su impacto sobre la plaga con el de los polinizadores, emergen como alternativas relativamente seguras para

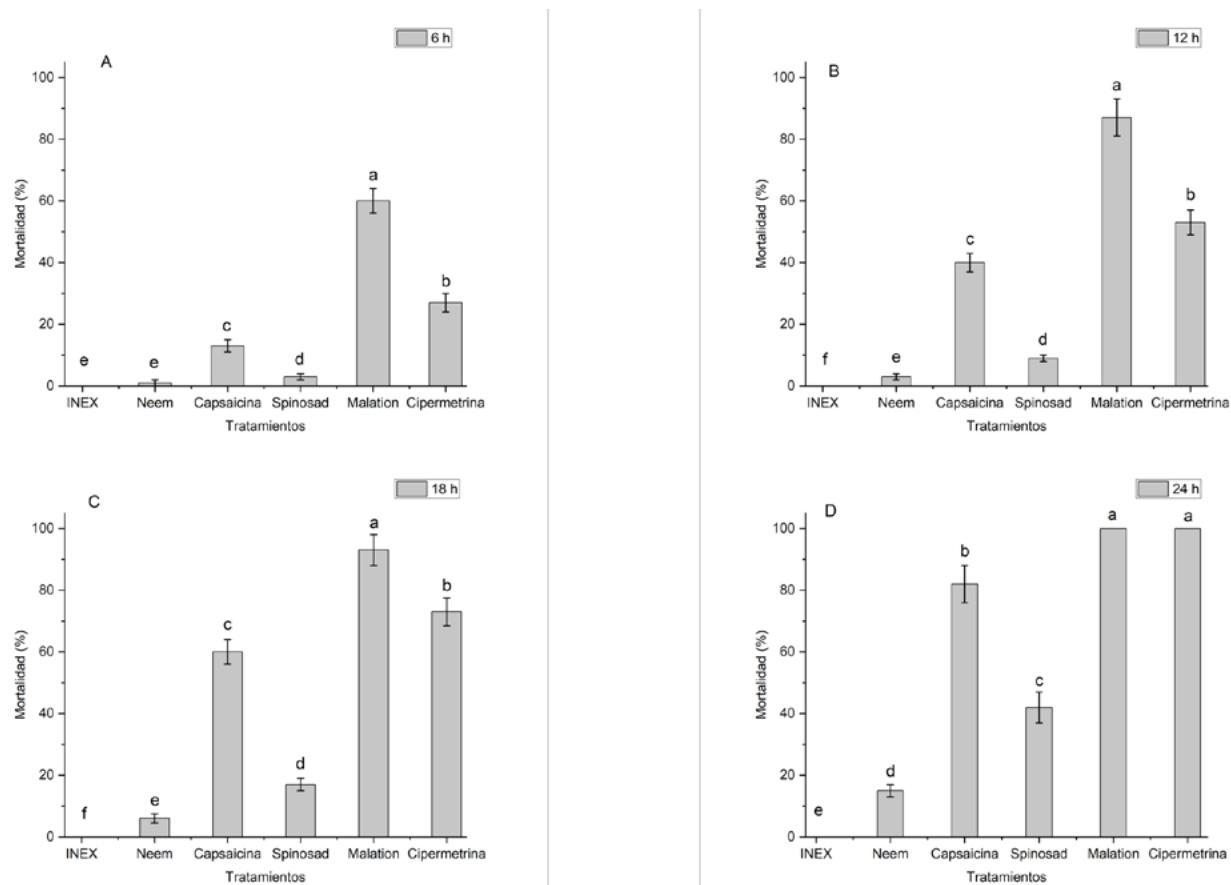


Figura 3. Mortalidad en adultos de *Orius insidiosus* después de la exposición a dosis comerciales de insecticidas: A) 6 h, B) 12 h, C) 18 h y D) 24 h. Las líneas verticales sobre las barras representan el error estándar de la media. Barras con letras diferentes dentro de los tratamientos indican diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ).

el control de trips. Por el contrario, los insecticidas sintéticos, pese a su alta efectividad, requieren un manejo cuidadoso para minimizar los riesgos hacia otros organismos que habitan los agroecosistemas.

Finalmente, la toxicidad del malatión sobre *O. insidiosus* a las 6 h fue significativamente mayor que el resto de los tratamientos ( $F_{5, 70} = 45.2$ ;  $p < 0.001$ ) (Figura 3). A las 12 h el malatión mantuvo su mayor eficacia (79 %), seguido de cipermetrina (56 %) y spinosad (12 %). A las 24 h, tanto el malatión como la cipermetrina causaron un 100 % de mortalidad, superando significativamente al resto de los tratamientos ( $F_{5, 70} = 142.8$ ;  $p < 0.001$ ). La mortalidad ocasionada por la capsaicina a las 12 h posaplicación fue de 40 %, aumentando gradualmente hasta 82 % a las 24 h. El neem fue el insecticida menos tóxico para esta especie, causando un 13 % de mortalidad a las 24 h (Figura 3).

La capsaicina y el neem presentaron un impacto moderado sobre *O. insidiosus*. La baja mortalidad observada con capsaicina sugiere un menor riesgo en comparación con el neem. Este último provocó una

mortalidad inferior en *O. insidiosus* comparada con la documentada por Cura y Gençer (2019) para *O. laevigatus* (Fieber). Las diferencias posiblemente se expliquen debido a la sensibilidad diferencial de las dos especies. Respecto al spinosad, nuestros resultados mostraron una mortalidad del 42 % en *O. insidiosus*, divergiendo de estudios como los de Studebaker y Kring (2000), quienes reportaron una menor mortalidad. La cipermetrina mostró alta toxicidad para *O. insidiosus* (97 % de mortalidad), en línea con lo reportado por Paul y Khan (2019). El malatón presentó una mortalidad del 100 %, similar a los hallazgos de Rocha et al. (2006).

## CONCLUSIÓN

Los insecticidas sintéticos convencionales como el malatón y la cipermetrina fueron eficaces en condiciones de laboratorio contra *F. invasor*. Sin embargo, también mostraron toxicidad contra insectos benéficos, tales como, *S. mexicana*, y *O. insidiosus*. En contraste,

insecticidas biorracionales como el neem y la capsaicina ocasionaron una mortalidad menor contra *F. invasor*, y tuvieron un impacto inferior en los insectos benéficos. Por tanto, los insecticidas biorracionales podrían tener un potencial importante para emplearse en pruebas de campo con la finalidad de incluirlos en un plan de manejo de plagas. La adopción del neem y la capsaicina para combatir a *F. invasor* podrían ser alternativas que contribuyan a la sostenibilidad y salud del agroecosistema, asegurando una productividad de mango de alta calidad sin comprometer la biodiversidad de los insectos benéficos.

## AGRADECIMIENTOS

A la Secretaría de Ciencias, Humanidades, Tecnología e Innovación por la beca otorgada para los estudios de doctorado, número de becario 856159; al laboratorio A8 de abejas de El Colegio de la Frontera Sur por el apoyo durante los experimentos, a Agustín Méndez y los productores que facilitaron el acceso a las plantaciones de mango Ataúlfo.

## LITERATURA CITADA

- Abbott, W. S. (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18(2), 265-267. <https://doi.org/10.1093/jee/18.2.265a>
- Abdel Razik, M. A. R. A. M. (2019). Toxicity and side effects of some insecticides applied in cotton fields on *Apis mellifera*. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(5), 4987-4996. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-04061-6>
- Atkins, E. L. (1992). Poisoning of honey bees. En J. M. Graham (Ed.), *The Hive and the Honey Bee* (pp. 1153-1208). Dadant and Sons.
- Carrillo-Arámbula, L., Infante, F., Cavalleri, A., Gómez, J., Ortiz, J. A., Fanson, B. G., & González, F. J. (2022). Colored sticky traps for monitoring phytophagous thrips (Thysanoptera) in mango agroecosystems, and their impact on beneficial insects. *PLoS ONE*, 17(11), e0276865. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0276865>
- Christen, V., & Fent, K. (2017). Exposure of honey bees (*Apis mellifera*) to different classes of insecticides exhibit distinct molecular effect patterns at concentrations that mimic environmental contamination. *Environmental Pollution*, 226, 48-59. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.04.003>
- Copping, L. G., & Duke, S. O. (2007). Natural products that have been used commercially as crop protection agents. *Pest Management Science*, 63(6), 524-554. <https://doi.org/10.1002/ps.1378>
- Cura, M. S., & Gencer, N. S. (2019). Side effects of azadirachtin on some important beneficial insects in laboratory. *Journal of Biological and Environmental Sciences*, 13(37), 39-47.
- Desneux, N., Decourtey, A., & Delpuech, J.-M. (2007). The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. *Annual Review of Entomology*, 52, 81-106. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.52.110405.091440>
- Efrom, C. F. S., Redaelli, L. R., Meirelles, R. N., & Ourique, C. B. (2012). Side-effects of pesticides used in the organic system of production on *Apis mellifera* Linnaeus, 1758. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 55(1), 47-53. <https://doi.org/10.1590/S1516-89132012000100005>
- Eger, J. E., Stavisky, J., & Funderburk, J. E. (1998). Comparative toxicity of spinosad to *Frankliniella* spp. (Thysanoptera: Thripidae), with notes on a bioassay technique. *Florida Entomologist*, 81(4), 547-551.
- Guedes, R. N. C., Smagghe, G., Stark, J. D., & Desneux, N. (2016). Pesticide-induced stress in arthropod pests for optimized integrated pest management programs. *Annual Review of Entomology*, 61, 43-62. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-010715-023646>
- Hoddle, M. S., Mound, L. A., & Paris, D. L. (2012, marzo). *Thrips of California*. University of California. [https://keys.lucidcentral.org/keys/v3/thrips\\_of\\_california/Thrips\\_of\\_California.html](https://keys.lucidcentral.org/keys/v3/thrips_of_california/Thrips_of_California.html)
- Hunter, W. B., & Ullman, D. E. (1989). Analysis of mouth-part movements during feeding of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) and *F. schultzei* Trybom (Thysanoptera: Thripidae). *International Journal of Insect Morphology and Embryology*, 18(2-3), 161-171.
- Insecticide Resistance Action Committee. (s. f.). *Introduction to resistance*. <http://www.irac-online.org/about/resistance/>
- Jones, T., Scott-Dupree, C., Harris, R., Shipp, L., & Harris, B. (2005). The efficacy of spinosad against the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*, and its impact on associated biological control agents on greenhouse cucumbers in southern Ontario. *Pest Management Science*, 61(2), 179-185. <https://doi.org/10.1002/ps.939>

- Kaur, G., Singh, R., & Singh, A. (2022). Impact of neem oil on developmental stages of honey bee *Apis mellifera* L. *Indian Journal of Entomology*, 84(4), 783-787. <https://doi.org/10.55446/IJE.2021.133>
- Lucero, F., Infante, F., Pérez, J., Valle-Mora, J., Esquinca-Avilés, H., Castillo, A., & Ortiz, J. A. (2019). Efficacy of selected insecticides against *Frankliniella* spp. (Thysanoptera: Thripidae) in mango orchards. *Journal of Entomological Science*, 54, 94-97. <https://doi.org/10.18474/JES18-14>
- Luna-Cruz, A., Lomeli-Flores, J. R., Rodríguez-Leyva, E., Ortega-Arenas, L. D., & Huerta-de La Peña, A. (2011). Toxicidad de cuatro insecticidas sobre *Tamarixia triozae* (Burks) (Hymenoptera: Eulophidae) y su hospedero *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae). *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 27(3), 509-526. <https://doi.org/10.21829/azm.2011.273771>
- Monteón-Ojeda, A., Damián-Nava, A., Cruz Lagunas, B. C., Duran-Trujillo, Y., Piedragil-Ocampo, B., Grifaldo-Alcántara, P. F., Hernández-Castro, P. F., & 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>
- Moritz, G., Morris, D. C., & Mound, L. A. (2001). *Thrips ID: pest thrips of the world. An interactive identification and information system*. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation.
- Mound, L. A., & Marullo, R. (1996). The thrips of Central and South America: An introduction. *Memoirs on Entomology*, 6, 1-488.
- Naumann, K., Currie, R. W., & Isman, M. B. (1994). Evaluation of the repellent effects of a neem insecticide on foraging honey bees and other pollinators. *The Canadian Entomologist*, 126(2), 225-230. <https://doi.org/10.4039/Ent126225-2>
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (1998). *Test No. 214: Honeybees, acute contact toxicity test*. OECD. <https://doi.org/10.1787/9789264070189-en>
- Ortiz, J. A., Infante, F., & Zavala, J. (2016). Ciclo de vida en laboratorio y sitios de oviposición de *Frankliniella invasor* Sakimura 1972 (Thysanoptera: Thripidae) en panículas de mango Ataulfo. *Entomología Mexicana*, 3(1), 420-424.
- Pashte, V. V., & Patil, C. S. (2018). Toxicity and poisoning symptoms of selected insecticides to honey bees (*Apis mellifera* L.). *Archives of Biological Sciences*, 70(1), 5-12. <https://doi.org/10.2298/ABS170131020P>
- Paul, K., & Khan, A. (2019). Effects of certain insecticides on the predator *Orius insidiosus* and its prey *Thrips palmi*. *Indian Journal of Entomology*, 81(1), 1-6. <https://doi.org/10.5958/0974-8172.2019.00072.5>
- Ricupero, M., Desneux, N., Zappalà, L., & Biondi, A. (2020). Target and non-target impact of systemic insecticides on a polyphagous aphid pest and its parasitoid. *Chemosphere*, 247, 125728. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.125728>
- Rocha, F. H., Infante, F., Castillo, A., Ibarra-Nuñez, G., Goldarazena, A., & Funderburk, J. E. (2015). Natural enemies of the *Frankliniella* complex species (Thysanoptera: Thripidae) in ataulfo mango agroecosystems. *Journal of Insect Science*, 15(1), 114. <https://doi.org/10.1093/jisesa/iev096>
- Rocha, F. H., Infante, F., Quilantán, J., Goldarazena, A., & Funderburk, J. E. (2012). 'Ataulfo' mango flowers contain a diversity of thrips (Thysanoptera). *Florida Entomologist*, 95(1), 171-178. <https://doi.org/10.1653/024.095.0126>
- Rocha, L. C. D., Carvalho, G. A., Moura, A. P., & Torres, F. Z. V. (2006). Toxicidade de produtos fitossanitários para adultos de *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera: Anthocoridae). *Bragantia*, 65(2), 309-315. <https://doi.org/10.1590/S0006-87052006000200013>
- SAS Institute. (2024). *SAS software (Versión 9.4M8)*.
- Sharma, D., & Abrol, D. P. (2005). Contact toxicity of some insecticides to honeybee *Apis mellifera* (L.) and *Apis cerana* (F.). *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 8(1), 113-115. [https://doi.org/10.1016/S1226-8615\(08\)60079-5](https://doi.org/10.1016/S1226-8615(08)60079-5)
- Studebaker, G. E., & Kring, T. J. (2000). Lethal and sub-lethal effects of early-season insecticides on Insidious flower bug (*Orius insidiosus*): an important predator in cotton. *Special Report University of Arkansas Agricultural Experiment Station*, 198, 221-225.
- Telles, D. M., Martineli, G. M., Scaloppi, M. F., Ferreira da Luz, M. P., Kadri, S. M., & Orsi, R. O. (2020). Natural products can efficiently control the greater wax moth (Lepidoptera: Pyralidae), but are harmless to honey bees. *Sociobiology*, 67(1), 8993. <https://doi.org/10.13102/sociobiology.v67i1.4594>
- Visschers, I. G., Peters, J. L., Timmermans, L. L., Edwards, E., Ferrater, J. B., Balatero, C. H., & Macel, M. (2019). Resistance to three thrips species in *Capsicum* spp. depends on site conditions and geographic regions.

- Journal of Applied Entomology*, 143(9), 929-941. <https://doi.org/10.1111/jen.12677>
- Yang, Y., Ma, S., Liu, F., Wang, Q., Wang, X., Hou, C., Wu, Y., Gao, J., Zhang, L., Liu, Y., Diao, Q., & Dai, P. (2019). Acute and chronic toxicity of acetamiprid, carbaryl, cypermethrin and deltamethrin to *Apis mellifera* larvae reared *in vitro*. *Pest Management Science*, 76(3), 978-985. <https://doi.org/10.1002/ps.5606>