

Efecto de insecticidas en áfidos e insectos benéficos del nogal pecanero en la Comarca Lagunera

Effect of insecticides on aphids and beneficial insects of pecan in the Comarca Lagunera

Jared Cenicerros-García¹ , Urbano Nava-Camberos¹ , Christian Silva-Martínez² , José Luis García-Hernández¹ , Mercedes Georgina Ramírez-Aragón³ , Verónica Ávila-Rodríguez^{4*} 

¹Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Forestales, Facultad de Agricultura y Zootecnia, Universidad Juárez del Estado de Durango. Carretera Gómez Palacio - Tlahualilo Km. 32. Venecia, CP. 35111, Gómez Palacio, Durango, México.

²Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna, Carretera Periférico s/n, Col. Valle Verde, 27054. Torreón, Coahuila, México.

³Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico Superior de Lerdo. Av. Tecnológico N° 1555-Km. 14.5 Colonia Plácido Domingo, CP. 35150. Lerdo, Durango, México.

⁴Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez del Estado de Durango. Av. Universidad s/n. Fracc. Filadelfia. CP. 35010. Gómez Palacio, Durango, México.

*Autor de correspondencia: vavilar@gmail.com

Artículo científico

Recibido: 27 de febrero 2026

Aceptado: 28 de julio 2026

RESUMEN. El nogal pecanero (*Carya illinoensis*) es un cultivo de alta importancia económica en el norte de México, cuya productividad se ve limitada por el complejo de pulgones que reduce la fotosíntesis, debilita los árboles y disminuye el rendimiento; además, el uso indiscriminado de insecticidas puede afectar enemigos naturales y el equilibrio ecológico. En este contexto, el estudio tuvo como objetivo evaluar la eficacia de insecticidas convencionales y biorracionales para el control de pulgones y determinar su efecto sobre insectos benéficos asociados. Se realizaron cuatro ensayos de campo en huertas de la Comarca Lagunera sin aplicaciones previas, mediante un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones, evaluando distintos productos, dosis y extractos vegetales. Se cuantificaron densidades de pulgones y depredadores antes y después de la aplicación, determinando la eficacia con la fórmula de Henderson-Tilton y análisis de varianza (ANOVA). Los resultados mostraron que sulfoxaflor y flonicamid produjeron reducciones rápidas y altas de pulgones, con eficacias aproximadas de 73 a 98%, mientras que varios productos biorracionales (extractos de neem, piretro, chicalote, cítricos) presentaron controles moderados o bajos (20 - 70%). Los insecticidas selectivos mantuvieron abundancias estables de depredadores, con escasas diferencias significativas entre tratamientos. En conclusión, la eficacia y selectividad dependen del insecticida empleado: los convencionales selectivos brindaron mayor control poblacional y los biorracionales favorecieron la conservación de fauna benéfica. La integración de productos en programas de manejo integrado permite controlar pulgones y conservar enemigos naturales, contribuyendo a la sostenibilidad del sistema productivo.

Palabras clave: *Carya illinoensis*, pulgones, enemigos naturales, insecticidas selectivos, insecticidas orgánicos.

ABSTRACT. Pecan (*Carya illinoensis*) is a crop of high economic importance in northern Mexico, whose productivity is limited by the aphid complex that reduces photosynthesis, weakens trees, and decreases yield. In addition, the indiscriminate use of insecticides may negatively affect natural enemies and disrupt ecological balance. In this context, the objective of this study was to evaluate the efficacy of conventional and biorational insecticides for aphid control and to determine their effects on associated beneficial insects. Four field trials were conducted in orchards of the Comarca Lagunera with no prior insecticide applications, using a completely randomized design with four replications, evaluating different products, doses, and plant extracts. Aphid and predator densities were quantified before and after application, and efficacy was determined using the Henderson-Tilton formula and analysis of variance (ANOVA). Results showed that sulfoxaflor and flonicamid produced rapid and high reductions in aphid populations, with efficacy ranging from approximately 73 to 98%, whereas several biorational products (neem, pyrethrum, chicalote, and citrus extracts) exhibited moderate to low control (20-70%). In general, selective insecticides maintained stable predator abundances, with few significant differences among treatments. In conclusion, efficacy and selectivity depend on the insecticide used: selective conventional products provided greater population control, while biorational products favored the conservation of beneficial fauna. The integration of selective products into integrated pest management programs allows effective aphid control while conserving natural enemies, contributing to the sustainability of the production system.

Keywords: *Carya illinoensis*, aphid complex, natural enemies, selective pesticides, organic pesticides.

Como citar: Cenicerros-García J, Nava-Camberos U, Silva-Martínez C, García-Hernández JL, Ramírez-Aragón MG, Ávila-Rodríguez V (2026) Efecto de insecticidas en áfidos e insectos benéficos del nogal pecanero en la Comarca Lagunera. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios Núm. Esp. VI: e5159. DOI: 10.19136/era.a13nVI.5159.

INTRODUCCIÓN

El nogal pecanero (*Carya illinoensis* (Wangenh) K. Koch) se ha consolidado como uno de los cultivos de mayor relevancia en México, con una superficie sembrada de 167 172 hectáreas, que generan una producción de 169 815 toneladas con un valor estimado en 12 660 millones de pesos (SIAP 2024). México ocupa el segundo lugar mundial en la producción de nuez pecanera. En 2024, la Comarca Lagunera aportó el 18.6% de la producción nacional, consolidándose como uno de los cultivos de mayor relevancia para la región. El complejo de áfidos: pulgón amarillo del nogal (*Monelliopsis pecanis* Bissel), pulgón de márgenes negros (*Monellia caryella* Fitch) y pulgón negro del nogal (*Melanocallis caryaefoliae* David) representan las plagas más comunes en las huertas de nogal de la región. Los pulgones se alimentan de la savia de las hojas del nogal y los daños tienen diversos efectos en la fisiología y productividad del árbol (García *et al.* 2014). La mayor incidencia ocurre en la segunda quincena de julio, periodo en el que suelen registrarse fuertes infestaciones de pulgón amarillo, el cual produce abundante mielecilla. Esta sustancia favorece el desarrollo del hongo fumagina, responsable del ennegrecimiento del follaje y de la obstrucción de la fotosíntesis, lo que puede reducir tanto el rendimiento como la calidad de la nuez, generando pérdidas económicas (Tarango *et al.* 2013). Los áfidos negros, además de extraer savia causan un daño más severo en las hojas al producir clorosis en los sitios de succión, provocando necrosis y fuertes defoliaciones prematuras (Nava y Ramírez 2002, Aguilar 2007, Dutcher *et al.* 2012).

El control de esta plaga suele llevarse a cabo mediante el uso de insecticidas de amplio espectro. Sin embargo, en los huertos de nogal existe una notable diversidad de enemigos naturales de los áfidos, los cuales contribuyen a regular sus poblaciones de manera natural y pueden mantenerlas por debajo del umbral económico de daño. Por esta razón, el control biológico se reconoce como una de las estrategias clave dentro del manejo integrado de áfidos (Tarango *et al.* 2013). El éxito del manejo integrado de plagas radica en la disponibilidad y aplicación adecuada de tecnologías de control selectivo, lo que ha favorecido la conservación de los agentes de control natural y potenciado sus beneficios. A diferencia de los métodos convencionales, el control selectivo es más seguro para el usuario, el medio ambiente y los insectos benéficos, que desempeñan un papel fundamental en la regulación de las poblaciones de plagas primarias y secundarias (Ellsworth *et al.* 2012). Recientemente, diversas compañías comerciales han incrementado el desarrollo de insecticidas selectivos y orgánicos formulados a partir de extractos vegetales. No obstante, en numerosos casos, carecen de estudios que respalden su eficacia biológica, los cuales suelen ser metodológicamente complejos, onerosos y demandantes en tiempo. Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue evaluar la eficacia de insecticidas convencionales y biorracionales sobre el pulgón amarillo y el pulgón negro del nogal pecanero, así como su efecto sobre insectos depredadores asociados al cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación de los ensayos de insecticidas

Se establecieron cuatro ensayos de evaluación de insecticidas en huertas de nogal de la Comarca Lagunera. Los ensayos se desarrollaron en condiciones de ausencia de aplicaciones previas de

insecticidas, lo que permitió evaluar de manera objetiva la respuesta de los tratamientos. El primer ensayo se llevó a cabo en una huerta de nogal de 10 años de edad, ubicada en la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la UJED, en el ejido Venecia, Gómez Palacio, Durango (25°47'16.93" LN, 103°20'45.02" LO); el segundo y tercer ensayo se realizaron en una huerta de nogal (edad aproximada de 5 años) localizada en el ejido El Cariño, Gómez Palacio, Durango (25°37'52.60" LN, 103°26'24.07" LO), y el cuarto ensayo se estableció en una huerta de nogal (edad aproximada de 5 años) ubicada en el ejido Jiménez, Durango (25°49'41.28" LN, 103°21'49.37" LO).

Tratamientos evaluados y diseño experimental

En el primer ensayo se evaluaron los insecticidas convencionales sulfoxaflor (Toretto) y flonicamid (Beleaf) a las dosis de 75, 100, 125 y 150 mL ha⁻¹, en comparación con un testigo sin tratar. Se realizó una aplicación el 26 de octubre de 2023. En el segundo ensayo se evaluaron nueve tratamientos de insecticidas y un testigo sin tratar (Tabla 1). Se realizó una aplicación el 5 de octubre de 2024. En el tercer ensayo se evaluó el insecticida sulfoxaflor a dosis de 100, 150 y 300 mL ha⁻¹, y el insecticida microbiano a base de *Metarhysium anisopliae* y *Beauveria bassiana* (Aniquim), dosis de 2 000, 2 500 y 3 000 mL ha⁻¹, además de un testigo sin tratar. Se realizó una sola aplicación el 2 de noviembre del 2024. En el cuarto ensayo se evaluaron los insecticidas a base de extractos vegetales de neem (Progranic Nimicide 80), a la dosis de 3 000 mL ha⁻¹ y piretro (Cridor), a la dosis de 2 000 mL ha⁻¹, así como un testigo sin tratar. Se efectuó una aplicación el 10 de noviembre de 2025. En los cuatro ensayos se utilizó un diseño experimental completamente al azar con cuatro repeticiones (cuatro árboles de nogal). La aplicación de los diferentes tratamientos se efectuó con una aspersora de mochila motorizada, utilizando un volumen de 3.5 L por árbol, equivalente a 350 L ha⁻¹.

Tabla 1. Descripción de los tratamientos considerados en el segundo ensayo.

Nombre comercial	Ingrediente activo	Dosis (ml ha ⁻¹)
Testigo	Sin tratar	0
Muralla Max	Imidacloprid + betaciflutrina	300
Toretto	Sulfoxaflor	100
Aceite Vegetal de Neem	Extracto de neem (azadirachtina)	2000
Biocontrol Neem	Extracto de neem	3000
Progranic Nimicide 80	Extracto de neem (azadirachtina)	3000
Cinna-mix	Terpenos de naranja (D-limoneno)	1500
Cridor	Extracto de piretro	600
Candor	Extractos de cítricos y canela	1000
Extracto de chicalote	Extracto de chicalote	3000

Variables evaluadas

Las variables evaluadas fueron las densidades de pulgones amarillos y negros, así como de insectos depredadores, para lo cual se efectuaron muestreos previos y a los 3, 7 y 14 días después de la aplicación (dda) en el primer ensayo. En el segundo y tercer ensayos se efectuaron muestreos previos y a los 2.5, 5 y 7 dda. En el cuarto ensayo se efectuaron muestreos previos y a los 2, 4 y 6 dda. Cada muestreo consistió en inspeccionar 10 hojas compuestas por repetición (árbol) y

contabilizar los pulgones amarillos y negros, así como los insectos depredadores presentes. Se calcularon los porcentajes de eficacia de los tratamientos de insecticidas para los datos de densidades de pulgones amarillos y negros mediante la fórmula de Henderson-Tilton (Henderson y Tilton 1955):

$$\% \text{ de eficacia} = \left[1 - \frac{(Tdda * Cpre)}{(Tpre * Cdda)} \right] * 100$$

Donde: Tdda = número de insectos en la parcela tratada después de la aplicación, Tpre = número de insectos en la parcela tratada en el muestreo previo a la aplicación, Cdda = número de insectos en la parcela control o testigo sin tratar después de la aplicación, Cpre = número de insectos en la parcela control o testigo sin tratar en el muestreo previo a la aplicación.

Análisis estadístico

Los datos de densidades de insectos se transformaron mediante el logaritmo natural de $x + 1$, con el objeto de estabilizar las varianzas antes de efectuar los análisis estadísticos (Ott 1988). Cada uno de los experimentos se analizó de manera independiente, con el propósito de evaluar el efecto de los tratamientos bajo las condiciones particulares de cada ensayo. Posteriormente, se realizaron análisis de varianza para determinar diferencias significativas entre tratamientos de insecticidas (PROC ANOVA). Para las comparaciones de medias entre tratamientos se aplicó la prueba de diferencia mínima significativa (DMS) al 5% de probabilidad ($P \leq 0.05$). Todos los análisis estadísticos se realizaron utilizando el paquete SAS/STAT versión 9.0.

RESULTADOS

Primer ensayo: evaluación de dosis de sulfoxaflor y flonicamid

Pulgones amarillos

Se detectaron diferencias significativas en las densidades de pulgones amarillos entre tratamientos ($P < 0.0001 - 0.0048$). En el muestreo previo las poblaciones de pulgones amarillos fueron de 17.3 pulgones hoja⁻¹, posteriormente la población se duplicó (32.7 pulgones por hoja a los 3 dda) y posteriormente disminuyó (rango de 7.8 a 19.7) (Figura 1). Las diferentes dosis de sulfoxaflor (Toretto) y flonicamid (Beleaf) redujeron las poblaciones de pulgones amarillos a los 3, 7 y 14 dda, con respecto al muestreo previo, en comparación con el testigo sin tratar (Figura 1). Los insecticidas sulfoxaflor y flonicamid, a las distintas dosis, fueron eficaces contra los pulgones amarillos hasta los 14 dda (75-91 y 89-95%, respectivamente) (Tabla 2).

Pulgones negros

Se detectaron diferencias significativas en las densidades de pulgones negros entre tratamientos ($P < 0.0001 - 0.0016$). En el testigo sin tratar las poblaciones de pulgones negros fueron de 21.6 pulgones por hoja, en el muestreo previo, las cuales se incrementaron en los siguientes dos muestreos (3 y 7 dda) y posteriormente disminuyeron de 8.6 a 35.4 con promedio de 25.4 pulgones por hoja (Figura 2). Las diferentes dosis de sulfoxaflor y flonicamid redujeron significativamente las poblaciones de pulgones negros a los 3, 7 y 14 dda, con respecto al muestreo previo, en comparación con el testigo sin tratar (Figura 2). Los insecticidas sulfoxaflor y flonicamid, a las distintas dosis, ejercieron

eficacias altas en el control de los pulgones negros hasta los 14 dda (73-90 y 83-95%, respectivamente) (Tabla 2).

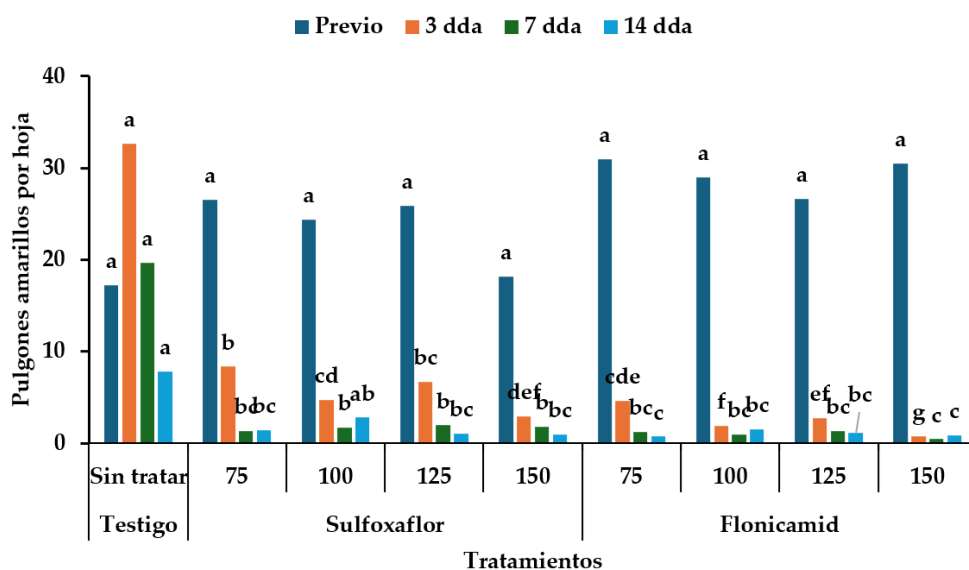


Figura 1. Densidades de pulgones amarillos a diferentes dosis de sulfoxaflor y flonicamid en diferentes momentos de evaluación. Letras distintas entre promedios de un mismo momento de evaluación indican diferencia significativa (DMS, $P = 0.05$).

Tabla 2. Porcentajes de eficacia de las diferentes dosis de sulfoxaflor y flonicamid sobre pulgones amarillos y negros del nogal con la fórmula de Henderson-Tilton.

Tratamiento	Dosis (mL ha ⁻¹)	Pulgones amarillos				Pulgones negros			
		3 dda	7 dda	14 dda	Promedio	3 dda	7 dda	14 dda	Promedio
Testigo	Sin tratar	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	75	83.4	95.6	88.5	88.1	93.7	96.7	75.1	92.8
Sulfoxaflor	100	89.8	93.8	74.7	89.1	97.4	96.2	73.0	94.1
	125	86.4	93.5	91.0	89.3	96.5	94.8	89.9	95.0
	150	91.4	91.4	88.7	91.1	97.3	93.0	80.0	93.5
	75	92.2	96.5	95.0	94.0	94.1	94.6	95.2	94.4
Flonicamid	100	96.6	97.3	88.5	95.8	98.8	97.4	83.0	96.4
	125	94.6	95.7	91.1	94.5	94.2	94.4	91.5	94.0
	150	98.7	98.8	94.0	98.1	99.1	99.1	95.4	98.7

Insectos depredadores

Los promedios de abundancia de los principales enemigos naturales registrados en los tratamientos evaluados se presentan en la Tabla 3. No se observaron diferencias significativas en la abundancia total de depredadores entre tratamientos, lo que indica que la aplicación de sulfoxaflor y flonicamid no afectó de manera negativa la presencia de estos organismos benéficos. Las crisopas mostraron valores promedio similares entre tratamientos, sin diferencias significativas respecto al testigo, lo que sugiere una alta tolerancia de este grupo a los insecticidas evaluados. Las catarinas (*Hippodamia convergens*, *Olla v-nigrum*) presentaron ligeras variaciones numéricas entre

dosis; sin embargo, las comparaciones de medias no evidenciaron reducciones significativas atribuibles a los tratamientos insecticidas. En el caso del tratamiento testigo y de las chinches depredadoras (*Zelus* sp.), las abundancias registradas fueron bajas en todos los tratamientos y las variaciones observadas resultaron mínimas. La única excepción correspondió a las arañas, que presentaron diferencias significativas entre tratamientos ($P = 0.0123$), lo que sugiere una respuesta diferencial de este insecto benéfico frente a la aplicación de los insecticidas. Estos resultados indican que la aplicación de los insecticidas no provocó una disminución marcada en estos grupos durante el periodo de evaluación. Los resultados indican que ambos insecticidas presentan una selectividad favorable hacia los principales enemigos naturales asociados al complejo de pulgones en nogal pecanero.

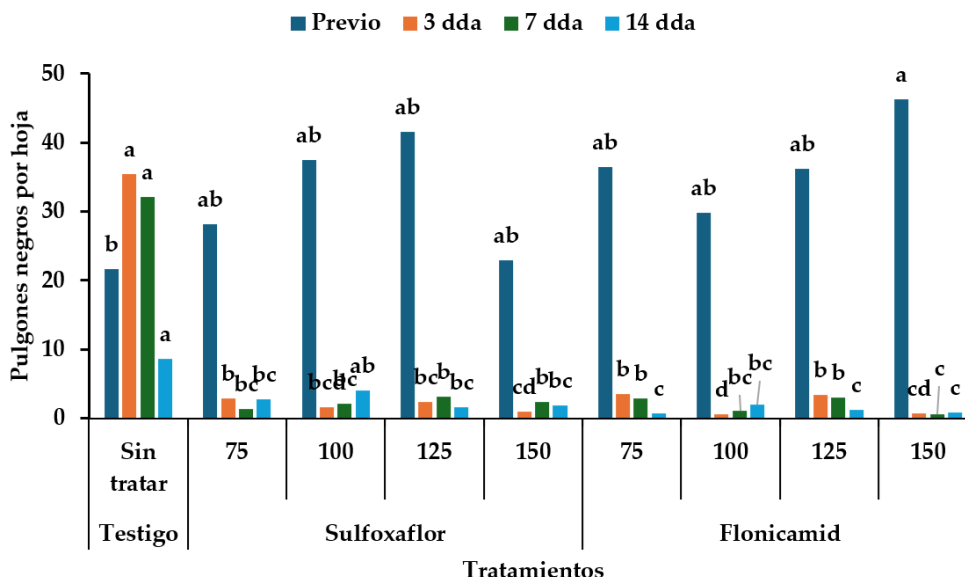


Figura 2. Densidades de pulgones negros a diferentes dosis de sulfoxaflor y flonicamid en diferentes momentos de evaluación. Letras distintas entre promedios de un mismo momento de evaluación indican diferencia significativa (DMS, $P = 0.05$).

Tabla 3. Promedios de los principales insectos depredadores en los tratamientos de dosis de sulfoxaflor y flonicamid.

Tratamiento	Dosis (mL ha ⁻¹)	Crisopas	Catarinas	Arañas	Chinches	Totales
Testigo	Sin tratar	0.50 ^a	0.43 ^a	0.08 ^{bc}	0.09 ^a	1.10 ^a
	75	1.55 ^a	0.70 ^a	0.02 ^c	0.04 ^a	2.31 ^a
Sulfoxaflor	100	0.65 ^a	0.22 ^a	0.15 ^{ab}	0.05 ^a	1.08 ^a
	125	0.39 ^a	0.45 ^a	0.09 ^{abc}	0.07 ^a	1.02 ^a
	150	0.96 ^a	0.30 ^a	0.08 ^{bc}	0.20 ^a	1.55 ^a
	75	1.35 ^a	0.50 ^a	0.016 ^c	0.04 ^a	1.91 ^a
Flonicamid	100	0.58 ^a	0.05 ^a	0.20 ^a	0.05 ^a	0.90 ^a
	125	0.69 ^a	0.38 ^a	0.16 ^{ab}	0.04 ^a	1.28 ^a
	150	1.32 ^a	0.70 ^a	0.02 ^c	0.05 ^a	2.11 ^a

Letras distintas entre promedios de tratamientos indican diferencia significativa (DMS, $P = 0.05$).

Segundo ensayo: evaluación de insecticidas convencionales y extractos vegetales

Pulgones amarillos

Las poblaciones de pulgones amarillos mostraron diferencias significativas entre los tratamientos con los insecticidas evaluados durante el periodo de evaluación ($P = 0.0012 - 0.0021$). Como se observa en la Tabla 4, antes de la aplicación, las densidades poblacionales fueron estadísticamente similares entre tratamientos, lo que indica una infestación inicial homogénea. A partir de los 2.5 dda los tratamientos de sulfoxaflor y extracto de chicalote presentaron las mayores reducciones poblacionales en comparación con el testigo. El insecticida sulfoxaflor presentó las densidades más bajas de pulgones amarillos durante todo el periodo de muestreo, con diferencias significativas respecto al resto de los tratamientos. El extracto de chicalote también mostró poblaciones reducidas de pulgones durante las tres fechas de muestreo, aunque con valores ligeramente superiores al sulfoxaflor. En contraste, los insecticidas imidacloprid + betaciflutrina (Muralla Max), extracto de piretro (Cridor), terpenos de naranja (Candor), extracto de cítricos y canela (Cinnamix) y los extractos de neem (Aceite Vegetal de Neem, Progranic Nimicide 80 y Biocontrol Neem) presentaron densidades altas, similares o superiores al testigo, indicando una baja o nula reducción de la población de pulgones durante el periodo de evaluación. En conjunto, los resultados indican que sulfoxaflor fue el insecticida más efectivo y consistente para el control de pulgones amarillos en nogal pecanero durante todo el periodo de evaluación. Entre las alternativas de origen botánico u orgánico, solo el extracto de chicalote mostró reducciones poblacionales significativas, aunque la reducción fue inferior a la obtenida con sulfoxaflor. Estos resultados muestran diferencias claras en la reducción poblacional del pulgón amarillo de los insecticidas evaluados y resaltan la importancia de la selección del producto en función de su rapidez y residualidad en el control de la plaga.

Tabla 4. Densidades de pulgones amarillos y negros del nogal en los tratamientos de insecticidas convencionales y extractos vegetales.

Tratamiento	Pulgones amarillos				Pulgones negros			
	Previo	2.5 dda	5 dda	7 dda	Previo	2.5 dda	5 dda	7 dda
Testigo sin tratar	14.60 ^a	11.0 ^{ab}	10.5 ^{abc}	7.60 ^{bc}	16.50 ^{ab}	15.30 ^a	9.70 ^a	11.90 ^a
Imidacloprid + betaciflutrina	12.90 ^{ab}	12.7 ^{ab}	26.70 ^a	39.80 ^a	16.40 ^{abc}	2.70 ^{de}	2.50 ^{bc}	1.90 ^b
Sulfoxaflor	9.50 ^{ab}	3.40 ^c	2.00 ^d	2.60 ^d	9.30 ^{abc}	1.20 ^e	0.60 ^c	0.40 ^b
Aceite de neem	11.50 ^{ab}	19.20 ^a	22.20 ^{ab}	14.10 ^{ab}	5.30 ^c	12.20 ^{ab}	12.60 ^a	13.40 ^a
Extracto de neem (Biocontrol)	13.60 ^a	9.70 ^{abc}	11.3 ^{abc}	10.00 ^{bc}	9.90 ^{bc}	3.70 ^{cde}	7.00 ^{ab}	9.40 ^a
Extracto de neem (Nimicide)	11.80 ^{ab}	11.70 ^{abc}	14.40 ^{abc}	10.30 ^{bc}	29.50 ^a	8.90 ^{abc}	6.50 ^{ab}	8.50 ^a
Terpenos de naranja	10.5 ^{ab}	12.60 ^{abc}	10.70 ^c	7.20 ^{bc}	14.70 ^{abc}	11.50 ^{abc}	13.20 ^a	6.90 ^a
Extracto de piretro	14.2 ^{ab}	12.00 ^{ab}	9.40 ^{bc}	15.50 ^{ab}	13.70 ^{abc}	5.90 ^{bc}	5.50 ^{ab}	14.20 ^a
Extracto de cítricos y canela	11.0 ^{ab}	8.90 ^{abc}	11.20 ^{abc}	7.50 ^{bcd}	11.70 ^{abc}	8.80 ^{abc}	8.40 ^{ab}	9.50 ^a
Extracto de chicalote	5.80 ^b	5.10 ^{bc}	6.30 ^c	5.90 ^{cd}	6.10 ^{bc}	5.80 ^{bcd}	9.40 ^a	6.70 ^a

Letras distintas entre promedios indican diferencia significativa (DMS, $P = 0.05$).

Pulgones negros

Las densidades de pulgón negro mostraron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados durante el periodo de muestreo ($P < 0.0001 - 0.0015$) (Tabla 4). En el muestreo previo a

la aplicación las poblaciones de pulgones negros fueron estadísticamente distintas entre tratamientos. Los insecticidas sulfoxaflor (Toretto) e imidacloprid + betaciflutrina (Muralla Max) presentaron las poblaciones más bajas de pulgones durante el periodo de evaluación, con valores significativamente inferiores al resto de los tratamientos. Los insecticidas a base de extractos de neem, piretro y chicalote tuvieron poblaciones bajas y significativamente menores al testigo sin tratar en la evaluación de los 2.5 dda. Todos los extractos vegetales presentaron poblaciones de pulgones estadísticamente similares al testigo sin tratar a los 5 y 7 dda. Por lo anterior, los extractos vegetales solo fueron efectivos y mostraron residualidad hasta los 5 dda. Los resultados indican que sulfoxaflor, seguido de imidacloprid + betaciflutrina, fueron los tratamientos con mayor efectividad y residualidad en el control de pulgón negro en nogal pecanero.

Insectos depredadores

La abundancia del complejo de insectos depredadores no presentó diferencias significativas entre tratamientos, lo que indica que no existió efecto diferencial de los insecticidas sobre los enemigos naturales del nogal (Tabla 5). Sin embargo, el terpeno de naranja registró el mayor número total de depredadores, principalmente crisopas, lo que sugiere una alta compatibilidad con la fauna benéfica. De manera similar, el aceite de neem mantuvo valores elevados, destacando también por la abundancia de crisopas. El extracto de neem (Biocontrol) y sulfoxaflor mostraron abundancias intermedias de depredadores, mientras que imidacloprid + betaciflutrina y el extracto de neem (Progranic) presentaron los valores más bajos, evidenciando un mayor impacto negativo sobre estos organismos. En grupos específicos, el extracto de cítricos y canela mostró mayor presencia de arañas y el Extracto de chicalote destacó por una mayor abundancia de catarinas. En conjunto, los resultados indican que el extracto de terpenos de naranja y los tratamientos a base de neem favorecieron la conservación de insectos depredadores, a diferencia del insecticida convencional imidacloprid + betaciflutrina con mayor efecto negativo sobre la fauna benéfica.

Tabla 5. Promedios de los principales insectos depredadores en los tratamientos de insecticidas convencionales y extractos vegetales.

Tratamiento	Crisopas	Catarinas	Arañas	Chinches	Totales
Testigo sin tratar	0.87 ^a	0.46 ^a	0.07 ^a	0.03 ^a	1.70 ^a
Imidacloprid + betaciflutrina	0.36 ^a	0.13 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	0.53 ^a
Sulfoxaflor	1.61 ^a	0.18 ^a	0.09 ^a	0.04 ^a	1.97 ^a
Aceite de Neem	2.75 ^a	0.09 ^a	0.07 ^a	0.07 ^a	3.19 ^a
Extracto de neem (Biocontrol)	1.75 ^a	0.26 ^a	0.18 ^a	0.05 ^a	2.39 ^a
Extracto de neem (Progranic)	0.74 ^a	0.25 ^a	0.13 ^a	0.03 ^a	1.32 ^a
Terpenos de naranja	4.41 ^a	0.62 ^a	0.08 ^a	0.04 ^a	5.27 ^a
Extracto de piretro	0.65 ^a	0.23 ^a	0.07 ^a	0.06 ^a	1.14 ^a
Extracto de cítricos y canela	1.25 ^a	0.17 ^a	0.34 ^a	0.04 ^a	1.96 ^a
Extracto de chicalote	0.60 ^a	0.79 ^a	0.11 ^a	0.01 ^a	1.60 ^a

Letras distintas entre promedios indican diferencia significativa (DMS, P = 0.05).

Tercer ensayo: evaluación de dosis de sulfoxaflor y un insecticida microbiano

Pulgones amarillos

Las densidades de pulgón amarillo mostraron diferencias significativas ($P = 0.0076 - 0.0175$) entre tratamientos y momentos de evaluación (Figura 3). Antes de la aplicación, las poblaciones fueron estadísticamente similares, lo que indica una infestación inicial homogénea. Posteriormente, se observó una disminución progresiva de las poblaciones incluso en el testigo sin tratar, lo que sugiere la influencia de factores externos, como condiciones ambientales adversas, acción de enemigos o factores naturales de regulación poblacional. Durante los muestreos posteriores a la aplicación (2.5, 5 y 7 dda), los tratamientos de dosis de sulfoxaflor (Toretto) y el insecticida microbiano (Aniquim) presentaron densidades significativamente menores en comparación con el testigo sin tratar, mostrando un efecto adicional al descenso natural registrado. En particular, la dosis intermedia (150 mL ha^{-1}) y alta (300 mL ha^{-1}) de Toretto ejercieron eficacias moderadas contra el pulgón amarillo (promedios de 64 y 70%, respectivamente) (Tabla 6). El insecticida microbiano (Aniquim) a la dosis intermedia ($2\,500 \text{ mL ha}^{-1}$) y alta ($3\,000 \text{ mL ha}^{-1}$) ejerció eficacias moderadas contra el pulgón amarillo (76 y 78%, respectivamente) hasta los 5 dda (Tabla 6). Aunque el descenso poblacional observado en el testigo indica la existencia de una reducción natural de pulgones, los tratamientos evaluados intensificaron significativamente este efecto, demostrando una eficacia moderada (52 - 79%) en el control de pulgón amarillo en nogal pecanero.

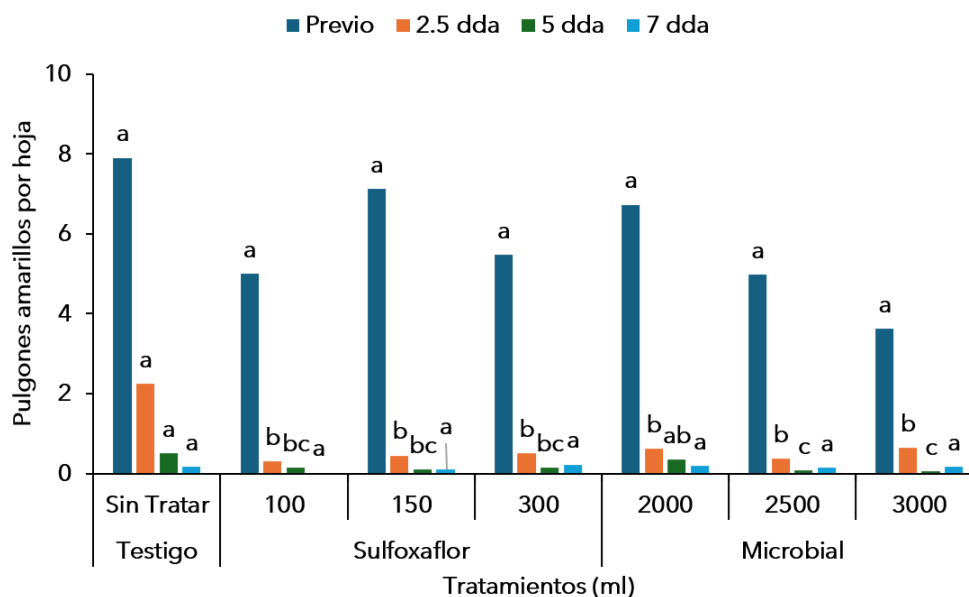


Figura 3. Densidades de pulgones amarillos a diferentes dosis de sulfoxaflor (Toretto) y un insecticida microbiano (Aniquim) en diferentes momentos de evaluación. Letras distintas entre promedios de un mismo momento de evaluación indican diferencia significativa (DMS, $P = 0.05$).

Pulgones negros

En el tercer ensayo se observaron diferencias significativas ($P = 0.0076 - 0.0175$) en la densidad de pulgones negros entre tratamientos y dosis evaluadas (Figura 4). Antes de la aplicación, las poblaciones fueron estadísticamente similares, lo que indica una infestación inicial homogénea. A

los 2.5 dda, sulfoxaflor (Toretto) en sus diferentes dosis mostró una reducción marcada de las poblaciones de pulgón negro, con valores significativamente inferiores al testigo sin tratar. Este efecto fue más evidente a las dosis de 150 y 300 mL ha⁻¹, donde las densidades se mantuvieron cercanas a cero. En contraste, el insecticida microbial (Aniquim) presentó una disminución moderada, con mayores densidades en comparación con sulfoxaflor, especialmente a dosis altas. Durante las evaluaciones realizadas a los 5 y 7 dda, sulfoxaflor conservó el mayor nivel de control (91 - 99%), manteniendo poblaciones mínimas de pulgón negro en todas las dosis evaluadas. Por su parte, el insecticida microbial redujo las densidades respecto al testigo, aunque mostró una recuperación poblacional parcial hacia el final del periodo de muestreo. Los resultados indican que sulfoxaflor presentó una alta eficacia (promedios de 93-98%), acción rápida y residualidad prolongada en el control de pulgón negro, mientras que el insecticida microbial mostró una eficacia moderada (promedios de 69-76%), aunque con menor consistencia en el tiempo (Tabla 6).

Tabla 6. Porcentajes de eficacia de los insecticidas evaluados sobre pulgones amarillos y negros del nogal con la fórmula de Henderson-Tilton.

Tratamiento	Pulgones amarillos				Pulgones negros			
	2.5 dda	5 dda	7 dda	Promedio	2.5 dda	5 dda	7 dda	Promedio
Testigo sin tratar	0	0	0	0	0	0	0	0
Sulfoxaflor 100	67.94	56.71	-85.52	13.04	92.84	91.53	95.27	93.21
Sulfoxaflor 150	77.82	77.82	36.64	64.10	95.21	95.74	98.25	96.40
Sulfoxaflor 300	78.93	52.60	77.43	69.65	97.64	97.33	99.69	98.22
Microbial 2000	67.37	17.77	-34.25	16.96	70.22	83.49	74.50	76.07
Microbial 2500	73.53	76.18	-36.11	37.87	71.76	66.13	70.15	69.35
Microbial 3000	37.04	78.21	-117.93	-0.89	63.75	66.68	77.94	69.46

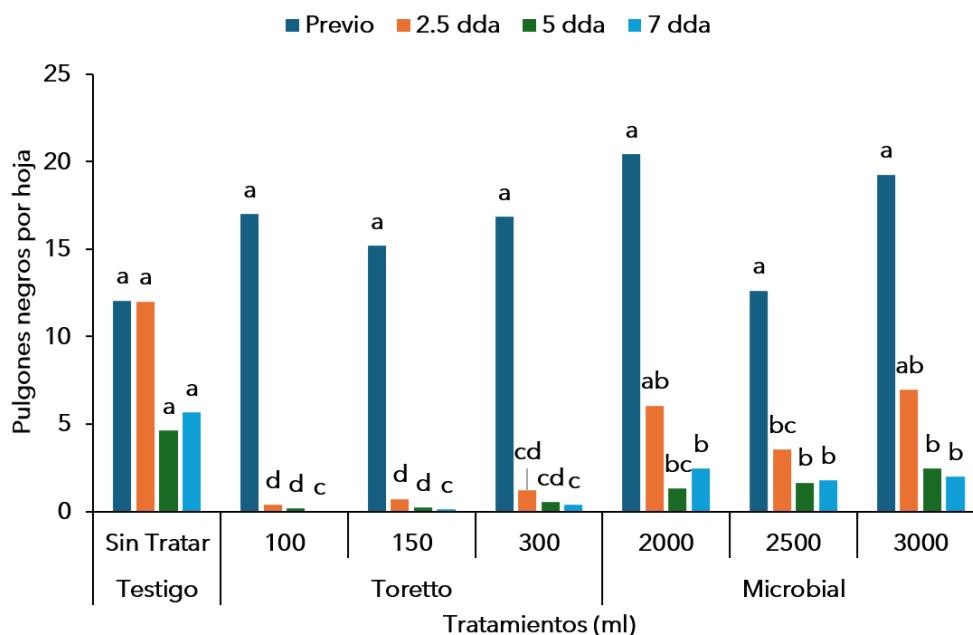


Figura 4. Densidades de pulgones negros a diferentes dosis de sulfoxaflor (Toretto) y un insecticida microbial (Aniquim) en diferentes momentos de evaluación. Letras distintas entre promedios de un mismo momento de evaluación indican diferencia significativa (DMS, P = 0.05).

Insectos depredadores

La abundancia de enemigos naturales registrada durante el ensayo mostró que la aplicación de los tratamientos evaluados no causó diferencias estadísticas en las poblaciones de depredadores (Tabla 7). El testigo sin tratar presentó valores elevados, lo cual es consistente con la nula acción de control; sin embargo, los tratamientos con sulfoxaflor (Toretto) mantuvieron niveles comparables, evidenciando un impacto limitado sobre la fauna benéfica. De igual manera, los tratamientos con el microbial (Aniquim), al tratarse de un producto de origen biológico basado en microorganismos, no mostraron efectos adversos significativos sobre los principales grupos de depredadores presentes. En todos los tratamientos, las crisopas continuaron siendo el grupo dominante, seguidas por catarinas, arañas y chinches. En conjunto, los resultados indican que ninguno de los insecticidas evaluados afectó de forma negativa las poblaciones de enemigos naturales, lo que sugiere que ambos tratamientos son compatibles con estrategias de manejo integrado de plagas, al permitir la conservación de los organismos benéficos asociados al cultivo de nogal pecanero.

Tabla 7. Promedios de los principales insectos depredadores en los tratamientos de insecticidas evaluados.

Tratamiento	Dosis (mL ha ⁻¹)	Crisopas	Catarinas	Arañas	Chinches	Totales
Testigo	Sin tratar	2.75 ^a	0.33 ^a	0.08 ^a	0.01 ^a	3.36 ^a
Sulfoxaflor	100	1.47 ^a	0.73 ^a	0.05 ^a	0.00 ^a	2.53 ^a
	150	0.94 ^a	0.55 ^a	0.06 ^a	0.03 ^a	1.67 ^a
	300	2.35 ^a	0.01 ^a	0.08 ^a	0.01 ^a	2.53 ^a
Microbial	2000	1.08 ^a	0.05 ^a	0.08 ^a	0.01 ^a	1.39 ^a
	2500	0.04 ^a	0.03 ^a	0.01 ^a	0.00 ^a	0.34 ^a
	3000	1.41 ^a	0.01 ^a	0.06 ^a	0.01 ^a	1.58 ^a

Letras distintas entre promedios indican diferencia significativa (DMS, $P = 0.05$).

Cuarto ensayo: evaluación de un insecticida convencional y dos extractos vegetales

Pulgonés amarillos

Las densidades de pulgón amarillo mostraron diferencias significativas ($P = 0.0013 - 0.0060$) entre tratamientos y tiempos de evaluación (Figura 5). Antes de la aplicación, las poblaciones fueron estadísticamente similares entre tratamientos, lo que confirma una infestación inicial uniforme. Posteriormente, el testigo sin tratar presentó un incremento sostenido de las poblaciones, evidenciando el desarrollo natural de la plaga en ausencia de medidas de control. El tratamiento de sulfoxaflor (Toretto) produjo la mayor reducción poblacional, con descensos significativos desde los 2 dda y manteniendo las densidades más bajas durante todo el periodo de evaluación. Este comportamiento indica una eficacia alta (promedio de 95%), rápida y acción residual prolongada del ingrediente activo sobre el pulgón amarillo (Tabla 8). Por su parte, los extractos vegetales de neem (Progranic Nimicide) y de piretro (Cridor) mostraron un efecto de control intermedio, con reducciones significativas en comparación con el testigo, aunque con una menor magnitud y consistencia temporal respecto a sulfoxaflor (Toretto). En ambos tratamientos se observó una tendencia a la estabilización poblacional, lo que sugiere una eficacia moderada (promedios de 49 y 74%, respectivamente) frente a la plaga (Tabla 8). En conjunto, los resultados

muestran que los insecticidas evaluados presentaron respuestas contrastantes en el control del pulgón amarillo, sobresaliendo sulfoxaflor por su mayor nivel de eficacia y residualidad. En contraste, extracto de neem (Progranic) y extracto de piretro (Cridor) generaron reducciones poblacionales de menor magnitud, lo que indica un efecto de control parcial. Estos resultados subrayan la relevancia de seleccionar productos con alta efectividad específica para el manejo del pulgón amarillo en nogal pecanero, especialmente dentro de programas de manejo integrado de plagas.

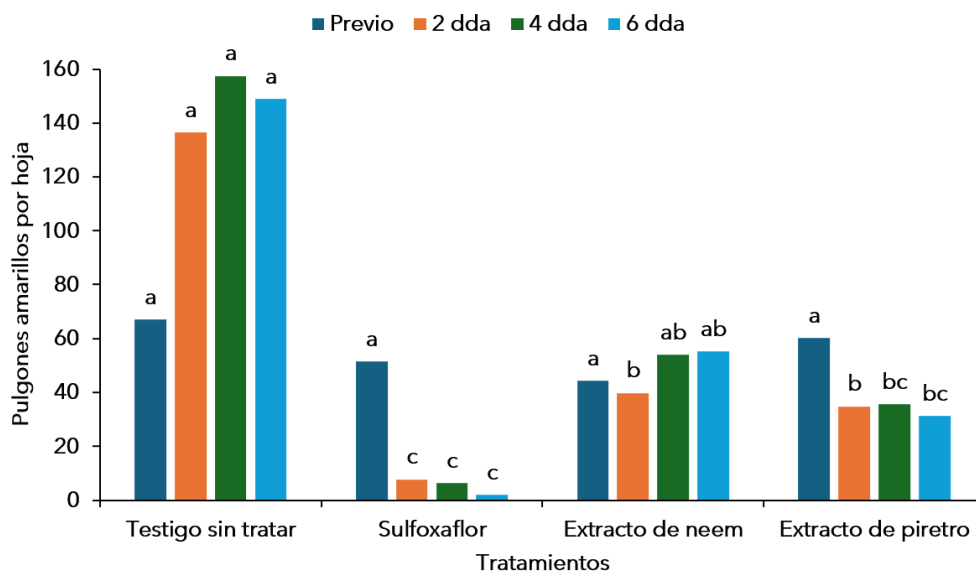


Figura 5. Densidades de pulgones amarillos con la aplicación de un insecticida convencional y dos extractos vegetales. Letras distintas entre promedios de un mismo momento de evaluación indican diferencia significativa (DMS, $P = 0.05$).

Tabla 8. Porcentajes de eficacia de un insecticida convencional y dos extractos vegetales sobre pulgones amarillos y negros del nogal con la fórmula de Henderson-Tilton.

Tratamiento	Pulgones amarillos				Pulgones negros			
	2 dda	4 dda	6 dda	Promedio	2 dda	4 dda	6 dda	Promedio
Testigo	0	0	0	0	0	0	0	0
Sulfoxaflor	92.66	94.87	98.32	95.28	95.20	97.19	98.92	97.10
Extracto de neem	55.85	47.98	43.83	49.22	45.24	37.23	20.82	34.43
Extracto de piretro	71.54	74.71	76.57	74.27	71.48	76.13	76.44	74.68

Pulgones negros

Las poblaciones de pulgón negro variaron de manera significativa ($P = 0.0019 - 0.0121$) en función del tratamiento y del momento de evaluación (Figura 6). Previo a la aplicación, no se detectaron diferencias estadísticas entre tratamientos, lo que indica una distribución inicial homogénea de la plaga. En el testigo sin tratar, las densidades permanecieron elevadas durante todo el periodo de muestreo, confirmando el crecimiento poblacional natural en ausencia de medidas de control. El tratamiento de sulfoxaflor (Toretto) generó una reducción marcada y sostenida de las poblaciones

desde los 2 días después de la aplicación, alcanzando los valores más bajos a los 4 y 6 dda. Este comportamiento refleja una alta eficacia (promedio de 97%) y rápida acción del ingrediente activo frente al pulgón negro (Tabla 8). En contraste, los tratamientos de extracto de neem (Progranic) y extracto de piretro (Cridor) mostraron una respuesta de control intermedia, con disminuciones graduales respecto al testigo, pero manteniendo densidades significativamente superiores a las observadas con sulfoxaflor. Estos resultados indican una eficacia parcial (promedios de 34 y 75%, respectivamente) y una menor residualidad en el control de la plaga (Tabla 8). En general, los resultados confirman que los insecticidas evaluados ejercen un efecto diferencial sobre las poblaciones de pulgón negro, destacando sulfoxaflor por su mayor nivel de control y consistencia a través del tiempo, mientras que extracto de neem (Progranic) y piretro (Cridor) contribuyeron a una reducción moderada. Estos resultados refuerzan la importancia de emplear productos con alta eficacia específica dentro de programas de manejo integrado del pulgón negro en nogal pecanero.

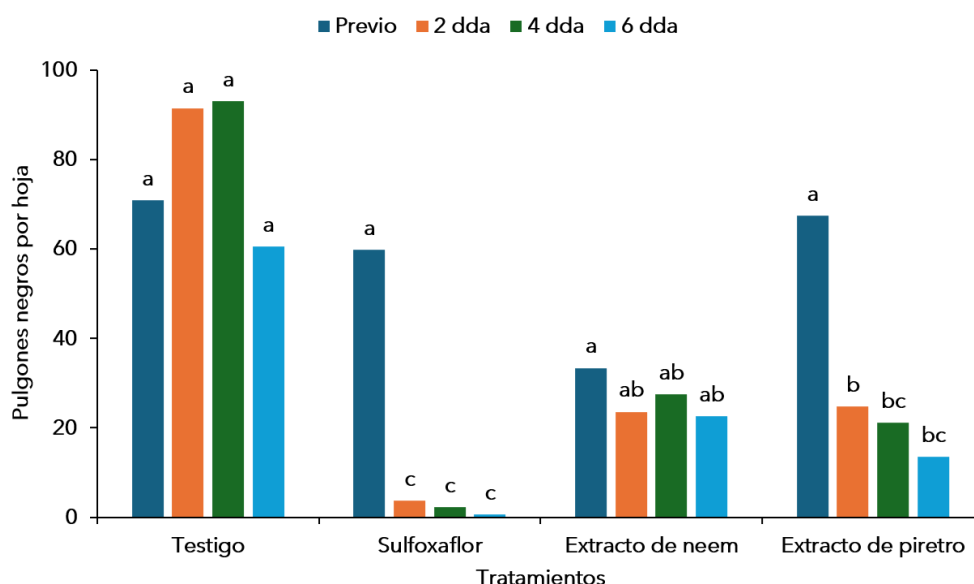


Figura 6. Densidades de pulgones negros con la aplicación de un insecticida convencional y dos extractos vegetales. Letras distintas entre promedios de un mismo momento de evaluación indican diferencia significativa (DMS, $P = 0.05$).

Insectos depredadores

El análisis de los enemigos naturales mostró que los tratamientos insecticidas no generaron reducciones drásticas en la abundancia total de depredadores registrados (Tabla 9). Las poblaciones de crisopas, catarinas, arañas y chinches se mantuvieron estadísticamente iguales entre tratamientos, de acuerdo con la comparación de medias mediante DMS (0.05), lo que indica un impacto limitado de los insecticidas evaluados sobre la fauna benéfica. El testigo presentó el mayor promedio total de depredadores; sin embargo, los valores observados en los tratamientos con insecticidas no difirieron significativamente, sugiriendo que las variaciones responden más a la dinámica natural del agroecosistema que a un efecto directo de los productos aplicados. En particular, sulfoxaflor (Toretto), extracto de neem (Progranic) y extracto de piretro (Cridor) mostraron una compatibilidad relativa con los enemigos naturales, al no afectar de manera significativa la presencia de los principales grupos de depredadores (Tabla 9). Este

comportamiento sugiere que los insecticidas evaluados presentan un perfil selectivo, permitiendo la coexistencia de la fauna benéfica con el control químico de pulgones. Los resultados indican que estos tratamientos pueden integrarse en programas de manejo integrado de plagas, al mantener poblaciones funcionales de enemigos naturales dentro del sistema de cultivo.

Tabla 9. Promedios de los principales insectos depredadores en los tratamientos de un insecticida convencional y dos extractos vegetales.

Tratamiento	Crisopas	Catarinas	Arañas	Chinches	Totales
Testigo	0.50 ^a	3.16 ^a	0.034 ^a	0.008 ^a	3.71 ^a
Sulfoxaflor	0.72 ^a	2.06 ^a	0.033 ^a	0.00 ^a	2.82 ^a
Extracto de neem	0.72 ^a	1.72 ^a	0.016 ^a	0.008 ^a	2.47 ^a
Extracto de piretro	0.43 ^a	1.56 ^a	0.003 ^a	0.00 ^a	2.00 ^a

Letras distintas entre promedios indican diferencia significativa (DMS, $P = 0.05$).

DISCUSIÓN

Eficacia de insecticidas contra pulgones amarillos y negros

Los resultados de los cuatro ensayos mostraron que los tratamientos con los insecticidas evaluados ejercieron efectos diferentes sobre las poblaciones de pulgones amarillos y negros en nogal pecanero (*C. illinoensis*). La aplicación de sulfoxaflor se tradujo en reducciones poblacionales significativas durante los periodos de evaluación post-tratamiento, tanto para pulgón amarillo como para pulgón negro, manteniendo niveles consistentemente bajos durante 6 a 7 días después de la aplicación en los ensayos realizados. Estos resultados concuerdan con estudios previos que señalan a sulfoxaflor (Toretto) como un insecticida con alta eficacia y residualidad contra áfidos en el nogal pecanero, y con mínima evidencia de problemas de resistencia cruzada con otros grupos químicos (flonicamid, afidopyropen), lo que lo posiciona como una herramienta valiosa en programas de manejo de insecticidas mediante su alternancia y rotación (Bacci *et al.* 2018, Slusher *et al.* 2021a, 2021b). Asimismo, los porcentajes de eficacia obtenidos indican que los tratamientos de sulfoxaflor alcanzaron promedios superiores al 90% tanto en pulgón amarillo como en pulgón negro (Tablas 2, 6 y 8), lo que respalda su alta eficiencia en la supresión de poblaciones del complejo de pulgones del nogal. Este comportamiento observado en campo es consistente con reportes de estudios anteriores en diferentes cultivos, donde sulfoxaflor ha mostrado un control superior o comparable con insecticidas tradicionales en áfidos y otros insectos chupadores (Babcock *et al.* 2011, Sparks *et al.* 2013, Slusher *et al.* 2021b). En ensayos de campo y laboratorio, sulfoxaflor demostró una eficacia elevada, incluso en poblaciones de insectos sometidas a aplicaciones de insecticidas continuas y con antecedentes de resistencia a otros grupos de insecticidas, como neonicotinoides (Zhu *et al.* 2011). Además, estudios comparativos con otros insecticidas han documentado mortalidades mayores del 90% en poblaciones de áfidos tras la aplicación de sulfoxaflor, lo que concuerda con las elevadas eficacias obtenidas en el presente estudio para pulgón amarillo y negro. Por ejemplo, en ensayos contra *Aphis gossypii* Glover, sulfoxaflor fue una de las sustancias con

mayor mortalidad sobre áfidos dentro de un grupo de insecticidas comerciales evaluados, junto con flupyradifurone y otros productos sistémicos (O'Hara *et al.* 2022).

En contraste, los tratamientos de insecticidas a base de extractos vegetales y entomopatógenos exhibieron eficacias más bajas (16 - 75%) y menos consistentes, destacando la necesidad de diferenciación entre modos de acción y residualidad de los productos al planificar estrategias de control. Este patrón coincide con lo reportado en estudios sobre manejo de plagas del nogal, donde la eficacia de productos biorracionales depende en mayor medida de condiciones ambientales y densidad inicial de infestación (Tarango *et al.* 2007, Nava *et al.* 2015). La respuesta de tratamientos como extracto de piretro (Cridor) y el insecticida microbial (Aniquim) fue intermedia, con promedios de eficacia cercanos al 70-75% en ambos pulgones. Si bien esto indica un efecto de supresión poblacional, la menor magnitud sugiere que estos productos pueden requerir aplicaciones adicionales o integración con otras tácticas de manejo para mantener poblaciones por debajo de umbrales de daño económico. El patrón de descenso observado incluso en el testigo sin tratar en algunos muestreos (Figuras 3 y 4) sugiere que factores abióticos o bióticos naturales pueden contribuir a la regulación poblacional, como fluctuaciones ambientales estacionales o la acción de fauna benéfica, un fenómeno también reportado en otros estudios donde las diferencias entre árboles tratados y no tratados se atenúan con el tiempo post-aplicación (Slusher *et al.* 2021a).

Efecto de insecticidas sobre insectos depredadores

En cuanto a los enemigos naturales, los promedios de depredadores más abundantes en los tratamientos evaluados mostraron que la aplicación de insecticidas como sulfoxaflor y de productos biorracionales no produjo una reducción significativa en la abundancia total de depredadores en comparación con el testigo. Esto es congruente con reportes de otros autores que han observado que insecticidas selectivos como flonicamid y sulfoxaflor pueden reducir las poblaciones de pulgones sin causar un impacto negativo sobre los principales parasitoides o depredadores en nogal pecanero (crisopas, catarinas) (Torres y Bueno 2018, Slusher *et al.* 2021a). Esa selectividad favorece la integración de estos insecticidas con el control biológico, reduciendo la probabilidad de brotes secundarios asociados a la supresión de la fauna benéfica.

La conservación de depredadores como crisopas y catarinas en tratamientos con productos biorracionales o de acción selectiva apoya la viabilidad de integrar estas herramientas en un programa de manejo integrado de plagas (MIP), donde el control químico se combina con la conservación de enemigos naturales para un manejo sustentable. Esta compatibilidad es particularmente relevante dado que sistemas intensivos con uso indiscriminado de insecticidas pueden afectar negativamente a la fauna benéfica y facilitar la resistencia a los insecticidas en poblaciones de pulgones (Slusher *et al.* 2021a). En conjunto, los datos aquí presentados respaldan el uso de insecticidas con modos de acción específicos como sulfoxaflor y productos biorracionales para el control eficaz de pulgones en nogal pecanero, al mismo tiempo que favorecen la conservación de enemigos naturales, lo cual es un criterio central para la sostenibilidad de los programas de manejo integrado de plagas.

CONCLUSIONES

Los insecticidas evaluados mostraron diferencias en efectividad y residualidad en el control de pulgones amarillos y negros del nogal, así como en su efecto sobre las poblaciones de insectos depredadores. Los insecticidas convencionales sulfoxaflor y flonicamid fueron los mayor efecacia y residualidad en el control del complejo de pulgones amarillos y negros del nogal pecanero. Estos insecticidas no tuvieron efectos negativos en las poblaciones de insectos benéficos. Los insecticidas biorracionales como el extracto de piretro (Cridor) y microbial (Aniquim) ejercieron una eficacia moderada contra los pulgones del nogal. Por el contrario, los insecticidas de origen botánico (extractos de neem, cítricos, canela y chicalote) mostraron eficacias más variables y limitadas. En general, los insecticidas biorracionales no mostraron efectos negativos en las poblaciones de insectos benéficos. En síntesis, los resultados obtenidos indican que elegir el insecticida adecuado, considerando su modo de acción, eficacia comprobada, selectividad y residualidad, resulta fundamental para un control eficiente y sostenible del complejo de pulgones en nogal pecanero.

AGRADECIMIENTOS

Se reconoce y agradece la colaboración y disponibilidad de los técnicos responsables y los propietarios de las huertas nogaleras de la Comarca Lagunera incluidas en este estudio. Asimismo, se expresa gratitud a la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) por el financiamiento otorgado para el desarrollo de esta investigación, mediante el programa de Becas Nacionales para Estudios de Posgrado dentro del Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Forestales.

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran que no tienen intereses en competencia.

LITERATURA CITADA

- Aguilar PJH (2007) Principales plagas de nogal en el Norte de Coahuila. Folleto Técnico 14. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Saltillo. Sitio Experimental Zaragoza. Saltillo, Coahuila. México. 28p.
- Babcock JM, Gerwick CB, Huang JX, Loso MR, Nakamura G, Nolting SP, Rogers RB, Sparks TC, Thomas J, Watson GB, Zhu Y (2011) Biological characterization of sulfoxaflor, a novel insecticide. *Pest Management Science* 67: 328-334. <https://doi.org/10.1002/ps.2069>
- Bacci L, Convertini S, Rossaro B (2018) A review of sulfoxaflor, a derivative of biological acting substances as a class of insecticides with a broad range of action against many insect pests. *Journal of Entomological and Acarological Research* 50(3). <https://doi.org/10.4081/jear.2018.7836>
- Dutcher JD, Karar H, Abbas G (2012) Seasonal abundance of aphids and aphidophagous insects in pecan. *Insects* 3: 1257-1270. <https://doi.org/10.3390/insects3041257>
- Ellsworth PC, Brown L, Naranjo SE (2012) Seamos selectivos: el papel del control selectivo en programas de manejo integrado de plagas en algodón. University of Arizona / USDA-ARS.

- https://acis.cals.arizona.edu/docs/default-source/ipm-shorts/keychemistryshortvfspanish.pdf?sfvrsn=c6c7284a_2. Fecha de consulta: 15 de enero de 2025
- García NG, Mancinas MGL, Burrola MJR (2014) Áfidos. En: Tarango RSH (ed) Manejo integrado de plagas en nogal pecanero. Libro Técnico 1. INIFAP. Delicias, Chihuahua, México. pp. 29-48.
- Nava CU, Ramírez DM (2002) Manejo integrado de plagas del nogal En: Arreola AJG, Reyes JI (eds) Tecnología de producción en nogal pecanero. Libro técnico 3. INIFAP. México. pp. 145-176.
- Nava RP, Tarango RSH, García NG (2015) Eficacia de productos biorracionales para el control del áfido negro *Melanocallis caryaefoliae* en nogal pecanero. Entomología Mexicana 2: 376-379.
- O'Hara FM, Davis JA, Swale DR (2022) Profile of commercialized aphicides on the survivorship and feeding behavior of the cotton aphid, *Aphis gossypii*. Pesticide Biochemistry and Physiology 186: 105174.
- Ott L (1988) An introduction to statistical methods and data analysis. 3rd ed. PWS - Kent Publishing Co., Boston, MA. 945p.
- SIAP (2024) Anuario estadístico de la producción agrícola. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. <http://www.siap.gob.mx/>. Fecha de consulta: 30 de octubre de 2025.
- Slusher CM, Yonce CE, Wells ML, Buntin GD (2021a) Evaluation of sulfoxaflo, flonicamid, and afidopyropen for management of pecan aphids and effects on parasitoids. Insects 12(3): 241. <https://doi.org/10.3390/insects12030241>
- Slusher EK, Cottrell T, Acebes DAL (2021b) Effects of aphicides on pecan aphids and their parasitoids in pecan orchards. Insects 12(3): 241.
- Sparks TC, Watson GB, Loso MR, Geng C, Babcock JM, Thomas JD (2013) Sulfoxaflo and the sulfoximine insecticides: chemistry, mode of action and basis for efficacy on resistant insects. Pesticide Biochemistry and Physiology 107(1): 1-7.
- Tarango RSH, García BML, Candia PMC (2007) Efecto de la alimentación de cinco especies de chinches (Hemiptera: Pentatomidae, Coreidae) en frutos de nogal pecanero. Agricultura Técnica en México 33(3): 241-249.
- Tarango RSH, García GN, Burrola MJR (2013) Manejo de áfidos del nogal pecanero. Folleto técnico Num. 33. INIFAP. Chihuahua, México. 42p.
- Torres JB, Bueno ADF (2018) Conservation biological control using selective insecticides—a valuable tool for IPM. Biological Control 126: 53-64.
- Zhu Y, Loso MR, Watson GB, Sparks TC, Rogers RB, Huang JX, Thomas JD (2011) Discovery and characterization of sulfoxaflo, a novel insecticide targeting sap-feeding pests. Journal of Agricultural and Food Chemistry 59(7): 2950-2957.