

Impacto de aplicaciones de malatión sobre insectos benéficos y efectos en *Bemisia tabaci* en algodónero

Impact of malathion applications on beneficial insects and effects on *Bemisia tabaci* in cotton

Jorge Maltos-Buendía^{1,2} , Urbano Nava-Camberos^{3*} , Héctor González-Hernández² ,
Christian Silva-Martínez⁴ , Enrique Hernández-Leal⁵ , José Refugio Lomeli-Flores² 

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Boulevard José Santos Valdés 1200 Pte. CP. 27440, Matamoros, Coahuila, México.

²Colegio de Postgraduados. Carretera México-Texcoco. Km 36.5. CP. 56264. Montecillo, Texcoco, Estado de México, México.

³Facultad de Agricultura y Zootecnia, Universidad Juárez del Estado de Durango. Carretera Gómez Palacio-Tlahualilo km 32, CP. 35111. Venecia, Gómez Palacio, Durango, México.

⁴Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. Periférico Raúl López Sánchez, Valle Verde, CP. 27054, Torreón, Coahuila, México.

⁵Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Km 2 carretera Delicias-Rosales CP. 33000, Centro, Delicias, Chihuahua, México.

*Autor de correspondencia: nava_cu@hotmail.com

Artículo científico

Recibido: 03 de abril 2025

Aceptado: 03 de octubre 2025

RESUMEN. Las aplicaciones de malatión ULV para el control del picudo del algodónero *Anthonomus grandis* Boheman, eliminan parte de los enemigos naturales, provocando el resurgimiento de la mosca blanca *Bemisia tabaci*. En este estudio se evaluó el impacto de las aplicaciones de malatión sobre la densidad de población de los enemigos naturales y los efectos sobre la población de *B. tabaci* Gennadius, en regiones con diferente número de aplicaciones de malatión. Se llevaron a cabo muestreos de enemigos naturales y mosca blanca mediante golpes de red e inspección visual de hojas, con una frecuencia quincenal, en predios de algodónero de Tamaulipas (30 aplicaciones), Durango (8 aplicaciones), Coahuila (2 aplicaciones) y Chihuahua (0 aplicaciones). Chihuahua presentó la mayor abundancia de enemigos naturales con 35 insectos por 100 golpes de red, seguido por Coahuila con 24, Tamaulipas con 22 y Durango con 21. La densidad más alta de mosca blanca se observó en Tamaulipas, con un promedio de 4.3 adultos y 0.9 ninfas/hoja, Durango con 4.1 adultos y 0.5 ninfas/hoja, Coahuila con 1.6 adultos y 0.1 ninfas/hoja; mientras que Chihuahua tuvo la densidad más baja con 0.2 adultos y 0.1 ninfas/hoja. Estos resultados indican que en las regiones donde se realizó el mayor número de aplicaciones de malatión ULV, se redujo la diversidad y la densidad poblacional de enemigos naturales en 50 y 37%, respectivamente, y se incrementó la densidad de la mosca blanca (95%), lo cual puede deberse a la falta de efecto regulatorio que ejercen los enemigos naturales sobre esta plaga.

Palabras clave: Mosca blanca, insectos benéficos, insecticida, plaga, densidad de población.

ABSTRACT. Applications of the ULV insecticide malathion to control the boll weevil *Anthonomus grandis* Boheman, eliminate some of the natural enemies, causing the resurgence of the whitefly *Bemisia tabaci* (Gennadius). This study evaluated the impact of malathion applications on the population density of natural enemies and the effects on the population of *B. tabaci*, in regions with different numbers of malathion applications. Sampling of natural enemies and whitefly was carried out by sweeps and leaf inspection, with a biweekly frequency, in cotton fields in Tamaulipas (30 applications), Durango (8 applications), Coahuila (2 applications) and Chihuahua (0 applications). Chihuahua had the highest abundance of natural enemies with 35 insects per 100 sweeps, followed by Coahuila with 24, Tamaulipas with 22 and Durango with 21. The highest density of whitefly was observed in Tamaulipas with an average of 4.3 adults and 0.9 nymphs/leaf, Durango with 4.1 adults and 0.5 nymphs/leaf, Coahuila with 1.6 adults and 0.1 nymphs/leaf; while Chihuahua had the lowest density with 0.2 adults and 0.1 nymphs/leaf. These results indicate that in the regions where the highest number of applications of ULV malathion are made, the diversity and population density of natural enemies was reduced by 50% and 37%, respectively, and the density of whitefly is increased (95%), which may be due to the lack of regulatory effect that natural enemies have on this pest.

Keywords: Whitefly, natural enemies, insecticide, pest, population density.

Como citar: Maltos-Buendía J, Nava-Camberos U, González-Hernández H, Silva-Martínez C, Hernández-Leal E, Lomeli-Flores JR (2025) Impacto de aplicaciones de malatión sobre insectos benéficos y efectos en *Bemisia tabaci* en algodónero. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios 12(3): e4576. DOI: 10.19136/era.a12n3.4576.

INTRODUCCIÓN

La mosca blanca *Bemisia Argentifolii* (= *Bemisia tabaci*) se convirtió en una plaga clave del algodón en México y en diferentes regiones del mundo a principios de la década de 1990 (Ellsworth y Martínez-Carrillo 2001). Ocasiona un daño extenso al alimentarse directamente de las plantas, reduce la calidad de la fibra, secreta mielecilla y transmite virus a las plantas. En algodón, la mielecilla puede causar pegajosidad de la fibra que interfiere con el proceso de hilado (Horowitz *et al.*, 2018). La importancia de mosca blanca para el algodón se debe a su capacidad para agotar e interrumpir el suministro del floema a la planta, así como la excreción de una mielecilla, que contamina las superficies de hojas y la fibra con azúcares. Esto provoca que la fibra cosechada sea pegajosa y al entrar en contacto con el moderno equipo de hilado de alta velocidad interrumpe el proceso, afectando la compra de algodón contaminado con mielecilla (Ellsworth y Martínez-Carrillo 2001). El Programa Binacional de Cooperación entre Estados Unidos de América y el SENASICA para la erradicación del gusano rosado (*Pectinophora gossypiella* Saunders) y el picudo del algodonoero; se implementó en 2002, en Chihuahua, en 2004 en Tamaulipas; en 2008 en Baja California y Sonora y en 2014 en la Región Lagunera (SENASICA 2020). El insecticida malatión, considerado menos tóxico y menos persistente que otros organofosforados, se ha utilizado ampliamente en Estados Unidos en programas de erradicación contra el picudo del algodonoero (Newhart 2006). En México, se realiza un número variable de aplicaciones de malatión a ultra bajo volumen (ULV por sus siglas en inglés) como parte del programa de erradicación del picudo del algodonoero durante cada ciclo agrícola del cultivo en las diferentes zonas productoras (DGSV-SENASICA 2022). La capacidad de la mosca blanca para desarrollar resistencia a un amplio rango de insecticidas se conoce desde hace varios años (Ellsworth y Martínez-Carrillo 2001). Prabhaker *et al.* (1985) observaron niveles de resistencia moderados (de 3 a 7 veces) en insecticidas organofosforados, incluyendo malatión en la población de mosca blanca del Valle Imperial, California. Por el contrario, Singh y Jaglan (2005) y Ahmad *et al.* (2010) reportaron que *B. tabaci* no mostró niveles de resistencia o mostró un nivel muy bajo a organofosforados, incluyendo el malatión en Pakistán.

Otros efectos adversos, ocasionados por la aplicación continua de insecticidas de amplio espectro como el malatión en algodonoero, son los efectos sobre los enemigos naturales de *B. tabaci*. Diversos estudios señalan que la aplicación continua de malatión ULV en áreas grandes de algodonoero provocan una reducción de la fauna benéfica, favoreciendo el incremento poblacional de algunas plagas por la eliminación de algunos enemigos naturales que regulan su crecimiento poblacional (Leight *et al.* 1966, Knutson *et al.* 2011). Al respecto, Silva-Martínez *et al.* (2022) indican que las aplicaciones frecuentes de malatión ULV contra el picudo del algodonoero, provocaron reducciones de las poblaciones de *Chrysoperla carnea*, *Orius tristicolor* e *Hippodamia convergens*. Knutson *et al.* (2011) reportaron una reducción significativa de arañas e insectos depredadores (*Orius* spp., *Pseudatomoscelis seriatus* (Reuter), *Nabis* spp., *Geocoris* spp.); y Butler *et al.* (2007) reportaron disminución de larvas de Chrysopidae y hormiga roja de fuego importada, *Solenopsis invicta* (Buren). Mientras que Tillman y Mulrooney (2001) reportaron el efecto tóxico de las aplicaciones de malatión en *Geocoris punctipes* (Say), *Cotesia marginiventris* (Cresson) y *Bracon mellitor* (Say). También se reportó daño en *Orius insidiosus* (Say) y la chinche ojona *G. punctipes* en bioensayo residual de laboratorio (Elzen 2001). Mientras que Gaber *et al.* (2015) reportaron en Egipto que dicho insecticida redujo las poblaciones de campo de *Coccinella undecimpunctata* L. y *C. carnea*.

También sobre *C. carnea* (larvas y adultos) y arañas en algodónero (El-Dewy *et al.* 2018). El mismo producto afectó la tijereta, *Euborellia annulipes* (Lucas), mediante la ingestión de presas contaminadas y por contacto con residuos (Potin *et al.* 2022). En cambio, Machado *et al.* (2019) reportaron que la abundancia de depredadores en algodón fue dos veces mayor con insecticidas selectivos que con productos no selectivos, como malatión. Sobre lo mismo Silva *et al.* (2022) reportaron que a menor número de aplicaciones de malatión la población de insectos entomófagos fueron más abundantes que donde el número de aplicaciones fue mayor. A su vez, Nava *et al.* (2021) reportaron que los artrópodos depredadores fueron menos abundantes donde se realizaron de 10 a 12 aplicaciones de insecticidas, incluyendo malatión, con densidades bajas de depredadores totales (10.3 a 10.8 por 100 golpes de red), en comparación donde se realizaron de 2 a 7 aplicaciones, con densidades de 22.3 a 75.5 depredadores totales por 100 golpes de red. Mientras que Ávila-Rodríguez *et al.* (2019) reportaron en el agroecosistema del algodónero de la Comarca Lagunera, México, se encontraron 13 especies de artrópodos depredadores, principalmente *Orius laevigatus* (Fieber), *O. tristicolor*, *Allograpta obliqua* (Say), *H. convergens* y *C. carnea* en algodón convencional y transgénico. En tanto, Maltos *et al.* (2025) mencionaron la chinche mírida *Rhinacloa* sp., la chinche ojona *Geocoris* sp., la chinche pajiza *Nabis* sp., la chinche asesina *Zelus* sp., la catarinita gris *Olla v-nigrum*, el escarabajo *Stethorus* sp. y varias especies de arañas, como los principales depredadores de plagas como *B. tabaci* en algodónero. De manera similar, en algodónero en Arizona, U.S.A., los artrópodos depredadores regulan a *B. tabaci* y otras plagas, siendo los principales la araña *Misumenops celer* (Hentz), el díptero *Drapetis* nr. *divergens* (Loew), las chinches *Geocoris pallens* (Stal) y *O. tristicolor*, así como *C. carnea* y *Collops* spp. (Vandervoet *et al.* 2018). El objetivo de este trabajo fue determinar la densidad poblacional de enemigos naturales con diferentes niveles de aplicación de malatión ULV y su impacto en la densidad poblacional de mosca blanca en cuatro regiones productoras de algodónero en el norte de México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Este trabajo se realizó en la región norte del país, durante el ciclo agrícola 2023, en regiones productoras de algodónero de los estados de Chihuahua, Tamaulipas, Coahuila y Durango. Las regiones o parcelas se eligieron por los diferentes esquemas de aplicaciones de malatión ULV contra el picudo del algodónero. La región con el nivel más alto de aplicaciones fue Tamaulipas (30), seguida por la región lagunera de Durango considerada como un nivel medio (8); la región Lagunera de Coahuila con un nivel bajo (2) y la región de Chihuahua sin aplicaciones (0); este último estado fue declarado como zona libre de picudo en 2018 (Tabla 1). En cada localidad se seleccionaron tres predios de algodónero, los cuales se consideraron como repeticiones.

Muestreos de mosca blanca

En cada una de las localidades, desde el periodo de floración (60 días después de la siembra (=dds)) hasta la apertura de capullos (110 dds) se realizaron ocho muestreos de adultos y ninfas con una frecuencia quincenal, excepto en la Región Lagunera de Coahuila y Durango, donde solamente se realizaron 3 muestreos debido a la madurez del cultivo. El muestreo consistió en revisar 30 plantas

al azar, divididas en cuatro sitios de muestreo (esquinas) por parcela; en cada planta se revisó la hoja del quinto nudo de arriba hacia abajo, se registró el número de adultos de *B. tabaci* presentes. Para el muestreo de ninfas, con ayuda de una lupa, se contaron las ninfas de tercero y cuarto instar que se encontraron en un área foliar de 3.88 cm² del segundo sector de la hoja (Ellsworth *et al.* 2006).

Tabla 1. Esquema de aplicaciones de malation ULV del Programa Binacional de Erradicación del picudo del algodnero en regiones productoras de algodón del norte de México en 2023.

Localidad	Parcela	Ubicación	No. aplicaciones
1.- Tamaulipas	1.- J. A. Rodríguez V.	255513N, 980725W	30
	2.- J. E. Sánchez R.	255250N, 980802W	30
	3.- V. Morales V.	255223N, 980641W	30
2.- Durango	1.- Gómez Palacio	253722N, 1032803W	8
	2.- Brttingham	254531N, 1033422W	8
	3.- A. Martínez A.	255118N, 1032332W	6
3.- Coahuila	1.- El Fénix	254123N, 1031738W	2
	2.- E. Dolores	254830N, 1030642W	2
	3.- E. Concordia	254530N, 1031147W	2
4.- Chihuahua	1.- Guadalupe Bolívar	280938N, 1052952W	0
	2.- Octavio Flores	280627N, 1053042W	0
	3.- Ma. Del S. Rdz.	281539N, 1053238W	0

Muestreos de enemigos naturales

Se utilizó una red entomológica estándar de golpeo de 38 cm de diámetro, en las mismas fechas que los muestreos de mosca blanca. Se realizaron 25 golpes de red en la parte terminal de las plantas de algodnero, en cuatro puntos de cada parcela cuyo tamaño fue variable, para un total de 100 golpes de red por parcela y por fecha de muestreo. Los insectos colectados fueron depositados en bolsas de papel de 2 kg debidamente etiquetadas y se conservaron en refrigeración para su conteo e identificación.

Análisis estadístico

Previo a realizar los análisis estadísticos, los datos de densidades de insectos se transformaron utilizando el logaritmo natural de (x+1) con el fin de estabilizar las varianzas (Ott, 1988). Los datos de densidades de moscas blancas y enemigos naturales se sometieron a análisis de varianza bajo un diseño factorial completamente al azar, donde los factores fueron las fechas de muestreo y las regiones, y las repeticiones fueron los predios de algodnero. Se efectuaron comparaciones de medias mediante pruebas de DMS al 5% ($P \leq 0.05$) (PROC GLM) (SAS 2004).

RESULTADOS

Dependiendo de cada región, y del manejo fitosanitario del cultivo de algodnero, se registró un número variable de especies de enemigos naturales. En Chihuahua se registró el mayor número de enemigos naturales con 15 especies, seguida de la región de Durango con 12, Coahuila con 10 y Tamaulipas con 8. Los enemigos naturales encontrados en este estudio fueron los depredadores *Orius* spp., *Hippodamia convergens*, *Crysoperla carnea*, *Nabis* sp., *Geocoris* sp., *Rhinacloa* sp., *Collops*

vitatus, *Zelus* sp., *Coleomegilla maculata*, *Cicloneda sanguinea*, *Drapetis* sp., *Olla v-nigrum*, *Stethorus* sp., *Misumenops* sp., y otras especies de arañas, así como el parasitoide *Eretmocerus* sp. (Tabla 2). Los más abundantes fueron *Orius* spp. (42.5%), *Chrysoperla* sp. (14.8%), *H. convergens* (9.5%), *Rhinacloa* sp. (9.3%), *Geocoris* sp. (6.6%), varias especies de arañas (3.2%) y *Eretmocerus* sp. (3.0%); los artrópodos restantes conforman el 11.1%.

Tabla 2. Análisis de varianza de las densidades de enemigos naturales en algodónero en diferentes regiones productoras de México.

Variable	Localidad		Fecha		Loc x Fecha		CV (%)
	Valor F	P > F	Valor F	P > F	Valor F	P > F	
<i>C. maculata</i>	25.78	<0.0001	4.54	0.002	4.01	0.0003	156.8
<i>Eretmocerus</i> sp.	27.16	<0.0001	2.56	0.040	2.96	0.004	163.5
<i>O. tristicolor</i>	3.11	0.036	12.37	<0.0001	1.67	0.103	46.6
<i>Geocoris</i> sp.	6.44	0.001	0.35	0.880	2.82	0.005	131.9
<i>O. v-nigrum</i>	5.53	0.003	1.19	0.331	2.81	0.005	162.0
<i>O. insidiosus</i>	40.99	<0.0001	0.48	0.787	0.56	0.873	133.1
<i>Rhinacloa</i> sp.	24.18	<0.0001	0.16	0.975	0.19	0.999	173.3
<i>H. convergens</i>	10.27	<0.0001	1.55	0.194	0.97	0.494	99.8
<i>Drapetis</i> sp.	10.21	<0.0001	0.49	0.783	0.56	0.870	266.6
<i>Misumenops</i> sp.	16.38	<0.0001	0.20	0.960	0.23	0.997	210.5
Arañas	3.11	0.036	0.96	0.452	0.50	0.913	114.3
<i>Zelus</i> sp.	3.05	0.038	0.58	0.717	0.67	0.776	210.6
Total benéficos	2.85	0.050	1.66	0.173	1.72	0.139	16.5
<i>C. vittatus</i>	0.82	0.489	3.78	0.006	0.90	0.564	198.3
<i>Chrysoperla</i> sp.	2.46	0.075	1.71	0.153	1.43	0.186	86.1
<i>Nabis</i> sp.	0.44	0.724	0.58	0.717	1.00	0.468	200.4
<i>C. quadrimaculatus</i>	0.46	0.714	0.91	0.486	0.93	0.528	416.0
<i>C. sanguinea</i>	0.98	0.412	0.95	0.457	1.04	0.430	812.4
<i>Stethorus</i> sp.	1.10	0.359	0.88	0.502	1.02	0.454	812.4

^aDatos transformados mediante log (x + 1).

Las densidades de los enemigos naturales fueron significativamente diferentes entre localidades (regiones algodóneras), entre fechas de muestreo y la interacción localidades por fechas de muestreo para *C. maculata*, *Eretmocerus* sp., para *O. tristicolor* hubo diferencias significativas entre localidades y fechas de muestreo; *Geocoris* sp. y *O. v-nigrum* presentaron diferencias significativas entre localidades y la interacción localidad x fecha de muestreo; hubo diferencias significativas entre localidades para *O. insidiosus*, *Rhinacloa* sp., *H. convergens*, *Drapetis* sp., *Misumenops* sp., arañas, *Zelus* sp. y para el total de benéficos; mientras que para *C. vittatus* hubo diferencias significativas entre fechas de muestreo (Tabla 2).

La densidad poblacional de enemigos naturales varió entre las diferentes regiones productoras de algodón, debido probablemente al número de aplicaciones de malatión, la incidencia de *B. tabaci*, y las condiciones agroecológicas en cada una de las localidades. La densidad poblacional de enemigos naturales en la región de Chihuahua fue alta, con un promedio de 35 y un pico máximo de 46 insectos benéficos/100 golpes de red, y permaneció casi constante durante el ciclo agrícola en comparación con el resto de las regiones. En Coahuila y Durango se presentaron promedios de 21 y 24 individuos, respectivamente, y un pico poblacional de enemigos naturales durante el segundo

y tercer muestreo (julio) de 48 y 47 individuos respectivamente, seguido de una disminución importante en la población. La región algodонера con menor densidad poblacional de enemigos naturales fue Tamaulipas, la cual registró un promedio de 21.6 y un pico máximo de población de alrededor de 35 en 100 golpes de red (17 junio - 1 de julio); posteriormente, a partir del 1 de julio la población disminuyó de manera importante durante el resto de la temporada (Tabla 3).

Tabla 3. Densidad poblacional del complejo de enemigos naturales en algodonero en diferentes regiones productoras de México.

No. Muestreo	Tamaulipas	Chihuahua	Durango	Coahuila
1	16.0 (6.0)def*	30.0 (10.5)abcd	20.3 (4.9)abcde	24.7 (9.2)abcde
2	21.3 (4.0)abcde	46.0 (15.7)ab	21.7 (8.7)bcde	47.7 (8.7)a
3	36.3 (5.4)ab	33.3 (7.4)abcd	47.3 (10.4)ab	25.7 (9.4)abcde
4	26.7 (6.2)abcd	37.7 (10.3)abc	22.3 (7.4)abcde	9.7 (1.7)ef
5	6.7 (2.7)f	29.3 (5.7)abcd	6.0 (1.5)f	22.7 (8.4)abcde
6	-	-	6.7 (2.4)f	15.0 (5.0)cdef
Promedio	21.4(3.28)b	35.3(4.30)a	20.7(4.04)b	24.2(3.90)b

*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes entre si (DMS, P = 0.05). Valores entre paréntesis = Error estándar.

Los enemigos naturales más abundantes en todas las regiones fueron *O. tristicolor*, *H. convergens*, *Chrysoperla* sp. *Geocoris* sp. y arañas. *Rhinacloa* sp. y *Eretmocerus* sp. fueron abundantes en Chihuahua, mientras que *C. maculata* fue más abundante en Tamaulipas (Tabla 4).

Tabla 4. Densidad poblacional de géneros o especies de enemigos naturales en algodonero en diferentes regiones productoras de México.

Insecto	Chihuahua	Tamaulipas	Durango	Coahuila
<i>O. tristicolor</i>	6.1(1.41)b	9.0(2.96)ab	7.9(2.39)ab	12.8(2.63)a
<i>O. insidiosus</i>	6.2(1.57)a	0.0(0.00)b	0.0(0.00)b	0.0(0.00)b
<i>Rhinacloa</i> sp.	10.1(3.58)a	0.0(0.00)b	0.0(0.00)b	0.0(0.00)b
<i>H. convergens</i>	0.3(0.21)b	1.0(0.10)b	5.2(1.92)a	2.4(0.56)a
<i>Chrysoperla</i> sp.	2.0(0.64)ab	1.9(0.82)b	3.5(1.21)ab	6.6(1.83)a
<i>Geocoris</i> sp.	0.7(0.25)b	4.9(2.42)a	0.9(0.62)b	0.4(0.23)b
<i>Zelus</i> sp.	1.0(0.38)a	0.0(0.00)b	0.3(0.18)b	0.4(0.18)ab
<i>C. vittatus</i>	0.2(0.11)ab	0.0(0.00)b	0.8(0.42)a	0.6(0.33)a
<i>C. quadrimaculatus</i>	0.0(0.00)a	0.0(0.00)a	0.1(0.08)a	0.1(0.06)a
<i>C. sanguinea</i>	0.0(0.00)a	0.0(0.00)a	0.1(0.06)a	0.0(0.00)a
<i>C. maculata</i>	0.0(0.00)b	2.7(0.98)a	0.1(0.06)b	0.0(0.00)b
Arañas	1.3(0.27)a	0.4(0.16)b	0.9(0.25)ab	0.5(0.19)b
<i>O. v-nigrum</i>	0.0(0.00)c	1.3(0.74)a	0.6(0.20)ab	0.2(0.12)bc
<i>Drapetis</i> sp.	1.5(0.68)a	0.0(0.00)b	0.0(0.00)b	0.0(0.00)b
<i>Misumenops</i> sp.	2.2(0.63)a	0.0(0.00)b	0.0(0.00)b	0.0(0.00)b
<i>Stethorus</i> sp.	0.1(0.07)a	0.0(0.00)b	0.0(0.00)b	0.0(0.00)b
<i>Eretmocerus</i> sp.	3.1(1.00)a	0.0(0.00)b	0.0(0.00)b	0.0(0.00)b
Total benéficos	35.3(4.30)a	21.4(3.28)b	20.7(4.04)b	24.2(3.90)b

^aMedias con letras iguales no son estadísticamente diferentes entre tratamientos (DMS, P = 0.05). Valores entre paréntesis = Error estándar.

Las densidades de adultos de *B. tabaci* variaron entre regiones aldoneras, detectando diferencias significativas entre ellas (Tabla 5). La densidad más alta de adultos de *B. tabaci* se registró en la región Tamaulipas, con un promedio general de 4.3 adultos/hoja durante las seis fechas de muestreo, seguida de la región de Durango, con un promedio general de 4.1 adultos por hoja, sin diferencias estadísticas entre ambas. En la región del norte de Tamaulipas, la población de adultos de *B. tabaci* se incrementó de manera sostenida desde el inicio de los muestreos (20 de mayo), registrando un pico máximo de 37.8 adultos/hoja al final de la temporada (29 de julio - 12 de agosto), mientras que, en la región de Durango, el pico máximo fue de 23.3 adultos/hoja al final de la temporada (26 de agosto - 9 de septiembre). La población más baja de adultos de *B. tabaci* se registró en la región de Chihuahua, con un promedio general de 0.2 adultos/hoja, debido a que no se realizaron aplicaciones de malatión, seguido por la región de Coahuila, con un promedio de 1.6 adultos/hoja, sin diferencias significativas entre ambas regiones (Tabla 6).

Tabla 5. Análisis de varianza de adultos y ninfas de mosca blanca *B. tabaci* en el cultivo de aldonero en diferentes regiones del norte de México.

Variable	FV	FC	P > F	CV (%)
MB adultos	Localidad	3.86	0.01	97.3
	Fecha	1.54	0.20	97.3
	Localidad x fecha	0.96	0.48	97.3
MB ninfas	Localidad	6.15	0.002	111.3
	Fecha	2.38	0.06	111.3
	Localidad x fecha	1.97	0.08	111.3

MB = Mosca blanca

Tabla 6. Densidad poblacional de adultos de mosca blanca en aldonero en diferentes regiones de México.

Muestreo	Tamaulipas	Chihuahua	Durango	Coahuila
1	0.13 (0.01)c*	0.10 (0.02)c	2.83 (0.68)abc	1.07 (0.25)bc
2	1.40 (0.32)bc	0.33 (0.09)c	7.77 (1.20)ab	2.73 (0.74)abc
3	2.03 (0.31)abc	0.33 (0.06)c	1.67 (0.21)abc	1.10 (0.29)bc
4	4.47 (1.21)abc	0.17 (0.04)c	-	-
5	5.17 (0.76)ab	0.33 (0.07)c	-	-
6	12.57 (2.12)a	-	-	-
Promedio	4.29(0.50)a	0.25(0.02)b	4.09(0.67)a	1.63(0.19)ab

*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes entre si (DMS, P = 0.05). Valores entre paréntesis = Error estándar.

La densidad de ninfas de *B. tabaci* varió por efecto de los tratamientos y por fechas de muestreo (Tabla 5). El promedio más alto se registró en la región de Tamaulipas con 8.3 ninfas/área foliar, seguido por la región de Durango con un promedio de 0.9 y 0.5 ninfas/área foliar, respectivamente. La región de Chihuahua y Coahuila presentaron densidades bajas, con promedio general de 0.1 ninfas/área foliar, sin diferencias estadísticas. La densidad de ninfas de *B. tabaci* se mantuvo alta en Tamaulipas durante la temporada, alrededor de 2 ninfas/área foliar, alcanzando un pico máximo de 8.3 ninfas/área foliar al final del ciclo de cultivo (29 de julio - 12 de agosto); en la región de

Durango se presentó un incremento con un pico máximo de 2 ninfas/área foliar al final de la temporada (26 de agosto - 9 de septiembre) (Tabla 7).

Tabla 7. Fluctuación poblacional de ninfas de mosca blanca en algodónero en diferentes regiones de México.

Muestreo	Tamaulipas	Chihuahua	Durango	Coahuila
1	0.07 (0.01)bc*	0.10 (0.03)bc	0.27 (0.07)bc	0.10 (0.02)bc
2	0.13 (0.04)bc	0.23 (0.03)bc	0.67 (0.11)bc	0.10 (0.02)bc
3	0.57 (0.03)bc	0.13 (0.03)bc	0.40 (0.08)bc	0.07 (0.01)bc
4	0.67 (0.11)bc	0.03 (0.01)c	-	-
5	0.77 (0.12)b	0.07 (0.02)bc	-	-
6	2.77 (0.42)a	-	-	-
Promedio	0.83(0.13)a	0.11(0.01)b	0.45(0.04)ab	0.09(0.01)b

*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes entre si (DMS, P = 0.05). Valores entre paréntesis = Error estándar.

DISCUSIÓN

El número de géneros o especies de enemigos naturales encontrados en este estudio en la región de Coahuila y Durango, difiere ligeramente de los 13 reportados por Ávila-Rodríguez *et al.* (2019), y con los 16 reportadas por Maltos *et al.* (2025); mientras que, en este trabajo, la región de Tamaulipas presentó el menor número de especies de depredadores y es consistente con la disminución ocasionada por el mayor número de aplicaciones de malatión, como lo reportó Silva *et al.* (2022), quienes mencionan una menor abundancia de insectos depredadores en los predios de algodón con mayor número de aplicaciones en la Región Lagunera. La densidad poblacional de enemigos naturales en la región de Chihuahua fue alta (35 especímenes/100 golpes de red) durante casi todo el ciclo agrícola. Esto pudo deberse, probablemente, a que no se realizaron aplicaciones de malatión ULV, ya que Chihuahua está declarado como zona libre de picudo del algodónero (DGSV-SENASICA 2023).

En Coahuila y Durango, la densidad poblacional de enemigos naturales fue media (21 y 24 especímenes/100 golpes de red, respectivamente) y se observó una disminución importante en la población, que pudo ser causada por la aplicación de malatión, la cual afecta de manera negativa a los enemigos naturales (Knutson *et al.* 2011, Elzen 2001, Gaber *et al.* 2015, El-Dewy *et al.* 2018). Mientras que en la región de Tamaulipas, donde se realizó el mayor número de aplicaciones de malatión ULV en el ciclo 2023 para el control del picudo del algodónero (DGSV-SENASICA 2023), la densidad poblacional de enemigos naturales disminuyó de manera gradual durante el ciclo de cultivo, alcanzando niveles mínimos al final de la temporada (15 - 29 de julio), lo que es indicativo del efecto de las aplicaciones de malatión sobre la población de insectos benéficos, como lo reportaron Knutson *et al.* (2011), quienes señalan que debido a las aplicaciones de malatión ULV en el centro de Texas, USA, las poblaciones de enemigos naturales como arañas, chinches depredadoras y larvas de Chrysopidae disminuyeron significativamente. La región con menor densidad poblacional de enemigos naturales fue Tamaulipas, con un promedio de 21.6 y un pico máximo de población de alrededor de 35 enemigos naturales en 100 golpes de red (17 junio - 1 de

julio); posteriormente, a partir del 1 de julio la población disminuyó de manera importante durante el resto de la temporada, mientras que, la densidad poblacional de mosca blanca, se incrementó de manera importante durante la temporada, alcanzando su nivel más alto al final del ciclo de cultivo (15 - 29 de julio), cuando las poblaciones de enemigos naturales eran más bajas.

La población más alta de *B. tabaci* se registró en Tamaulipas, seguida de Durango y Coahuila, mientras que Chihuahua registró la población más baja. Lo anterior, es consistente con la eliminación de enemigos naturales mediante la aplicación de malatión, tal como lo mencionan Knutson *et al.* (2011) y lo reportado por Nava *et al.* (2019). En tanto, Maltos *et al.* (2025) reportaron que la densidad de mosca blanca se incrementó considerablemente cuando se eliminó a la mayoría de los enemigos naturales de *B. tabaci*. Lo anterior sugiere la importancia que tiene la conservación de los enemigos naturales en el agroecosistema algodonero, debido al efecto que estos pueden tener en la regulación de la densidad poblacional de la mosca blanca en este cultivo (Vandervoet *et al.* 2018).

CONCLUSIONES

En la región de Tamaulipas, donde se realizaron 30 aplicaciones de malatión ULV, se registró la menor diversidad de enemigos naturales y una densidad poblacional baja, con un promedio de 21.6 insectos benéficos/100 golpes de red; en tanto que registró la densidad de población más alta de *B. tabaci*, con un promedio de 4.29 adultos/ hoja y 0.83 ninfas por hoja. La región de Durango, con 8 aplicaciones de malatión, registró una diversidad baja de enemigos naturales y una densidad poblacional baja, con un promedio de 20.7 insectos/100 golpes de red; en tanto que la densidad de población de *B. tabaci* fue alta, con un promedio de 4.04 adultos/hoja y 0.45 ninfas/hoja. La región de Durango presentó una diversidad baja de enemigos naturales y una densidad poblacional baja, con un promedio de 24 insectos/100 golpes de red; mientras que la densidad de población de mosca blanca fue baja, con un promedio de 1.63 adultos/hoja y 0.09 ninfas/hoja. La región de Chihuahua registró la mayor diversidad de enemigos naturales y una densidad poblacional alta, con un promedio de 35.3 insectos/100 golpes de red; en tanto que la densidad poblacional de mosca blanca fue la más baja, con un promedio de 0.25 adultos/hoja y 0.11 ninfas/hoja.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca otorgada para los estudios de doctorado del primer autor (CVU: 103483). Al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) por el apoyo logístico y material para la realización de este estudio. Al Colegio de Postgraduados por el aporte financiero para llevar a cabo esta investigación.

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran que no tienen conflicto de interés en competencia.

LITERATURA CITADA

- Ahmad M, Arif MI, Naveed M (2010) Dynamics of resistance to organophosphate and carbamate insecticides in the cotton whitefly *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) from Pakistan. *Journal of Pest Science* 83(4): 409-420. <https://doi.org/10.1007/s10340-010-0311-8>
- Ávila-Rodríguez V, Nava-Camberos U, García-Hernández JL, Martínez-Carrillo JL, Blanco CA (2019) Insect diversity in conventional and Bt cottons in the Comarca Lagunera, Mexico. *Southwestern Entomologist* 44: 383-392. <https://doi.org/10.3958/059.044.0203>
- Butler J, Bernal JS, Knutson AE (2007) Effects of malathion ULV applied for boll weevil eradication on survival and foraging activity of the red imported fire ant, *Solenopsis invicta* Buren, in Texas (USA) cotton, *International Journal of Pest Management* 53: 69-76. <https://doi.org/10.1080/09670870601105964>
- DGSV-SENASICA (2022) Segundo informe semestral. Campaña contra plagas reglamentadas del algodónero 2022. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/794766/2do_Informe_semestral_PRAldodone_2022.pdf. Fecha de consulta: 23 de noviembre 2024.
- DGSV-SENASICA (2023) Noveno informe mensual Campaña contra plagas reglamentadas del algodónero 2023. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/862134/09_Septiembre_2023_PRAldodone_2023.pdf. Fecha de consulta: 23 de noviembre 2024.
- El-Dewy M, Sadek A, El-Sarand E (2018) Impact of synthetic insecticides against *Aphis gossypii* Glover, *Bemisia tabaci* (Genn.) and their associated predators on cotton plants. *Alexandria Science Exchange Journal* 39: 669-675. <https://doi.org/10.21608/asejaiqsae.2018.21865>
- Ellsworth PC, Martinez-Carrillo JL (2001) IPM for *Bemisia tabaci*: a case study from North America. *Crop Protection* 20(9): 853-869.
- Ellsworth PC, Palumbo JC, Naranjo SE, Dennehy TJ, Nichols RL (2006) Whitefly management in Arizona cotton 2006. IPM Series No. 18. The University of Arizona, Cooperative Extension. Publication AZ 1404. Tucson, AZ. 4p. <http://cals.arizona.edu/pubs/insects/az1404.pdf>. Fecha de consulta: 25 de octubre 2024.
- Elzen GW (2001) Lethal and sublethal effects of insecticide residues on *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) and *Geocoris punctipes* (Hemiptera: Lygaeidae). *Journal of Economic Entomology* 94: 55-59. <https://doi.org/10.1603/0022-0493-94.1.55>
- Gaber A, Abd-Ella A, Abou-Elhagag G, Abdel-Rahman Y (2015) Field efficiency and selectivity effects of selected insecticides on cotton aphid, *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae) and its predators. *Journal of Phytopathology Pest Management* 2(1): 22-35.
- Knutson AE, Butler J, Bernal J, Bográn C, Campos M (2011) Impact of area-wide malathion on predatory arthropods and secondary pests in cotton during boll weevil eradication in Texas. *Crop Protection* 30: 456-467. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2010.12.003>
- Leigh T, Black J, Jackson C, Burton V (1966) Insecticides and beneficial insects in cotton fields. *California Agriculture* 20: 4-6.
- Machado AV, Potin DM, Torres JB, Torres CSS (2019) Selective insecticides secure natural enemies action in cotton pest management. *Ecotoxicology Environmental Safety* 184: 109669. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.109669>
- Nava-Camberos U, Maltos-Buendía J, Ávila-Rodríguez V, Hernández-Leal E, Franco-Gaytán I, Rivera-Zamarripa AD, Valenzuela-García AA, Estrada-Rodríguez JL, Sánchez-Galván H (2021) Densidades de mosca blanca, *Bemisia tabaci* e insectos depredadores asociados en algodónero. *Southwestern Entomologist* 46: 463-478. <https://doi.org/10.3958/059.046.0216>

- Nava-Camberos U, Terán-Vargas AP, Aguilar-Medel S, Martínez-Carrillo JL, Ávila-Rodríguez V, Rocha-Munive MG, Castañeda-Contreras S, Niaves-Nava E, Mota-Sánchez D, Blanco CA (2019) Agronomic and environmental impacts of Bt cotton in Mexico. *Journal of Integrated Pest Management* 10(1): 15.
- Newhart K (2006) Environmental fate of malathion. California Environmental Protection Agency 11: 1-20.
- Ott L (1988) *An Introduction to Statistical Methods and Data Analysis*, 3rd Edition, PWS Publ. Co. 835p.
- Potin DM, Machado AVA, Barbosa PRR, Torres JB (2022) Multiple factors mediate insecticide toxicity to a key predator for cotton insect pest management. *Ecotoxicology* 31: 490–502. <https://doi.org/10.1007/s10646-022-02526-6>
- Prabhaker N, Coudriet DL, Meyerdirk DE (1985) Insecticide resistance in the sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *Journal of Economic Entomology* 78: 748-752.
- SAS (2004) SAS User's Guide. version 9.1. SAS Institute, Inc., Cary, NC. 4975p.
- SENASICA (2020) Plagas reglamentadas del algodónero. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. <https://www.gob.mx/senasica/documentos/plagas-reglamentadas-del-algodonero-110920>. Fecha de consulta: 12 de diciembre 2024.
- Silva-Martínez C, Nava-Camberos U, Cano-Ríos P, García-Hernández JL, Reyes-Carrillo JL, Sánchez-Ramos FJ, Serrano-Salcedo DA (2022) Efecto de las aplicaciones aéreas de malatión UBV en la fauna insectil benéfica asociada al cultivo del algodónero en la Comarca Lagunera, México. *Nova Scientia* 14: 1-12.
- Singh R, Jaglan RS (2005) Development and management of insecticide resistance in cotton whitefly and leafhopper-a review. *Agricultural Reviews* 26(3): 229-234.
- Tillman PG, Mulrooney JE (2001) Effect of malathion on beneficial insects. *Southwestern Entomologist Suppl.* 24: 13-21
- Vandervoet TF, Ellsworth PC, Carrière Y, Naranjo SE (2018) Quantifying conservation biological control for management of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) in cotton. *Journal of Economic Entomology* 111: 1056-1068. Doi: 10.1093/jee/toy049