

Accepted Manuscript / Manuscrito Aceptado

Title Paper/Título del artículo:

Efecto de coadyuvantes agrícolas en la eficacia de insecticidas contra *Frankliniella occidentalis* (Pergande) y *Diaphorina citri* Kuwayama en limón mexicano (*Citrus aurantifolia* Swingle)

Effect of agricultural adjuvants on the efficacy of insecticides against *Frankliniella occidentalis* (pergande) and *Diaphorina citri* Kuwayama in mexican lime (*Citrus aurantifolia* Swingle)

Authors/Autores: Pardo-Melgarejo, S., Bahena-Juárez, F., Mondragón-Flores, A., Álvarez-Hernández, J.C., Santiago-López, U.

ID: e2187

DOI: <https://doi.org/10.15741/revbio.13.e2187>

Received/Fecha de recepción: February 17th 2026

Accepted /Fecha de aceptación: August 18th 2026

Available online/Fecha de publicación: September 22th 2026

Please cite this article as/Como citar este artículo: Pardo-Melgarejo, S., Bahena-Juárez, F., Mondragón-Flores, A., Álvarez-Hernández, J.C., Santiago-López, U. (2026). Effect of agricultural adjuvants on the efficacy of insecticides against *Frankliniella occidentalis* (pergande) and *Diaphorina citri* Kuwayama in mexican lime (*Citrus aurantifolia* Swingle) *Revista Bio Ciencias*, 13, e2187. <https://doi.org/10.15741/revbio.13.e2187>

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

Efecto de coadyuvantes agrícolas en la eficacia de insecticidas contra *Frankliniella occidentalis* (Pergande) y *Diaphorina citri* Kuwayama en limón mexicano (*Citrus aurantifolia* Swingle)

Effect of agricultural adjuvants on the efficacy of insecticides against *Frankliniella occidentalis* (Pergande) and *Diaphorina citri* Kuwayama in Mexican lime (*Citrus aurantifolia* Swingle)

**Coadyuvantes y eficacia de insecticidas en limón mexicano /
Agricultural Adjuvants and Insecticide Efficiency in Mexican Lime**

Pardo Melgarejo, S.^{1*}(0000-0003-0138-1995 ) , Bahena-Juárez, F.²(0000-0003-1531-4937 ) , Mondragón-Flores, A.² (0009-0007-8633-2629 ) Álvarez-Hernández, J.C.¹ (0000-0002-1265-0890 ) Santiago-López, U.³ (0009-0003-4965-4857 )

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Valle de Apatzingán.

Km. 17.5 Carr. Apatzingán-Cuatro Caminos, 60781, Antúnez, Michoacán, México.

²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Uruapan. Av.

Latinoamericana 1104, Revolución, 60150 Uruapan, Michoacán.

³Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Valles Centrales

Oaxaca. Melchor Ocampo Núm. 7, Col. Santo Domingo Barrio Bajo, Villa de Etla, Oaxaca, C.P. 68200.

***Corresponding Author:**

Saúl Pardo-Melgarejo. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Valle de Apatzingán. Km. 17.5 Carr. Apatzingán-Cuatro Caminos, 60781, Antúnez, Michoacán, México. Teléfono: (800) 088 2222. E-mail: pardo.saul@inifap.gob.mx

RESUMEN

El limón mexicano (*Citrus aurantifolia* Swingle) es un cultivo de importancia económica en México, afectado por plagas como *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) y *Frankliniella occidentalis* Pergande (Thysanoptera: Thripinae). La eficacia del control químico depende del ingrediente activo y de factores de aplicación como cobertura y retención del tóxico sobre el área vegetal. Este estudio evaluó en dos ocasiones el efecto de los coadyuvantes Benchpress e INEX A sobre la eficacia de spinetoram e imidacloprid en el Valle de Apatzingán, Michoacán, durante 2025. Se estableció un diseño de bloques completos al azar con ocho tratamientos y cuatro repeticiones. La eficacia biológica se estimó mediante la fórmula de Henderson-Tilton a los 8 y 16 días después de la aplicación. Benchpress, en mezcla con spinetoram e imidacloprid, logró eficacias del 86.8 % al 100 % en el primer experimento y del 74.8 % al 93.5 % en el segundo experimento a los 16 días después de la aplicación, respaldando el uso de coadyuvantes en programas de manejo integrado de plagas.

PALABRAS CLAVE:

Diaphorina citri, *Frankliniella occidentalis*, imidacloprid, manejo

ABSTRACT

Mexican lime (*Citrus aurantifolia* Swingle) is an economically important crop in Mexico that is adversely affected by insect pests, including *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) and *Frankliniella occidentalis* Pergande (Thysanoptera: Thripidae). The effectiveness of chemical control depends not only on the active ingredient but also on application-related factors, including spray coverage and insecticide retention on plant surfaces. This study evaluated, on two separate occasions, the effects of the adjuvants Benchpress and INEX A on the efficacy of spinetoram and imidacloprid in the Apatzingán Valley, Michoacán, Mexico, in 2025. A randomized complete block design with eight treatments and four replicates was used. Biological efficacy was estimated using the Henderson-Tilton formula at 8 and 16 days after application. Benchpress, when tank-mixed with spinetoram and imidacloprid, achieved biological efficacy values ranging from 86.8 % to 100 % in the first experiment and from 74.8 % to 93.5 % in the second at 16 days after application, supporting the incorporation of adjuvants into integrated pest management programs.

KEYWORDS:

Diaphorina citri, *Frankliniella occidentalis*, imidacloprid, pest management.

Introducción

El cultivo de limón mexicano (*Citrus aurantifolia* Swingle) constituye una actividad de alta relevancia económica y social en México, particularmente en estados productores como Michoacán donde se cultivan 204,683 ha⁻¹ que generan 398,552 toneladas de fruta fresca y que esto se traduce en una derrama económica de \$ 2,370,480,000 de pesos (SIAP, 2025). Sin embargo, la productividad y calidad del cultivo se ven amenazadas por la presión constante de plagas artrópodos, cuyo manejo depende en gran medida del uso de insecticidas químicos (Mora-Aguilera *et al.*, 2013; Nauen *et al.*, 2019). En este contexto, la optimización del uso de insecticidas, mediante la incorporación de coadyuvantes y su integración en programas de manejo integrado de plagas, constituye un componente esencial para avanzar hacia sistemas citrícolas más sostenibles y rentables. Entre las principales plagas del limón mexicano se encuentran el minador de la hoja (*Phyllocnistis citrella* Stainton), ácaros fitófagos, pulgones, mosca blanca, trips, *Frankliniella occidentalis* Pergande (Thysanoptera: Thripidae) y el psílido asiático de los cítricos, *Diaphorina citri* Kuwayama, vector del Huanglongbing (HLB), considerada la enfermedad más destructiva de los cítricos a nivel mundial (Alquézar *et al.*, 2022; Bassanezi *et al.*, 2020;). La coexistencia de estas plagas ha incrementado la frecuencia de aplicaciones de insecticidas, elevando los costos de producción y favoreciendo la aparición de resistencia, además de generar impactos ambientales (Iftikhar *et al.*, 2024).

Tradicionalmente, el control químico se ha enfocado en la selección del ingrediente activo; no obstante, estudios recientes señalan que la eficacia final de los insecticidas depende también de factores asociados a la aplicación, como la cobertura, retención, adherencia y penetración del producto sobre la superficie vegetal (Zheng & Xu 2023; da Rosa *et al.*, 2022). Estos factores adquieren especial importancia en cultivos como los cítricos, cuyas hojas presentan superficies cerosas que dificultan la humectación.

En este sentido, los coadyuvantes agrícolas han cobrado un papel estratégico en la protección fitosanitaria moderna. Los coadyuvantes son sustancias añadidas al caldo de aplicación con el objetivo de mejorar las propiedades físicas y químicas de la mezcla, incrementando el desempeño de los plaguicidas sin poseer actividad biológica directa (Foy, 2018). En las últimas décadas, esta tecnología ha experimentado un notable auge mediante el desarrollo de formulaciones de nueva generación, tales como los productos organo-siliconados y los surfactantes poliméricos. Estos

compuestos avanzados optimizan drásticamente la reducción de la tensión superficial del caldo y aumentan la retención de las gotas, mitigando problemas críticos como la deriva y el lavado por lluvia (Castro *et al.*, 2014; Milanowski *et al.*, 2022).

Entre sus principales funciones se incluyen la reducción de la tensión superficial, el aumento de la cobertura foliar, la mejora de la adhesión y la facilitación de la penetración del ingrediente activo (Jibrín *et al.*, 2021).

Diversos estudios han demostrado que el uso adecuado de coadyuvantes puede incrementar la eficacia biológica de los insecticidas, mejorar la uniformidad del control y contribuir a estrategias de manejo integrado de plagas más eficientes (Holka & Kowalska, 2023). Sin embargo, la respuesta puede variar en función del tipo de coadyuvante, el insecticida empleado y la plaga objetivo, lo que hace necesaria la evaluación de formulaciones de nueva generación bajo condiciones locales.

En el limón mexicano, los trips, particularmente *Frankliniella occidentalis* Pergande, ocasionan daños directos en brotes y frutos que afectan la calidad comercial (Pardo-Melgarejo *et al.*, 2025). Por su parte, *D. citri* representa el principal objetivo de los programas fitosanitarios debido a su alta capacidad de transmitir *Candidatus Liberibacter asiaticus*, bacteria que causa la enfermedad del HLB y a la dificultad de su control químico (Leong *et al.*, 2022; Stansly & Qureshi, 2020). En ambos casos, lograr una adecuada cobertura y un contacto del insecticida son determinantes para el éxito del control. En este contexto, el presente estudio tuvo como objetivo determinar el efecto de coadyuvantes agrícolas sobre la eficacia y persistencia de insecticidas en el control de *F. occidentalis* y *D. citri* en limón mexicano en Michoacán.

Materiales y Métodos

Sitio experimental

El estudio se llevó a cabo durante dos ocasiones en los meses de abril y noviembre del año 2025 en el Campo Experimental Valle de Apatzingán (CEVA), del INIFAP 19° 00' 40.38" N, 102° 13' 41.99" O, 340 msnm (Google Earth, 2026). Los experimentos se establecieron en un huerto experimental de limón mexicano, con árboles de ocho años de edad, en condiciones de manejo agronómico con un mínimo de aplicación de insecticidas químicos con condiciones logísticas adecuadas para muestreo y aplicación uniforme de tratamientos. El huerto tuvo una superficie aproximada de 1,000 m². El suelo del sitio es de tipo vertisol, caracterizado por tener un buen drenaje y un contenido de materia orgánica del 2 %. Respecto al historial del huerto, durante los cinco años previos a este estudio, el área se mantuvo bajo un manejo racional; las aplicaciones se realizaron solamente cuando se observaron poblaciones de plaga que superaban el umbral económico, lo cual estableció las condiciones iniciales de la población de *D. citri* y trips.

Plagas evaluadas

Se evaluó la eficacia de los tratamientos contra el psílido asiático de los cítricos y el trips, seleccionados como plagas principales por su alto impacto económico y la complejidad de su manejo regional. *D. citri* representa la máxima prioridad fitosanitaria por ser el vector principal de *Candidatus Liberibacter asiaticus*, bacteria causal del Huanglongbing (HLB) que provoca la muerte regresiva y pérdida de la capacidad productiva del árbol (Shahzad *et al.*, 2023). Sus ninfas y adultos dañan brotes tiernos y excretan mielecilla que induce fumagina. En la región, su dinámica poblacional es persistente y ligada a los flujos de brotación, lo que genera una alta frecuencia de infestación y una severa presión de selección por control químico, disminuyendo la susceptibilidad a insecticidas convencionales. Por su parte, *F. occidentalis* causa daños físicos directos al alimentarse de flores y frutos pequeños en etapa de amarre, generando cicatrices pronunciadas que demeritan el valor comercial para exportación (Morse & Hoddle, 2006). Su población fluctúa en sincronía con la floración y hospederos alternos. Su control químico es sumamente difícil debido a sus hábitos crípticos (se refugian en flores y brotes), su ciclo de vida rápido y su alta capacidad para desarrollar

resistencia. Así, evaluar ambas especies permite validar los tratamientos frente a una plaga vector persistente y a una plaga críptica de difícil cobertura.

Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (RCBD), con ocho tratamientos y cuatro repeticiones por tratamiento. El criterio de bloqueo se estableció con base en el vigor y tamaño de la copa de los árboles, con la finalidad de controlar la variabilidad fenotípica en el campo y asegurar la homogeneidad dentro de cada bloque. Cada bloque incluyó la totalidad de los tratamientos y la unidad experimental estuvo constituida por un árbol, para un total de 32 árboles evaluados. Para prevenir el efecto de deriva entre los tratamientos, se seleccionaron únicamente árboles centrales dentro de los bloques, utilizando los árboles e hileras colindantes inmediatos sin tratamiento ni evaluación para asegurar la independencia de cada unidad experimental. La asignación de los tratamientos se realizó con el paquete estadístico SAS (versión 9.3) (SAS Institute Inc, 2013).

Insecticidas y coadyuvantes

Los insecticidas evaluados se aplicaron solos o en mezcla con coadyuvantes agrícolas, con el objetivo de mejorar la cobertura, adherencia y penetración del ingrediente activo, así como cuantificar su efecto sobre *D. citri* y *F. occidentalis* (Tabla 1 y 2). En los tratamientos se incluyeron los insecticidas Palgus® (Spinetoram, 60 g i.a. L⁻¹; Corteva Agriscience, anteriormente Dow AgroSciences) y Confidor® (Imidacloprid, 350 g i.a. L⁻¹; Bayer). Los coadyuvantes utilizados fueron INEX A y Benchpress. El primero (Cosmocel, San Nicolás de la Garza, N. L., México) es un surfactante no iónico formulado a base de alcoholes etoxilados que favorece el mojado y la dispersión de la solución de aspersión, el cual se aplicó a una dosis comercial de 200 mL ha⁻¹. Por su parte, Benchpress (GreenLight Biosciences, Inc., Durham, NC, USA) es un liofilizado de surfactante-penetrante a base de metil de soya, β -(1,3/1,6)-glucanos y agua, diseñado para mejorar la humectación, adherencia y penetración en la superficie de la hoja, evaluado a una dosis comercial de 2 L ha⁻¹. Ambos coadyuvantes se aplicaron conforme a las recomendaciones comerciales de los fabricantes (Tabla 2). Cabe mencionar que el imidacloprid se evaluó directamente en mezcla porque así se aplica comercialmente en la región. Aunque esto limita la comparación estadística para determinar qué tanto aportó el coadyuvante por separado con este insecticida, se utilizó el tratamiento con agua como testigo para medir la efectividad real de la mezcla frente a las plagas.

Tabla 1. Insecticidas químicos evaluados en combinación con coadyuvantes para el control de *Diaphorina citri* y *Frankliniella occidentalis* en el Valle de Apatzingán.

Nombre comercial	Ingrediente activo	Concentración (g de i.a. L ⁻¹)	Grupo químico	Mecanismo de acción	Formulador
Palgus®	Spinetoram	60	Spinosinas	Moduladores alostéricos del receptor nicotínico de acetilcolina (nAChR) - Sitio I	Corteva Agriscience
Confidor®	Imidacloprid	350	Neonicotinoide	Moduladores competitivos del receptor nicotínico de acetilcolina (nAChR)	Bayer

Ejecución del experimento

Previo al establecimiento del ensayo, se realizó un muestreo exploratorio para seleccionar árboles con infestaciones naturales homogéneas de trips y psíidos y en condiciones fitosanitarias similares. Debido a la presencia de la enfermedad del HLB en la región, se seleccionaron árboles que presentaran un desarrollo foliar uniforme y síntomas iniciales estables de la enfermedad, garantizando que la emisión de brotes vegetativos fuera homogénea y atractiva por igual para las poblaciones de plagas. Las poblaciones iniciales promedio registradas antes de la aplicación de los tratamientos presentaron una densidad de cinco adultos de *D. citri* por brote vegetativo y cuatro individuos de *F. occidentalis* por unidad de muestreo, garantizando poblaciones viables y uniformes para la evaluación. Una vez validada la presencia de las plagas, se delimitó el área experimental y se identificaron los árboles experimentales.

Tabla 2. Tratamientos con insecticidas y dosis aplicadas, con y sin adición de coadyuvantes, para el control de *Diaphorina citri* y *Frankliniella occidentalis* en limón mexicano en el Valle de Apatzingán.

Tratamiento	Mezcla	Dosis (insecticida + coadyuvante)
1	Agua	-
2	Spinetoram*	400 mL ha ⁻¹
3	Spinetoram + Benchpress	400 mL ha ⁻¹ + 2 L ha ⁻¹
4	Spinetoram + INEX A	400mL ha ⁻¹ + 200 mL ha ⁻¹
5	Spinetoram	600 mL ha ⁻¹
6	Spinetoram + Benchpress	600 mL ha ⁻¹ + 2 L ha ⁻¹
7	Imidacloprid + INEX A	30 mL ha ⁻¹ + 200 mL ha ⁻¹
8	Imidacloprid + Benchpress	30 mL ha ⁻¹ + 2 L ha ⁻¹

*En los tratamientos donde no se adicionó coadyuvante, únicamente se indica la dosis correspondiente al insecticida evaluado.

Preparación y aplicación de tratamientos

Las soluciones insecticidas se prepararon el mismo día de la aplicación, utilizando agua de un pozo agrícola local a cuál presentó parámetros estándar de naturaleza alcalina (pH de 7.8) y una condición de agua dura (320 mg/L⁻¹ de CaCO₃). Los productos se dosificaron conforme a las concentraciones establecidas en cada tratamiento, manteniendo agitación constante para asegurar la homogeneidad de la mezcla.

Las aplicaciones se realizaron mediante una fumigadora de mochila con motor de cañón (Stihl® SR 420, Waiblingen, Alemania), equipada con una boquilla de dosificación regulable y una rejilla deflectora en la salida del flujo. El equipo se calibró previamente para garantizar un caudal constante y un volumen de aplicación homogéneo de 400 L ha⁻¹. Esta configuración técnica generó un espectro de gotas finas a medianas (100-200 µm), el cual permitió una cobertura total del follaje, maximizando el mojado y optimizando el desempeño de los coadyuvantes agrícolas evaluados. Las dosis de los insecticidas aplicados correspondieron a lo que se estableció en el diseño experimental (dosis bajas y altas) para evaluar su efectividad, manteniendo las dosis comerciales recomendadas de los coadyuvantes (Tabla 2). Durante la aplicación se procuró dirigir el rocío hacia brotes tiernos, hojas jóvenes y estructuras vegetativas donde comúnmente se localizan las plagas evaluadas.

Las aplicaciones se efectuaron en horas de baja radiación solar y velocidad de viento menor a 10 km h⁻¹, con el fin de reducir la deriva del producto y favorecer su depósito en el follaje.

Muestreo poblacional

Se realizó un muestreo previo a la aplicación (pretratamiento) para determinar la densidad inicial de las poblaciones de *D. citri* y *F. occidentalis* en cada unidad experimental.

Para *D. citri*, se revisaron tres brotes tiernos seleccionados al azar en cada árbol, registrando el número de adultos presentes. Para el caso de *D. citri* el muestreo se centró en adultos, debido a su papel determinante en la epidemiología del HLB como principal vector de la bacteria *C. Liberibacter asiaticus*. Para *F. occidentalis*, se evaluaron tres estructuras vegetativas susceptibles, principalmente brotes y flores cuando estuvieron disponibles, contabilizando el número de adultos e inmaduros observados, el muestreo se realizó mediante la técnica de golpeteo; para ello, se golpearon las estructuras vegetativas y florales utilizando un palo de madera de 45 cm de longitud, haciendo caer a los insectos sobre una tabla de evaluación de 20 x 35 cm, donde se contabilizó de forma inmediata el número de adultos e inmaduros observados. Posteriormente, se realizaron evaluaciones a los 8 y 16 días después de la aplicación (daa) con el objetivo de cuantificar la dinámica poblacional y la respuesta a los tratamientos.

Determinación de eficacia biológica

La eficacia de control de los tratamientos se estimó mediante la fórmula de Henderson-Tilton (1955), la cual ajusta los cambios poblacionales considerando las variaciones naturales observadas en el testigo sin aplicación, permitiendo estimar con mayor precisión el efecto real de los tratamientos. La fórmula matemática empleada fue la siguiente:

$$\text{Eficacia (\%)} = [1 - (T_a \times C_b) / (T_b \times C_a)] \times 100$$

Análisis de datos

Los datos obtenidos de los conteos directos de las densidades poblacionales de *D. citri* y *F. occidentalis* se sometieron a análisis de varianza (ANOVA). Cuando se detectaron diferencias significativas entre tratamientos, las medias se compararon mediante la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) utilizando el programa SAS versión 9.3 (SAS Institute Inc, 2013). Previo al análisis, estos conteos directos fueron transformados mediante la fórmula de raíz cuadrada $\sqrt{x + 0.5}$ para cumplir con los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas. Cabe aclarar que el ANOVA se aplicó exclusivamente sobre los datos de densidades poblacionales y no sobre los valores estimados de eficacia biológica de Henderson-Tilton, los cuales se emplearon únicamente de forma descriptiva. Las medias presentadas en las tablas de resultados corresponden a los valores originales sin transformar para facilitar su interpretación biológica.

Resultados y Discusión

Los análisis de varianza de las evaluaciones previas a la aplicación (00 daa) no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos en ninguno de los experimentos, lo que confirma una distribución homogénea de las poblaciones iniciales tanto de *D. citri* como de *F. occidentalis*. A los 8 y 16 días después de la aplicación (daa), se determinaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) en la densidad de adultos de *D. citri* (Tabla 3).

Los tratamientos que incluyeron el coadyuvante Benchpress (t3, t6 y t8) exhibieron un control superior y constante, alcanzando eficacias biológicas entre el 86.81 % y el 96.15 % a los 8 daa, y consolidando valores de hasta el 100 % a los 16 daa (Figura 1).

En contraste, la aplicación de spinetoram sin el coadyuvante (t2) sufrió una pérdida drástica de eficacia de control a los 16 daa, disminuyendo desde un 72.31 % inicial hasta apenas un 7.69 %. Por su parte, las mezclas con INEX A (t4 y t7) manifestaron un comportamiento intermedio y de respuesta

gradual, con eficacias iniciales moderadas (~52-57 %) que se incrementaron a los 16 daa en rangos de 62.39 % a 78.70 %.

Este marcado contraste en el efecto residual y de choque se asocia directamente a las propiedades físico-químicas de los coadyuvantes en interacción con las limitantes del agua de pozo agrícola local utilizada, la cual presentó parámetros estándar de naturaleza alcalina (pH de 7.8) y una condición de agua dura (320 mg/L de CaCO_3). Las aguas duras y alcalinas aceleran la degradación por hidrólisis de moléculas desprotegidas expuestas en la superficie de la hoja. Componentes como el spinetoram aplicados de forma convencional quedan expuestos a una inactivación acelerada por el antagonismo de los cationes divalentes y a una baja retención sobre las hojas cerosas de los brotes de cítricos (Mirzaei *et al.*, 2023).

Tabla 3. Eficacia de tratamientos insecticidas con y sin el coadyuvante a los 8 y 16 días después de la aplicación (daa), para el control de *Diaphorina citri* en el primer experimento.

Tratamiento	Evaluaciones				
	(00 h)	8 daa ¹		16 daa	
	Promedio	Promedio	Eficacia	Promedio	Eficacia
(t1) Testigo	3.00 ± 0.82 _{a2}	3.25 ± 0.50 _a	-	3.25 ± 0.96 _a	-
(t2) Spinetoram	2.50 ± 1.00 _a	0.75 ± 0.96 _c	72.31%*	2.50 ± 4.36 _{ab}	7.69%
(t3) Spinetoram + Benchpress	6.00 ± 2.00 _a	0.25 ± 0.50 _c	96.15%	0.00 ± 0.00 _d	100%
(t4) Spinetoram + INEX A	3.25 ± 0.50 _a	1.50 ± 0.58 _{bc}	57.40%	0.75 ± 0.50 _{cd}	78.70%
(t5) Spinetoram	4.75 ± 4.50 _a	2.25 ± 0.50 _{ab}	56.28%	2.00 ± 0.00 _b	61.13 %
(t6) Spinetoram + Benchpress	5.25 ± 0.50 _a	0.25 ± 0.50 _c	95.60%	0.25 ± 0.50 _d	95.60%
(t7) Imidacloprid + INEX A	6.75 ± 0.50 _a	2.50 ± 0.58 _{ab}	52.14%	2.75 ± 0.96 _a	62.39%
(t8) Imidacloprid + Benchpress	5.25 ± 0.50 _a	0.75 ± 0.96 _c	86.81%	0.25 ± 0.50 _b	95.60%

*El porcentaje de la eficacia biológica fue calculado mediante la fórmula de Henderson-Tilton (1955) utilizando los datos poblacionales registrados antes y después de la aplicación en los tratamientos y el testigo.

¹ Días después de la aplicación

² Medias ± desviación estándar del número promedio de individuos evaluados. Medias seguidas por letras distintas dentro de la misma columna indican diferencias significativas de acuerdo con la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$).

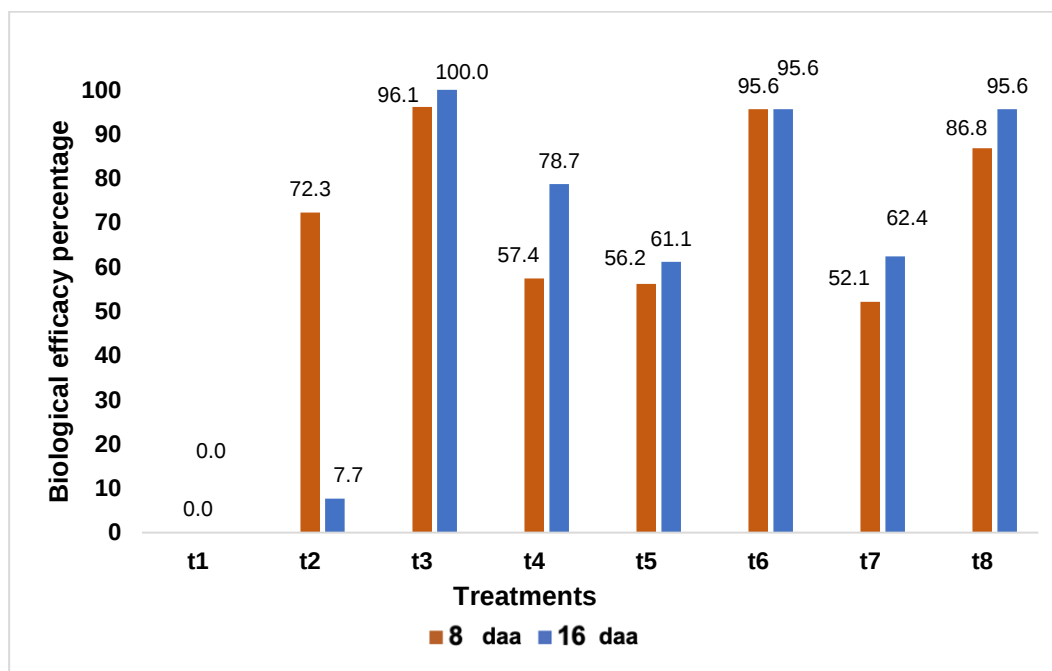


Figura 1. Eficacia biológica de insecticidas en conjunto con coadyuvantes potencializadores para el control del psilido asiático de los cítricos. t1=testigo, t2=Spinetoram, t3=Spinetoram + Benchpress, t4= Spinetoram + INEX A, t5= Spinetoram, t6= Spinetoram + Benchpress, t7= Imidacloprid + INEX A, t8= Imidacloprid + Benchpress.

El desempeño superior de Benchpress sugiere una acción efectiva como agente humectante y un encapsulamiento protector que mitiga la interferencia de los cationes de calcio (Ca^{2+}) y magnesio (Mg^{2+}) presentes en el agua de pozo. Al optimizar la tensión superficial del caldo de aplicación, este aditivo maximiza el área de contacto y la adherencia en las hojas, extendiendo la persistencia del ingrediente activo en condiciones de lavado ambiental y la degradación por consecuencia de los rayos solares. Esta respuesta coincide con lo reportado por Song *et al.* (2022), quienes identificaron que la tasa de absorción y la penetración de insecticidas sistémicos y de contacto se optimizan al incorporar tensioactivos que esparcen el caldo de aplicación. Asimismo, se ha demostrado que la adición de agentes tensoactivos de última generación modifica transitoriamente el encapsulamiento de las ceras epicuticulares de los brotes jóvenes en cítricos, creando vías de penetración aceleradas para moléculas como el spinetoram antes de que sufran degradación química o evaporación por radiación solar (Killiny *et al.*, 2020).

En el caso de *F. occidentalis*, las evaluaciones en ambos experimentos reflejaron dinámicas distintas, estrechamente ligadas a la presión inicial de la plaga, cuyos registros detallados de población y de separación de medias se encuentran concentrados en los Tabla 4, 5 y 6.

Tabla 4. Eficacia de tratamientos insecticidas con y sin coadyuvantes a los 8 y 16 días después de la aplicación (daa), para el control de *Frankliniella occidentalis* en el primer experimento.

Tratamiento	Evaluaciones				
	(00 h)	8 daa ¹		16 daa	
	Promedio	Promedio	Eficacia	Promedio	Eficacia

(t1) Testigo	2.00 ± 0.82 ^{ab2}	6.00 ± 2.00 ^a	-	5.25 ± 2.22 ^a	-
(t2) Spinetoram	3.75 ± 2.36 ^{ab}	5.00 ± 2.16 ^{ab}	55.56%*	1.50 ± 0.58 ^b	92.38%
(t3) Spinetoram + Benchpress	5.75 ± 2.50 ^a	0.50 ± 0.58 ^c	97.10%	0.00 ± 0.00 ^b	100%
(t4) Spinetoram + INEX A	3.00 ± 0.82 ^{ab}	2.00 ± 0.82 ^{bc}	77.78%	0.50 ± 0.58 ^b	93.65%
(t5) Spinetoram	4.75 ± 2.63 ^{ab}	3.50 ± 2.89 ^{abc}	75.44%	0.50 ± 0.58 ^b	95.99%
(t6) Spinetoram + Benchpress	2.25 ± 0.96 ^{ab}	0.50 ± 0.58 ^c	92.59%	0.25 ± 0.25 ^b	95.77%
(t7) Imidacloprid + INEX A	5.75 ± 2.50 ^a	5.25 ± 0.50 ^a	69.57%	0.75 ± 0.50 ^b	95.03%
(t8) Imidacloprid + Benchpress	1.75 ± 0.50 ^b	1.00 ± 0.82 ^c	80.95%	0.00 ± 0.00 ^b	100%

*El porcentaje de la eficacia biológica fue calculado mediante la fórmula de Henderson-Tilton (1955) utilizando los datos poblacionales registrados antes y después de la aplicación en los tratamientos y el testigo.

¹ Días después de la aplicación

² Medias ± desviación estándar del número promedio de individuos evaluados. Medias seguidas por letras distintas dentro de la misma columna indican diferencias significativas de acuerdo con la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$).

En el experimento uno, caracterizado por una baja densidad poblacional (promedios iniciales ≤5.75 individuos), la inclusión de coadyuvantes (tanto Benchpress como INEX A) impulsó eficacias sobresalientes superiores al 93 % a los 16 daa, donde incluso el insecticida solo (t2 y t5) mantuvo un control aceptable (>92 %; Tabla 4 y Figura 2).

Sin embargo, bajo escenarios de alta presión fitosanitaria e infestación severa (experimento dos, con promedios iniciales de hasta 14.50 individuos), las diferencias de la respuesta biológica se hicieron evidentes: las combinaciones con Benchpress (t3, t6 y t8) preservaron los niveles de control más altos y consistentes (87.04 % a 93.52 %), superando por más del 20 % a los tratamientos sin coadyuvantes o combinadas con INEX A, las cuales cayeron a rangos de 53 % a 70 % (Tabla 5 y 6; Figuras 3 y 4).

Sin embargo, bajo escenarios de alta presión fitosanitaria e infestación severa (experimento dos, con promedios iniciales de hasta 14.50 individuos), las diferencias de la respuesta biológica se hicieron evidentes: las combinaciones con Benchpress (t3, t6 y t8) preservaron los niveles de control más altos y consistentes (87.04 % a 93.52 %), superando por más del 20 % a los tratamientos sin coadyuvantes o combinadas con INEX A, las cuales cayeron a rangos de 53 % a 70 % (Tabla 5 y 6; Figuras 3 y 4).

Tabla 5. Eficacia de tratamientos insecticidas con y sin coadyuvantes a los 8 y 16 días después de aplicación (daa), para el control de *Diaphorina citri* en el segundo experimento.

Tratamiento	Evaluaciones				
	(00 h)	8 daa ¹		16 daa	
	Promedio	Promedio	Eficacia	Promedio	Eficacia
(t1) Testigo	11.25 ± 2.22 ^{a2}	14.25 ± 2.22 ^a	-	12.25 ± 2.06 ^a	-
(t2) Spinetoram	14.00 ± 0.82 ^a	8.50 ± 1.29 ^{bc}	52.07%	7.00 ± 1.63 ^b	54.08 %
(t3) Spinetoram + Benchpress	14.25 ± 0.50 ^a	4.25 ± 0.50 ^{de}	76.45 %	1.50 ± 0.58 ^c	90.33 %
(t4) Spinetoram + INEX A	13.75 ± 0.96 ^a	8.75 ± 0.50 ^{bc}	49.76 %	7.00 ± 1.15 ^b	53.25 %
(t5) Spinetoram	12.25 ± 2.06 ^a	6.25 ± 0.50 ^{cde}	59.72%	4.00 ± 0.00 ^{bc}	70.01 %
(t6) Spinetoram + Benchpress	13.00 ± 4.24 ^a	6.50 ± 2.08 ^{bcd}	60.53%	4.00 ± 2.16 ^{bc}	71.74%

(t7) Imidacloprid + INEX A	13.50 ± 0.58 ^a	9.00 ± 0.82 ^b	47.37%	6.00 ± 1.83 ^b	59.18 %
(t8) Imidacloprid + Benchpress	14.50 ± 0.58 ^a	3.75 ± 0.50 ^e	79.58%	1.25 ± 0.50 ^c	92.08 %

*El porcentaje de la eficacia biológica fue calculado mediante la fórmula de Henderson-Tilton (1955) utilizando los datos poblacionales registrados antes y después de la aplicación en los tratamientos y el testigo.

¹ Días después de la aplicación

² Medias ± desviación estándar del número promedio de individuos evaluados. Medias seguidas por letras distintas dentro de la misma columna indican diferencias significativas de acuerdo con la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$).

Tabla 6. Eficacia de tratamientos insecticidas con y sin coadyuvantes a los 8 y 16 días después de aplicación (daa), para el control de *Frankliniella occidentalis* en el segundo experimento.

Tratamiento	Evaluaciones				
	(00 h)	8 daa ¹		16 daa	
	Promedio	Promedio	Eficacia	Promedio	Eficacia
(t1) Testigo	5.25 ± 0.50 ^{c2}	6.25 ± 0.50 ^a	-	6.75 ± 0.50 ^a	-
(t2) Spinetoram	6.75 ± 0.50 ^{abc}	4.75 ± 0.50 ^{ab}	40.89 %	3.25 ± 0.50 ^b	74.04 %
(t3) Spinetoram + Benchpress	6.00 ± 0.82 ^{abc}	2.50 ± 0.58 ^{cd}	65 %	0.50 ± 0.58 ^d	93.52 %
(t4) Spinetoram + INEX A	6.50 ± 0.58 ^{abc}	4.25 ± 0.96 ^{abc}	19.23 %	2.50 ± 1.29 ^{bc}	70.09 %
(t5) Spinetoram	6.00 ± 0.82 ^{abc}	3.75 ± 1.89 ^{bcd}	47.50 %	2.00 ± 0.82 ^{bcd}	74.07
(t6) Spinetoram + Benchpress	7.00 ± 0.00 ^{ab}	1.75 ± 0.50 ^d	79%	1.00 ± 0.00 ^{cd}	88.89 %
(t7) Imidacloprid + INEX A	5.75 ± 0.96 ^{bc}	3.75 ± 3.75 ^{bcd}	45.22 %	2.25 ± 0.50 ^{bc}	69.57 %
(t8) Imidacloprid + Benchpress	7.50 ± 0.58 ^a	2.25 ± 0.96 ^{cd}	74.80%	1.25 ± 0.50 ^{cd}	87.04 %

*El porcentaje de la eficacia biológica fue obtenida mediante el ajuste de la fórmula de Henderson-Tilton (1955) para ello se realizó un muestreo de individuos previo a la aplicación.

¹ Días después de la aplicación.

² Medias ± desviación estándar del número de individuos por unidad de muestreo. Medias con letras distintas dentro de cada columna difieren estadísticamente según la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$).

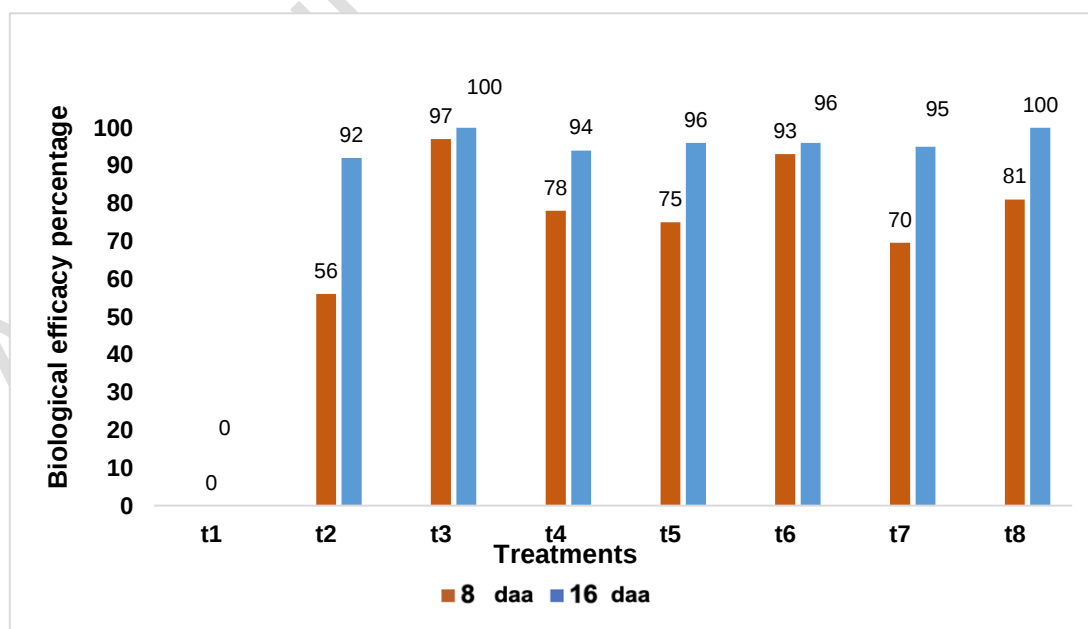


Figura 2. Eficacia biológica de insecticidas en conjunto con coadyuvantes potencializadores para el control de trips en cítricos. t1=testigo, t2=Spinetoram, t3=Spinetoram

+ Benchpress, t4= Spinetoram + INEX A, t5= Spinetoram, t6= Spinetoram + Benchpress, t7= Imidacloprid + INEX A, t8= Imidacloprid + Benchpress.

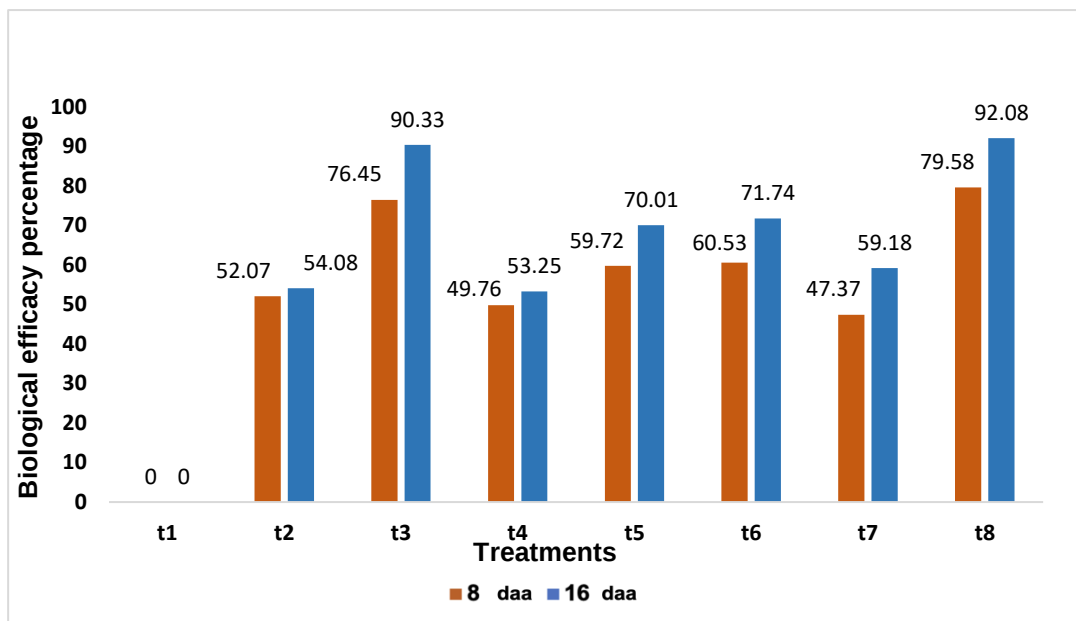


Figura 3. Eficacia biológica de insecticidas en conjunto con coadyuvantes potencializadores para el control del psilido asiático de los cítricos. t1=testigo, t2=Spinetoram, t3=Spinetoram + Benchpress, t4= Spinetoram + INEX A, t5= Spinetoram, t6= Spinetoram + Benchpress, t7= Imidacloprid + INEX A, t8= Imidacloprid + Benchpress.

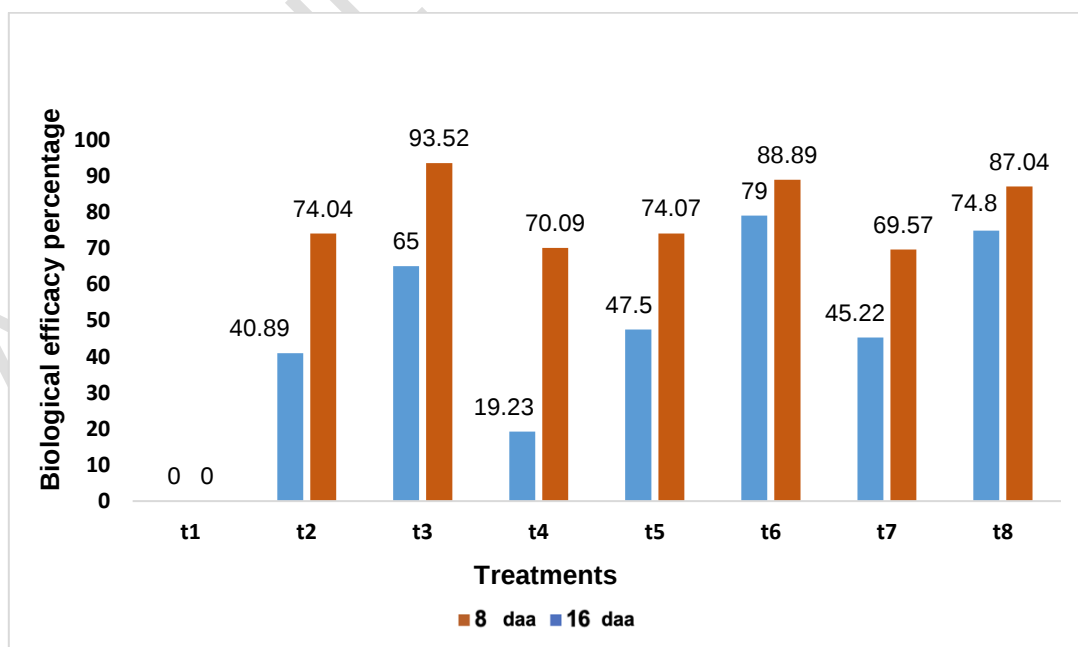


Figura 4. Eficacia biológica de insecticidas en conjunto con coadyuvantes potencializadores para el control de trips en cítricos. t1=testigo, t2=Spinetoram, t3=Spinetoram + Benchpress, t4= Spinetoram + INEX A, t5= Spinetoram, t6= Spinetoram + Benchpress, t7= Imidacloprid + INEX A, t8= Imidacloprid + Benchpress.

La variabilidad en el control de trips con alta presión poblacional radica en los hábitos crípticos intrínsecos de *F. occidentalis*, especie que se refugia preferentemente en el interior de estructuras florales, yemas cerradas y dobleces foliares, evadiendo el impacto directo de las gotas de aspersión tradicionales (Reitz *et al.*, 2020). Las aplicaciones de insecticidas solos pierden eficacia rápidamente en estas condiciones debido a una cobertura deficiente en zonas ocultas del dosel del árbol. Durante picos de floración e infestaciones masivas, durante periodos de alta infestación, la rápida tasa de crecimiento poblacional de los trips puede superar la capacidad de cobertura efectiva del tratamiento insecticida, reduciendo la probabilidad de contacto del ingrediente activo con los individuos presentes en estructuras protegidas blanco (Reitz *et al.*, 2020). La capacidad del coadyuvante Benchpress para soportar mortalidades elevadas bajo alta presión puede estar relacionada con sus propiedades de superhumectación y de mejora de la cobertura foliar. La reducción del ángulo de contacto favorece el esparcimiento de las gotas sobre superficies hidrofóbicas de los brotes de cítricos, incrementando la cobertura y distribución del ingrediente activo sobre los tejidos vegetales (Meng *et al.*, 2022). Por su parte, el coadyuvante INEX A, de naturaleza organosilícónico, demostró ser un optimizador valioso en poblaciones bajas o intermedias debido a su capacidad de dispersión de la gota. No obstante, su menor persistencia ante altas densidades de infestación podría estar relacionada con diferencias en la persistencia o capacidad de retención de la mezcla sobre los tejidos vegetales o requerir un volumen de cobertura mayor para igualar la capacidad de retención de formulaciones de nueva generación en tejidos vegetales densos.

Desde una perspectiva práctica y de sostenibilidad agrícola, los hallazgos de esta investigación tienen implicaciones críticas para el diseño de programas de Manejo Integrado de Plagas (MIP) en la citricultura regional. Tanto *D. citri* como *F. occidentalis* son catalogadas globalmente como plagas de difícil control químico debido a su propensión al desarrollo de resistencia a distintos modos de acción, a corto plazo frente a aplicaciones continuas de neonicotinoides y espinosinas (Fan *et al.*, 2023; Pardo-Melgarejo *et al.*, 2023). Los resultados demuestran que el uso de coadyuvantes de alta eficiencia no tiene como único fin elevar la mortalidad inmediata, sino asegurar la persistencia biológica del tratamiento en campo hasta los 16 daa.

En términos prácticos, prolongar la ventana de protección efectiva permite reducir la frecuencia de aplicaciones químicas por ciclo biológico, disminuir la carga química por hectárea, abatir los costos operativos de producción y mitigar la presión de selección que acelera la aparición de resistencia en campo. Asimismo, los coadyuvantes pueden contribuir a mejorar la estabilidad y el desempeño de las aplicaciones en condiciones reales de campo, donde diversos factores abióticos pueden influir en la eficacia de los insecticidas. Entre estos factores se incluyen aspectos relacionados con la calidad del agua de aplicación, la cobertura, la retención y la distribución de las gotas sobre el follaje, los cuales han sido ampliamente documentados en la literatura (Green & Beestman 2007; Holloway *et al.* 2000).

Conclusiones

Los resultados de este estudio demuestran que la incorporación de coadyuvantes en las mezclas de insecticidas no siempre deriva en una superioridad estadística inmediata respecto al insecticida solo, como se observó en algunas evaluaciones de baja presión poblacional. Sin embargo, el análisis

integral de los datos revela que el valor estratégico de estos coadyuvantes, particularmente Benchpress, se manifiesta bajo escenarios de alta presión fitosanitaria (segundo experimento) y en la persistencia del control a los 16 daa. En condiciones de infestación severa, mientras que la eficacia de los tratamientos sin coadyuvante se degradan significativamente, las mezclas con Benchpress mantienen eficacias superiores (87.04 % - 93.52 %). Esta divergencia en la persistencia, más allá de la significancia estadística puntual, confirma que el coadyuvante contribuye a mejorar la consistencia del desempeño biológico de la aplicación bajo condiciones de campo. Aunque los mecanismos específicos responsables de este efecto no fueron evaluados directamente en el presente estudio, factores relacionados con la cobertura, retención y distribución de las gotas, así como otros aspectos de la calidad de la aplicación, podrían estar implicados. Por lo tanto, se concluye que el uso de coadyuvantes como Benchpress debe integrarse en los programas de Manejo Integrado de Plagas (MIP) no bajo la premisa de maximizar la mortalidad inicial en condiciones óptimas, sino como una herramienta de gestión de riesgo técnico. Su capacidad para prolongar la ventana de protección efectiva es un componente esencial para mitigar fallas de control, reducir la exposición de las plagas a dosis subletales y, en consecuencia, evitar el desarrollo de resistencia en poblaciones de *D. citri* y *F. occidentalis*. En conclusión, estos aditivos mejoran la calidad de la aplicación, asegurando que el potencial letal del insecticida se mantenga constante incluso en escenarios de campo donde las condiciones ambientales comprometen el desempeño de las aplicaciones convencionales.

Contribución de los autores

"Conceptualización del trabajo, FBJ, SPM; desarrollo de la metodología, USL, AMF.; manejo de software, JCAH, SPM.; validación experimental, SPM, JCAH.; análisis de resultados, SPM, AMF.; Manejo de datos, SPM, AMF, JCAH.; escritura y preparación del manuscrito, FBJ SPM, JCAH, AMF, USL.; redacción, revisión y edición, SPM, USL.; administrador de proyectos, SPM, FBJ.; adquisición de fondos, FBJ.

"Todos los autores de este manuscrito han leído y aceptado la versión publicada del mismo."

Financiamiento

Esta investigación fue financiada por la empresa GreenLight México.

Declaraciones éticas

Declaración de consentimiento informado

"Se obtuvo el consentimiento informado de todos los sujetos involucrados en el estudio".

Agradecimientos

Se agradece ampliamente a la empresa GreenLight México por el financiamiento de este trabajo, así como también al INIFAP-Campo Experimental Valle de Apatzingán por proporcionar espacios para el experimento. Se agradece a las alumnas Monserrat Sánchez Ruiz y Joseline Mendoza Pérez por el apoyo en el procesamiento de parte de los datos de esta investigación.

Conflicto de interés

"Los autores declaran no tener conflicto de interés".

Referencias

- Google LLC. (2026). *Google Earth Pro* (Versión 7.3.6) [Software]. <https://earth.google.com/>
- Green, J. M., & Beestman, G. B. (2007). Recently patented and commercialized formulation and adjuvant technology. *Crop Protection*, 26(3), 320-327. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2005.04.018>
- Henderson, C. F., & Tilton, E. W. (1955). Tests with acaricides against the brown wheat mite. *Journal of Economic Entomology*, 48(2), 157-161. <https://doi.org/10.1093/jee/48.2.157>
- Holka, M., & Kowalska, J. (2023). The potential of adjuvants used with microbiological control of insect pests with emphasis on organic farming. *Agriculture*, 13(9), Article 1659. <https://doi.org/10.3390/agriculture13091659>
- Holloway, P. J., Ellis, M. B., Webb, D. A., Western, N. M., Tuck, C. R., Hayes, A. L., & Miller, P. C. H. (2000). Effects of some agricultural tank-mix adjuvants on the deposition efficiency of aqueous sprays on foliage. *Crop Protection*, 19(1), 27-37. [https://doi.org/10.1016/S0261-2194\(99\)00079-4](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(99)00079-4)
- Ifitkhar, I., Thala, M., Muhammad, M., & Amtulmunium, L. (2024). Insecticide resistance in agricultural pests: Challenges and solutions. *Trends in Biotechnology and Plant Sciences*, 2, 36-41. <https://doi.org/10.62460/TBPS/2024.015>
- Jibrin, M. O., Liu, Q., Jones, J. B., & Zhang, S. (2021). Surfactants in plant disease management: A brief review and case studies. *Plant Pathology*, 70(3), 495-510. <https://doi.org/10.1111/ppa.13318>
- Killiny, N., Hijaz, F., Gonzalez-Blanco, P., Jones, S. E., Pierre, M. O., & Vincent, C. I. (2020). Effect of adjuvants on oxytetracycline uptake upon foliar application in citrus. *Antibiotics*, 9(10), Article 677. <https://doi.org/10.3390/antibiotics9100677>
- Leong, S. S., Leong, S. C., & Beattie, G. A. C. (2022). Integrated pest management strategies for Asian citrus psyllid *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) and huanglongbing in citrus for Sarawak, East Malaysia, Borneo. *Insects*, 13(10), Article 960. <https://doi.org/10.3390/insects13100960>
- Meng, Y., Zhong, W., Liu, C., Su, J., Su, J., Lan, Y., Wang, Z., & Wang, M. (2022). UAV spraying on citrus crop: Impact of tank-mix adjuvant on the contact angle and droplet distribution. *PeerJ*, 10, Article e13064. <https://doi.org/10.7717/peerj.13064>
- Milanowski, M., Subr, A., Combrzyński, M., Różańska-Boczula, M., & Parafiniuk, S. (2022). Effect of adjuvant, concentration and water type on the droplet size characteristics in agricultural nozzles. *Applied Sciences*, 12(12), Article 5821. <https://doi.org/10.3390/app12125821>
- Mirzaei, M., Zand, E., Rastgoo, M., Hasanfard, A., & Kudsk, P. (2023). Effects and mitigation of poor water quality on herbicide performance: A review. *Weed Research*, 63(3), 139-152. <https://doi.org/10.1111/wre.12573>
- Mora-Aguilera, G., Robles-García, P., López-Arroyo, J. I., Velázquez-Monreal, J., Flores-Sánchez, J., Acevedo-Sánchez, G., & González-Gómez, R. (2013). *Current situation and prospects of management of citrus HLB*. Consultado el 25 de enero de 2026, disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0185-33092014000200108&script=sci_arttext&tlng=en
- Morse, J. G., & Hoddle, M. S. (2006). Invasion biology of thrips. *Annual Review of Entomology*, 51, 67-89. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.51.110104.151044>
- Nauen, R., Slater, R., Sparks, T. C., Elbert, A., & McCaffery, A. (2019). IRAC: Insecticide resistance and mode-of-action classification of insecticides. In *Modern crop protection compounds* (pp. 995-1012). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9783527699261.ch28>
- Pardo-Melgarejo, S., Morales-Hernández, F., González-Cabrera, J., Miranda-Salcedo, M. A., Álvarez-Hernández, J. C., Rodríguez-Maciél, J. C., & Arias, K. V. D. (2025). Relationship between *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) population density and three of its natural enemies in commercial lemon orchards in Mexico. *Journal of Entomological Science*, 61, 193-206. <https://doi.org/10.18474/JES25-08>
- Pardo-Melgarejo, S., Rodríguez-Maciél, J. C., Pineda, S., Lagunes-Tejeda, Á., Guzmán-Franco, A. W., Silva-Aguayo, G., & Ramírez-Sánchez, A. K. (2023). Thirty-minute test to detect insecticide resistance under field conditions: The case of the Asian citrus psyllid. *Pest Management Science*, 79(9), 3159-3166. <https://doi.org/10.1002/ps.7491>
- Reitz, S. R., Gao, Y., Kirk, W. D. J., Hoddle, M. S., Leiss, K. A., & Funderburk, J. E. (2020). Invasion biology, ecology, and management of western flower thrips. *Annual Review of Entomology*, 65, 17-37. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-011019-024947>

SAS Institute Inc. (2013). *Base SAS® 9.4 procedures guide: Statistical procedures*. SAS Institute Inc. https://documentation.sas.com/doc/en/pgmsascdc/9.4_3.5/procstat/titlepage.htm

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2025). *Avances de siembras y cosechas*. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. https://nube.agricultura.gob.mx/avance_agricola/

Shahzad, F., Tang, L., & Vashisth, T. (2023). Unraveling the mystery of canopy dieback caused by citrus disease huanglongbing and its link to hypoxia stress. *Frontiers in Plant Science*, 14, Article 1119530. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1119530>

Song, Y., Huang, Q., Huang, G., Liu, M., Cao, L., Li, F., & Cao, C. (2022). The effects of adjuvants on the wetting and deposition of insecticide solutions on hydrophobic wheat leaves. *Agronomy*, 12(9), Article 2148. <https://doi.org/10.3390/agronomy12092148>

Stansly, P. A., & Qureshi, J. A. (2020). Integrated management of Asian citrus psyllid and huanglongbing in Florida: Past, present and future. In J. A. Qureshi & P. A. Stansly (Eds.), *Asian citrus psyllid: Biology, ecology and management of the huanglongbing vector* (pp. 222-233). CABI. <https://doi.org/10.1079/9781786394088.0222>

Zheng, J., & Xu, Y. (2023). A review: Development of plant protection methods and advances in pesticide application technology in agro-forestry production. *Agriculture*, 13(11), Article 2165. <https://doi.org/10.3390/agriculture13112165>

ARTÍCULO EN PREPARACIÓN