

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE AGROECOLOGÍA



Efecto de las aplicaciones aéreas de Malatión UBV sobre la fauna insectil
benéfica en el cultivo del algodón en la Comarca Lagunera, Durango

Por:

Daniel Miguel Pascual

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

Torreón, Coahuila, México
Febrero 2025

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE AGROECOLOGÍA

Efecto de las aplicaciones aéreas de Malatión UBV sobre la fauna insectil benéfica
en el cultivo del algodón en la Comarca Lagunera, Durango

Por:

Daniel Miguel Pascual

TESIS

Que somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial
para obtener el título de:

INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

Aprobado por:



Dr. Christian Silva Martínez
Presidente



Dr. Urbano Nava Camberos
Vocal externo



Dra. Alejandra Cabrera Rodríguez
Vocal



Dr. Gerardo Zapata Sifuentes
Vocal suplente



M.E. Javier López Hernández
Coordinador interino de la División de Carreras Agronómicas



Torreón, Coahuila, México
Febrero 2025

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE AGROECOLOGÍA

Efecto de las aplicaciones aéreas de Malatión UBV sobre la fauna insectil benéfica
en el cultivo del algodón en la Comarca Lagunera, Durango

Por:

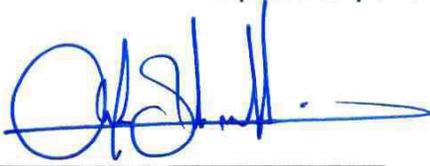
Daniel Miguel Pascual

TESIS

Presentado como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

Aprobado por el Comité de Asesoría:



Dr. Christian Silva Martínez
Asesor Principal



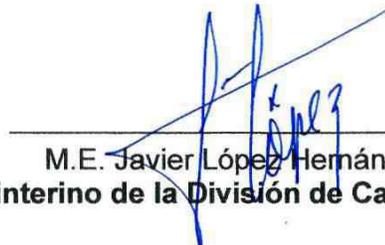
Dr. Urbano Nava Camberos
Asesor externo



Dra. Alejandra Cabrera Rodríguez
Coasesor



Dr. Gerardo Zapata Sifuentes
Coasesor



M.E. Javier López Hernández
Coordinador interino de la División de Carreras Agronómicas



Torreón, Coahuila, México
Febrero 2025

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por permitirme llegar a este momento, siendo mi guía, al no dejar rendirme, dándome paciencia, perseverancia y dedicación a mis estudios.

A mi padre y a mi madre, Juan Miguel Ambrosio y Gudelia Pascual Mazas, por el apoyo incondicional que me brindaron para hacer posible mi formación profesional.

A mi asesor de tesis, Dr. Christian Silva Martínez, por apoyarme en la realización de este proyecto, así como por las clases que me impartió, las cuales fueron de gran interés y aprendizaje.

A cada uno de mis maestros y maestras, que me impartieron sus conocimientos con paciencia y dedicación, a lo largo de mi formación profesional.

A mi Alma Mater, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por ser mi casa de estudios durante estos cuatro años, brindándome las oportunidades para concluir mi educación profesional, así como por ponerme buenas personas, maestros y amigos en el camino que hicieron más satisfactoria mi estancia.

DEDICATORIA

A mi padre Juan Miguel Ambrosio y mi madre Gudelia Pascual Mazas, les dedico este trabajo, siendo el resultado del esfuerzo, desvelos y sacrificios que han hecho por mí, no me alcanzaría la vida para agradecerles infinitamente el gran apoyo que me brindaron y el inculcarme valores para ser una mejor persona, la máxima recompensa es tenerlos a ustedes como padres, su hijo que los ama mucho, Daniel.

A mi hermano Juan Carlos y mi hermana Citlali, que me han motivado desde siempre con mis estudios, así como por inculcarme los valores por el respeto a los seres vivos y el medio ambiente.

A mis abuelos Carlos Miguel e Ignacia Ambrosio, les dedico hasta el cielo con cariño este trabajo, siendo ustedes mi inspiración por el arduo trabajo que realizaron en vida.

A mi abuelo Francisco Pascual por enseñarme desde pequeño la labor del campo, siendo también mi inspiración de esfuerzo y dedicación.

A mi abuela Valvina Mazas y abuelo Agustín Felipe, por siempre darme buenos consejos y preocuparse por mí.

A mi amigo José Román Rebollar Murillo, gracias por ser parte de esta bonita etapa universitaria y por estar en cada momento acompañando y apoyando, más que un amigo un hermano buitre.

A mi amigo Wilber Salvador Bernal, por ser más como un hermano desde la infancia, con su apoyo y consejos para poder superarme cada día.

A mis perritos Whisky y Loki, que me acompañaron en cada desvelo de tareas y por motivarme cada día.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Índice

INTRODUCCIÓN	1
1.1.- Objetivos.....	3
1.1.1.- Objetivo general	3
1.1.2.- Objetivos específicos.....	3
1.2.- Hipótesis	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1.- Origen y Taxonomía	4
2.1.2.- Taxonomía	4
2.2.- Morfología	5
2.3.- Algodón en el mundo.....	6
2.4.- Algodón en México	7
2.5.- Algodón en la Comarca Lagunera	8
2.6.- Manejo cultural del algodón en la Comarca Lagunera	9
2.6.1.- Preparación del terreno.....	10
2.6.2.- Siembra.....	10
2.6.3.- Variedades disponibles	10
2.6.4.- Fechas de siembra.....	10
2.6.5.- Labores de cultivo	11
2.6.6.- Riegos	11
2.6.7.- Fertilización	11
2.7.- Principales plagas del algodón.....	12
2.7.1.- Picudo del Algodonero <i>Anthonomus grandis</i> (Boheman).....	12
2.7.2.- Gusano rosado (<i>Pectinophora gossypiella</i> Saunders)	12
2.7.3.- Gusano tabacalero (<i>Heliothis virescens</i>).....	12
2.7.4.- Gusano soldado (<i>Spodoptera exigua</i>).....	13
2.7.5.- Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>).....	13
2.7.6.- Chinche Ligus (<i>Lygus hesperus</i> Knight).....	13
2.8.- Campaña Binacional de Supresión/Erradicación del Gusano Rosado y Picudo del Algodonero del Algodonero.....	14

2.8.1.- Acciones que se realizan en El Programa Binacional de Supresión/Erradicación del gusano rosado y picudo del algodón (México – Estados Unidos).	14
2.8.2.- Erradicación del gusano rosado del algodón	16
2.9.- Importancia de la fauna insectil benéfica en el agroecosistema	17
2.9.1.- Efecto de los insecticidas en la fauna insectil benéfica	18
2.9.2.- Resurgencia de plagas.....	18
2.10.- Efecto de organofosforados en fauna insectil benéfica	19
2.11.- Insecticidas organofosforados y sus efectos en el medioambiente	20
2.12.- Coeficiente de Impacto Ambiental (EIQ) del Malatión	21
III. MATERIALES Y MÉTODOS	23
IV. RESULTADOS	24
4.1.- Especies o grupos de depredadores	24
4.2.- Crisopas verdes, <i>Chrysoperla sp.</i>	25
4.3.- Catarinita convergente, <i>Hippodamia convergens.</i>	26
4.4.- Chinche pirata, <i>Orius tristicolor.</i>	26
V. DISCUSIÓN.....	31
VI. CONCLUSIÓN.....	33
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Producción en toneladas de los principales países productores de algodón (FAOSTAT, 2022).	6
Figura 2 Efecto de la aplicación aérea de Malatión UBV en las densidades de las principales especies de insectos benéficos en algodónero, en la localidad Transporte, Durango. A = Número de insectos por 100 golpes de red, B = Porcentajes de reducción e incremento poblacional con respecto al muestreo previo a la aplicación.	28
Figura 3 Efecto de la aplicación aérea de Malatión UBV en las densidades de las principales especies de insectos benéficos en algodónero, en la localidad Esmeralda, Durango. A = Número de insectos por 100 golpes de red, B = Porcentajes de reducción e incremento poblacional con respecto al muestreo previo a la aplicación.	30

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Taxonomía de <i>Gossypium hirsutum</i> L. (Díaz et al., 2022).....	4
Cuadro 2 Principales Estados productores de algodón hueso en México (SIAP, 2023).....	8
Cuadro 3 Promedio de insectos entomófagos en 100 golpes de red y aplicaciones realizadas en las localidades ubicadas en la Región Lagunera, Durango, durante el ciclo agrícola 2023.	25

RESUMEN

Se evaluó el efecto que presenta la fauna insectil benéfica asociada al cultivo del algodón a las aplicaciones aéreas de Malatión UBV para el control del picudo del algodón *Anthonomus grandis*, Boheman, los muestreos se realizaron en dos localidades ubicadas en la Región Lagunera, Durango, en el ciclo agrícola 2023, los muestreos se realizaron una hora antes de la aplicación y los días 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 19 y 23 después de la aplicación. Los muestreos consistieron en 20 golpes de red en cinco puntos de cada localidad, dando un total de 100 golpes por predio, posteriormente los insectos colectados fueron clasificados e identificados en el laboratorio. Las especies que presentaron mayor abundancia fueron *O. Tristicolor*, *Chrysoperla sp.* y *H. Convergans*, la especie que presentó menor efecto en su densidad fue *O. Tristicolor*, ya que presentó crecimiento en su población en comparación al número de individuos observados antes de la aplicación, por el contrario, *Chrysoperla sp.*, presentó mayor dificultad inclusive para alcanzar el número de individuos observados previos a las aplicaciones.

Palabras clave: Aplicaciones aéreas, Algodonero, Malatión UBV, Fauna insectil benéfica, Efecto

ABSTRACT

The effect of the beneficial insect fauna associated with cotton cultivation on aerial applications of Malathion UBV for the control of the boll weevil *Anthonomus grandis*, Boheman, was evaluated. Sampling was carried out in two locations located in the Lagunera Region, Durango, in the 2023 season, Insect sampling was carried out one hour before application of Malathion and at 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 19 and 23 days after aerial application. The sampling consisted of 20 net sweeps in five points of each location, giving a total of 100 net sweeps per locations. Subsequently, the collected insects were classified and identified in the laboratory. The species that presented the highest abundance were *O. tristicolor*, *Chrysoperla sp* and *H. convergens*. The species that was least affected in its density was *O. tristicolor*, since it showed growth in its population compared to the number of individuals observed before the application, on the contrary, *Chrysoperla sp.*, presented greater difficulty even in reaching the number of individuals observed prior to applications.

Keywords: Aerial applications, Cotton, UBV Malathion, Beneficial insect fauna, Effectl

INTRODUCCIÓN

Dentro de los cultivos no alimentarios de mayor importancia en el mundo, se encuentra el algodón, el cual representa el 30% de las fibras consumidas para la industria textil, siendo la variedad mexicana (*Gossypium hirsutum* L.), la que aporta cerca del 90% de la producción mundial, debido a su alta calidad de fibra (SAGARPA-FAO, 2014). Es cultivado en regiones tropicales, subtropicales y áridas, aproximadamente en 50 países, siendo China, India, Estados Unidos y Brasil, los principales productores aportando un 70% de la producción global (Ávila *et al.*, 2022), México aporta el 0.7%, Chihuahua, Baja California, Coahuila, Tamaulipas, Sonora y Durango, son los principales estados productores a nivel nacional. Desde hace más de un siglo el cultivo del algodón ha tenido importancia económica en el norte del país, siendo fuente de empleos y desarrollo agroindustrial, no obstante, en los últimos años la industria algodonera se ha visto afectada en relación a la salinización del suelo, disponibilidad de agua y problemas con la alta densidad poblacional de plagas en los monocultivos (Delgado *et al.*, 2020). Entre las principales plagas del algodón se encuentran el gusano rosado *Pectinophora gossypiella* (Saunders), el picudo del algodnero *Anthonomus grandis* (Boheman), la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius), conchuela *Chlorochroa ligata* (Say), gusano soldado *Spodoptera exigua* (Hübner), gusano bellotero *Helicoverpa zea* (Boddie) y el chinche *Ligus Lygus spp*, que merman la calidad y producción del algodón en la región (Nava *et al.*, 2018).

Para reducir los daños ocasionados por insectos no benéficos en la Comarca Lagunera, en el año 2014 se incorporó al Programa Binacional de Supresión/Erradicación del Gusano rosado (*P. gossypiella*) y Picudo del algodnero (*A. grandis*), implementando acciones de control cultural como fechas de siembra, desvare y barbecho, mapeo, control etológico, trampeo, muestreo directo y como principal herramienta de control aplicaciones aéreas de Malatión

UBV (Ultra Bajo Volumen). Sin embargo, la resistencia de algunas plagas al ingrediente activo de los insecticidas y las toxinas de *Bacillus thuringensis* en algodón transgénico, no han hecho posible la erradicación/supresión total de las mismas, originando incluso la resurgencia de plagas consideradas como secundarias (Nava *et al.*, 2019). Por otra parte, se estima que los enemigos naturales son responsables de controlar entre el 50% y el 90% de plagas que se produce en los agroecosistemas (Pimentel *et al.*, 2005). Los parasitoides y depredadores pueden proporcionar una regulación a largo plazo de las especies de plagas, siempre que se sigan prácticas de manejo adecuadas para hacer que el ambiente sea propicio para aumentar su abundancia y eficiencia (Leight *et al.*, 1966). Los organofosforados son ampliamente reconocidos como uno de los principales impulsores de la pérdida de biodiversidad de los insectos en todo el mundo (Hallmann *et al.*, 2017; Sánchez y Wyckhuys, 2019), la estabilidad en el agroecosistema no está solo relacionada al número de especies presentes, sino más bien a las interacciones funcionales entre las mismas, mientras más diversos los agroecosistemas, estos tienden a ser más estables y resilientes. La biodiversidad se debe mantener o promover, para preservar la capacidad de autorregulación de los agroecosistemas (Nicholls *et al.*, 2015). Con la finalidad de disminuir las poblaciones de insectos plaga a un nivel en el que no ocasionen un daño de importancia económica (Pinzón *et al.*, 2018; Hernández *et al.*, 2019).

El objetivo del presente estudio fue conocer la fluctuación poblacional de la fauna insectil benéfica asociada al cultivo del algodón por efecto de las aplicaciones aéreas de Malatión UBV en la Comarca Lagunera en el estado de Durango.

1.1.- Objetivos

1.1.1.- Objetivo general

- Determinar el efecto directo de las aplicaciones de Malatión UBV en la población de la fauna insectil benéfica asociada al cultivo del algodón.

1.1.2.- Objetivos específicos

- Muestrear las localidades antes y después de las aplicaciones aéreas de Malatión UBV para evaluar su efecto en la fauna insectil benéfica.
- Clasificar e Identificar las especies de la fauna insectil benéfica nativa de mayor importancia en el agroecosistema del algodón.

1.2.- Hipótesis

Hipótesis: Las aplicaciones de Malatión UBV utilizadas para el control del Picudo del algodón disminuyen la población de fauna insectil benéfica nativa del agroecosistema.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1.- Origen y Taxonomía

Se tiene registros de hace más de 3000 años a. de C. del uso del algodón como materia prima, en la India se utilizaba la especie *Gossypium arboreum* para la elaboración de telas, de la India fue llevado a Japón 781 a. de C. estableciéndose su cultivo en el siglo XVI. Por su parte en el continente americano el algodón ya era conocido antes del descubrimiento de América, tanto en la parte norte (Tehuacán, Puebla, 5 000 años), como en el centro y sur del continente, siendo *G. hirsutum* originario del sur de México y Centroamérica. En Estados Unidos los primeros cultivares de algodón provinieron posiblemente de México, de la especie *G. hirsutum*, debido a que estos se adaptaron mejor a las siembras altas del sureste (Ávila *et al.*, 2022).

El algodón de la especie *G. hirsutum* es el que domina el mercado mundial en su ámbito, siendo el resultado de una hibridación ocurrida hace uno o dos millones de años, entre progenitores del genoma A del Viejo Mundo y un antecesor con el genoma D del Nuevo Mundo (Huang *et al.*, 2020).

2.1.2.- Taxonomía

Cuadro 1 Taxonomía de *Gossypium hirsutum* L. (Díaz *et al.*, 2022)

Taxonomía del algodón <i>Gossypium hirsutum</i> L.	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Malvales
Familia	Malvaceae
Género	<i>Gossypium</i> L.

Especie

hirsutum L.

2.2.- Morfología

La morfología del algodón varía dependiendo la especie, mejoramientos y el clima de donde este se ubique. En el caso de la variedad *G. hirsutum*, la semilla lo conforman dos cotiledones con amplias glándulas especialmente en la parte superior y el embrión, llenando el grano en el interior. Tienen entre un 18% a 20 % de aceite comestible en relación al peso seco, en ellas hay proteínas como la alfa globulina, glutelina, beta globulina y secuencias de carbohidratos a modo de pentosa. La estructura de la planta comprende un eje central en su parte aérea, que crece verticalmente de forma variable, de donde surgen ramas vegetativas (monopodios) y fructíferas (simpodios), su estructura es piramidal, la raíz llega alcanzar los dos metros de profundidad en suelos bien drenados y profundos, cuando no se cumplen las condiciones anteriores, solo llega a alcanzar los 50 cm de profundidad. Los tallos son ligeramente gruesos y rígidos, con tonalidades amarillo-pardo en zonas viejas y rojizo-verdosa en zonas recientes. En los simpodios se forman estructuras verdes revestidas por brácteas, llamadas también canastas, de donde emergen los botones florales, la flor está constituida por la corola, cinco pétalos amarillos, cáliz con cinco sépalos unidos entre sí y tres brácteas dentadas, que después se convierten cápsulas ovoides y alargadas, moderadamente gruesas, de pigmentación verde con manchas rojas, de donde surgirá el fruto, habitualmente cada cápsula en su interior alberga de cuatro a seis lóculos que contienen entre seis y diez semillas, forradas con largos filamentos formando así la fibra, su color varía de cremoso a café oscuro, con medidas de una pulgada a pulgada y media (Federación Nacional de Algodoneros, 1978).

2.3.- Algodón en el mundo

La importancia de este producto radica en la domesticación de cuatro variedades: *G. barbadense*, *G. arboreum*, *G. herbaceum* y *G. hirsutum*, para su uso textil siendo el último el de mayor producción mundial, sus orígenes yacen en el sureste de México y países de Centroamérica, siendo el cimiento de muchas familias de su especie en la zona, extendiéndose globalmente (Díaz *et al.*, 2022). Su adaptación en distintas partes del mundo, especialmente en regiones subtropicales, tropicales y áridas, la volvió viable para su producción a gran escala, al someterse en zonas áridas, bajo condiciones escasas de riego permite obtener fibras de alta calidad, requiriendo temperaturas máximas y mínimas de 12.8°C y 30°C, con precipitaciones de 700-1,300 mm, en rangos de 0-600 msnm (Luján *et al.*, 2020). En base a datos del FAOSTAT, en el 2022 se obtuvieron los siguientes resultados de los principales países productores de algodón en el mundo, donde México ocupó el 11° lugar.

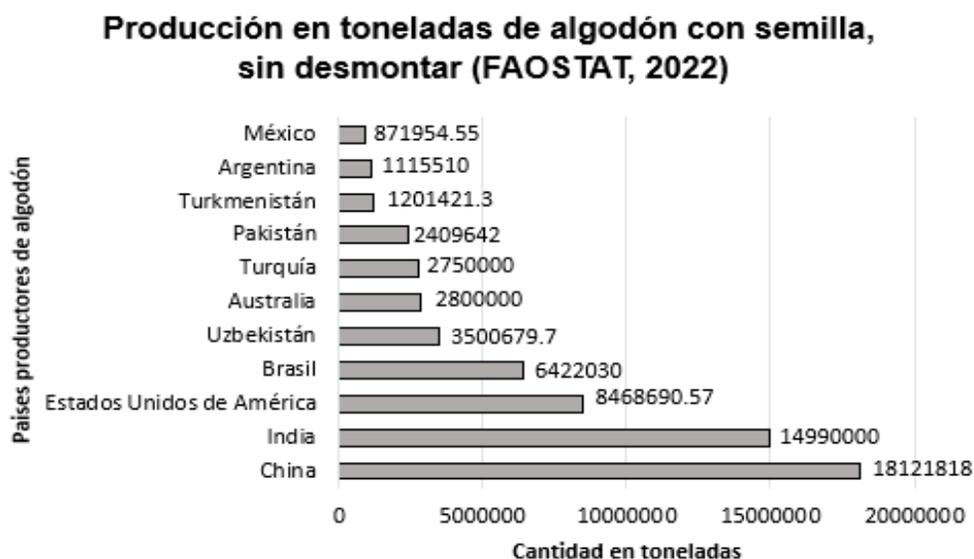


Figura 1 Producción en toneladas de los principales países productores de algodón (FAOSTAT, 2022).

2.4.- Algodón en México

Entre los cultivos originarios de México destaca el algodón de la variedad de *G. hirsutum*, del cual descienden 11 de las 13 especies silvestres endémicas del país (Pérez *et al.*, 2016). Este fue domesticado y aprovechado por diversas culturas prehispánicas, entre ellas los mexicas, que lo confeccionaban para mantos, armaduras o trueque, su uso se extendió inclusive en la época del colonialismo, siendo Veracruz y Guerrero, las principales provincias de producción algodонера. Posterior a la independencia de México, en los estados del norte surgió el interés por el algodón, a mediados del siglo XIX ya habían buenos rendimientos, así como infraestructura y para las primeras décadas del siglo XX, con el acceso de vías de comunicación ferroviarias, en conjunto a la cercanía a la frontera con Estados Unidos e inversiones extranjeras, la región denominada La Comarca Lagunera, entre otras urbes norteñas, se convirtieron en las principales zonas de producción de algodón (Corona, 2016).

Durante ese tiempo la industria algodонера fue atractiva para productores y comerciantes por la derrama económica que esta dejaba, específicamente en las zonas fronterizas de México donde tuvo más relevancia, siendo la Región Lagunera una de ellas, que, aún con las duras condiciones del desierto, la agricultura con el “oro blanco” tuvo gran prosperidad en mayor medida a la disposición de agua por parte de los ríos Nazas y Aguanaval, además del apoyo otorgado por el gobierno federal para incentivar la producción (Rivas, 2021).

De acuerdo al Anuario Estadístico de la Producción Agrícola, se reportó que, en el año 2022, a nivel nacional se tuvo una producción de algodón hueso de 909,809.24 (novecientos nueve millones, ochocientos nueve mil punto veinticuatro) toneladas con un valor de \$14,568,020.96 (catorce millones, quinientos sesenta y ocho mil, veinte pesos mexicanos, con noventa y seis centavos) (SIAP, 2022). Con estas cifras, México se colocó en la posición número 11° en el ranking mundial de productores de algodón hueso, donde los principales estados productores fueron los siguientes:

Cuadro 2 Principales Estados productores de algodón hueso en México (SIAP, 2023)

N°	Entidad federativa	Producción	Porcentaje
1	Chihuahua	700,015	77%
2	Baja California	78,764	9%
3	Coahuila	73,432	8%
4	Tamaulipas	28,474	3%
5	Sonora	18,553	2%
6	Durango	10,571	1%
Total		909,809	100%

2.5.- Algodón en la Comarca Lagunera

En sus inicios a mediados del siglo XIX se manejó el cultivo a escala, sin embargo la guerra civil estadounidense influyó en la industria algodonera, ya que el precio se elevó a un dólar, comenzado con un fenómeno de colonización en la Región Lagunera y otras partes del norte (Fernández, 2001), años después, aumentó la producción convirtiéndola en una cadena agroindustrial a inicios del siglo XX, a partir de la década de los treinta, la demanda de este producto textil contribuyó en el desarrollo agroindustrial y económico, generando empleos e infraestructura, surgiendo ciudades como Torreón, siendo importante inicialmente en el mercado interno y años después en el mercado externo del país, el algodón se manejó a modo de monocultivo y prosperó en sus primeros años, hasta las décadas de los 40 y 50, en gran medida al reparto de tierras, inversiones extranjeras e innovación tecnológica en infraestructura hídrica, que permitió la construcción de presas, donde se almacenaba agua de los ríos Nazas y Aguanaval, los sistemas de irrigación implementados en el desierto permitieron producir 360 mil pacas en 90 mil hectáreas por año (Cerutti y Almaraz., 2013).

Sin embargo, en el año 1956, se dio un hecho que afectó a la mano de obra mexicana, a causa del denominado “dumping” algodonerero originado por la decisión del gobierno estadounidense de liberar sus reservas algodonereras al mercado internacional, provocando una caída del precio, que repercutió en el desempleo directo y en menos construcción de infraestructura local, afectando la economía nacional (Aboites, 2013). Así mismo, la aparición de nuevas fibras sintéticas, baja de precios, estancamiento de las superficies sembradas y dificultades en la transición a nuevos cultivos, las producciones fueron disminuyendo, hasta las décadas de 1960 a 1980 los rendimientos crecieron nuevamente de forma moderada, debido al uso de nuevas variedades de algodón, mecanización agrícola, fertilizantes y plaguicidas. Otro hecho importante fue el uso de semillas transgénicas a partir de 1990, que permitió sostener el rendimiento después del año 2000, pero a menor velocidad que antes (Aboites, 2020).

Pese a su auge histórico, después de la segunda mitad del siglo XX, el rendimiento fue menor a años anteriores y se ve reflejado hasta nuestros días, son varias las causas como la falta de políticas que fomenten el interés por la producción algodonerera, la desatención de este cultivo, salinidad de los suelos, problemas fitosanitarios por la resistencia de plagas en el monocultivo y sobreexplotación de los mantos freáticos, que han ocasionado un declive en la industria algodonerera (Hernández *et al.*, 2019).

2.6.- Manejo cultural del algodón en la Comarca Lagunera

De acuerdo con los componentes tecnológicos para el cultivo del algodón del INIFAP en la Comarca Lagunera, se deben realizar las siguientes labores culturales para el establecimiento de cultivo del algodón.

2.6.1.- Preparación del terreno

Se recomienda iniciar con un barbecho a finales del mes de noviembre, utilizando arado de disco reversible o reja a unos 30 cm de profundidad. Seguido de un rastreo del suelo con dos pasadas para ablandar la tierra. El bordeado y unión de bordos se hace a modo de proporcionar el manejo del agua, deben hacerse melgas procurando trazar de 20 o 24 surcos. Si hay buena nivelación en el terreno puede ser omitido este paso, en caso contrario se debe pasar la niveladora dos veces, la canalización del agua sirve para la rehabilitación y construcción de acequias. Para realizar el surcado y corrugado se recomienda que la distancia entre surcos debe ser de 0.76 m, esto para asegurar un mayor número de plantas (Franco, 2024).

2.6.2.- Siembra

El uso de una sembradora de precisión calibrada es lo más recomendable, la cual deberá ser cargada con semilla desbarrada químicamente (12 a 13 kg/ha), la profundidad máxima a la que debe ser plantada es de 3.5 a 4 cm y la distancia de siembra procurando que sea de 0.76 m entre hileras y de 12 cm de una semilla a la otra (Franco, 2024).

2.6.3.- Variedades disponibles

Usualmente se utilizan variedades de algodón GM, a razón de resistir el ataque de plagas lepidópteras, si se siembra algodón Bt, con uno o dos genes, se recomienda sembrar una proporción de variedades convencionales o no Bt a modo de refugio de insectos plaga. La zona de refugio es obligatoria con el fin de evitar la resistencia de plagas las toxinas del algodón transgénico y mantener la eficiencia a largo plazo del algodón, la relación de la zona refugio puede hacerse de 80:20 o 96:4 (Franco, 2024).

2.6.4.- Fechas de siembra

Las fechas autorizadas para realizar labores de siembra abarcan desde el 20 de marzo al 20 de abril, los días óptimos de siembra son del 1° al 10 de abril. Si se siembra antes se tienen problemas de marchitez temprana o “Damping off” y si

se hace en época tardía es más susceptible al ataque de plagas, además de tener menor rendimiento disminuyendo hasta un 11% (Franco, 2024).

2.6.5.- Labores de cultivo

Se recomienda una labranza superficial post-siembra, para evitar la compactación del suelo, también favorece en la eliminación de arvenses y limpieza de las acequias para no obstruir el paso de agua de riego, además con esta actividad los tallos del algodón se fortalecen (Franco, 2024).

2.6.6.- Riegos

Para la región de la Comarca Lagunera, el tipo de riego más utilizado es el superficial, los cuales los números de riego se distribuyen de la siguiente forma; uno de pre-siembra con una lámina de 20 cm y tres riegos de auxilio con una lámina de 12 cm. En caso de tener problemas de alta salinización, la lámina a aplicar es de 15 cm. El riego de pre-siembra debe aplicarse anticipadamente durante los 10 primeros días de marzo, con el fin de coincidir con el punto óptimo de siembra. También deben aplicarse tres riegos de auxilio, el primero a los 55-60 dds, en la producción de cuadros e inicio de la floración, el segundo debe ser a los 75-80 dds, coincidiendo con la tercera semana de floración y el último riego de auxilio a los 95-100 dds, en la sexta semana de floración (Franco, 2024).

2.6.7.- Fertilización

Se recomienda realizar un muestreo de suelo (0-30 cm de profundidad), previo a la siembra, con el fin de analizar en laboratorio los residuos de N y P, los cuales pueden ser aprovechados en la siguiente siembra y tener una fertilización eficiente. La fórmula aplicada para máximos rendimientos es de 180-50-0 con base en MAP y Sulfato de amonio, el cual tiene se modifica de acuerdo al cultivo y ciclo de fertilización anterior. Cuando el suelo es muy arcilloso, el N debe aplicarse en dos terceras partes de la siembra e inmediatamente el resto antes del primer riego de auxilio, en caso no tener suelo arcilloso, la cantidad de N se aplica todo al momento de la siembra. En el caso de P se aplica en toda la siembra (Franco, 2024).

2.7.- Principales plagas del algodón

Entre las principales plagas del cultivo del algodonero se tienen los siguientes:

2.7.1.- Picudo del Algodonero *Anthonomus grandis* (Boheman)

Causan daños perforando cuadros y bellotas para alimentarse, haciéndolo tanto en estado larvario como en adulto, cuando se escasea este alimento, se dirigen a las bellotas tiernas, otro tipo de daño lo causan las hembras, depositando sus huevecillos en cuadros de más de un tercio de desarrollo (siete mm de diámetro), cuando las larvas emergen se alimentan del interior de estos, abriendo sus brácteas, lo cual provoca una pigmentación amarilla, transcurrida la ovipostura en un periodo de seis a nueve días estos se desprenden de la planta, el daño puede variar desde un cárpelo hasta la bellota completa (Garza, 2001).

2.7.2.- Gusano rosado (*Pectinophora gossypiella* Saunders)

Fue introducido a México en 1911 mediante semillas importadas de Egipto, y se dispersó rápidamente a todas las zonas productoras de algodón, causando daños severos. Afecta principalmente a las bellotas de 21 días de edad, destruyéndolas, disminuyendo así el rendimiento de producción, también suele encontrarse en los botones florales. Las larvas desarrollan su ciclo biológico dentro de las bellotas, una vez que emergen para pupar, facilitan el acceso a patógenos que pudren el fruto (Ávila *et al.*, 2022).

2.7.3.- Gusano tabacalero (*Heliothis virescens*)

El daño se presenta en las yemas terminales de la planta a causa de las larvas pequeñas que se alimentan de ella, sin embargo, las larvas grandes afectan a los cuadros, bellotas y polen de flores abiertas, cuando no hay cuadros, las partes terminales de la planta también pueden ser siniestradas interfiriendo en el crecimiento y la producción. Cuando las larvas se alimentan del interior de los cuadros, es posible verse el excremento en la base de la bellota dañada, además de que la tornan de un color amarillento, haciendo que después caigan y se infecten de patógenos secundarios, provocando pudrición (Garza, 2001).

2.7.4.- Gusano soldado (*Spodoptera exigua*)

Esta plaga ataca en todas las etapas fenológicas del cultivo, alimentándose del follaje, durante la época de fructificación daña los cuadros y bellotas, provocando su desprendimiento y pudrición a causa de patógenos. Las agrupaciones de larvas jóvenes cerca de la ovipostura en hojas y brácteas quedan esqueletonizadas, las de mayor tamaño consumen hojas, cuadros, flores y bellotas, el daño en terminales causa un ramificado excesivo y retrasa la fructificación. El daño en el follaje depende del número de larvas que atacan a plantas pequeñas, ya que estas pueden soportar una defoliación del 50% sin afectar el rendimiento, pero en el periodo de fructificación una defoliación del 20 al 25% puede resultar en pérdidas considerables (Garza, 2001).

2.7.5.- Mosca blanca (*Bemisia tabaci*)

Se hace presente cuando hay problemas de estrés hídrico en la planta y exceso de nitrógeno, las ninfas y adultos de mosca blanca causan daño principal directo como, amarillamiento, defoliación o deformación del follaje por la succión de la savia e indirectamente dañan con sus secreciones azucaradas (también llamada miel de rocío) a la fibra, manchando y haciéndola pegajosa, afectando los estándares de calidad para las fábricas, que las rechazan por llegar a dañar las máquinas de desmonte, provocando pérdidas económicas muy importantes. Además, la acumulación masiva de secreciones en los tejidos o fibra, permiten la aparición de enfermedades como fumagina que reduce la fotosíntesis entre otros procesos fisiológicos (Gómez et al., 2012).

2.7.6.- Chinche Ligus (*Lygus hesperus* Knight)

Las hembras depositan sus huevecillos dentro de los tejidos de la planta, los cuales en un periodo de una semana eclosionan, las ninfas son más susceptibles a los efectos de insecticidas que los adultos, ocasionan más daño durante este estadio ya que, atacan los cuadros afectando el rendimiento de las fructificaciones, alargando el ciclo de producción, también interfieren en el equilibrio de carbohidratos, causando un exceso de crecimiento vegetativo, lo

cual hace más difícil y costoso el proceso de defoliación, afectando también la calidad de la fibra (Ellsworth *et al.*, 2012).

2.8.- Campaña Binacional de Supresión/Erradicación del Gusano Rosado y Picudo del Algodonero del Algodonero.

Con el fin de suprimir al gusano rosado y el picudo del algodón (plagas principales del cultivo de algodón), México y Estados Unidos crearon el Programa Binacional de Supresión/Erradicación del Gusano Rosado (*P. gossypiella*) y Picudo del Algodonero del Algodonero (*A. grandis*) en el año 2002 comenzando en el Estado de Chihuahua, donde colaboraron el SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad Y Calidad Agroalimentaria) y el USDA (United States Department of Agriculture), teniendo los primeros resultados exitosos, las principales acciones que se realizaron fueron los mapeos a través de GPS, trampeos con feromonas, control químico mediante aplicaciones aéreas y terrestres UBV de Malatión al 95%, control cultural y etiológico, uso de algodón transgénico, control autocida, muestreos de bellotas para la evaluación y seguimiento del programa. (SAGARPA, 2023)

Con la buena respuesta del programa más estados se unieron, como Tamaulipas en el 2004, Baja California y Sonora en 2008 y para el año 2014 la Región Lagunera (Coahuila y Durango), La cooperatividad entre productores y autoridades sanitarias de ambos países, logró en el año 2017 cubrir 209 mil hectáreas como zona libre del gusano rosado y picudo del algodón (SENASICA, 2018)

2.8.1.- Acciones que se realizan en El Programa Binacional de Supresión/Erradicación del gusano rosado y picudo del algodón (México – Estados Unidos).

Mapeo

Se mapea la totalidad de la superficie algodонера, con la intención de identificar las dimensiones y localización de áreas cultivadas, utilizando el Sistema de Posicionamiento Global (GPS), usando pruebas ELISA para la identificación de campos con algodón transgénico y convencional, siendo importante para las acciones de control del gusano rosado, así mismo, se utiliza un sistema de numeración de predios basado en 10 dígitos, para ubicar la zona, municipio, unidad de campo y número asignado.

Trampeo (detección)

Para el picudo del algodnero, mediante monitoreos sobre el área asignada, se colocan sobre la periferia del predio trampas tipo scout, las cuales cuentan con un emisor de feromona de 10 mg del ingrediente activo grandlure, la densidad que abarcan es de una trampa cada 2 hectáreas, estas deben revisarse semanalmente y remplazarse cada 15 días, mediante el escaneo del código de barras se obtiene la información de cada trampa.

En el caso del monitoreo para el gusano rosado se requieren trampas tipo delta, que cuentan con un emisor de feromona gossypure de 4 mg de ingrediente activo, estas se colocan una cada cuatro hectáreas y deben reemplazarse cada cuatro días.

Control Cultural

El control cultural aplicado en México para el cultivo del algodnero, se rige mediante la Norma Oficial Mexicana NOM-026-FITO-1995 enfocada al control de plagas del algodnero y la Norma Oficial Mexicana NOM-081-FITO-2001, sobre el manejo y eliminación de focos de infestación de plagas, en donde la SADER obliga a los productores a cumplir con las fechas de siembra, cosecha, destrucción de residuos, actividades de barbecho y desvare, con la finalidad de eliminar insectos hibernantes (DOF, 2014).

Control químico

Cuando se tiene un umbral de acción de una captura por predio, se realizan aplicaciones a ultra- bajo volumen (UBV) de Malatión UBV, al 95% vía área o terrestre, mediante avionetas equipadas con un sistema de aplicación UBV, en una dosis de 0.88 L/ha, se realizan las aplicaciones sobre una altura de 1.5 a 2 metros sobre el nivel superior de la planta, para una eficiente aplicación es indispensable evaluar el tamaño de la gota y cobertura de aspersion, mediante tarjetas de papel marcador, facilitando así realizar ajustes si es necesario, Cuando los predios se encuentran cerca de escuelas, o fuentes de agua, no se recomiendan aplicaciones áreas, por ello se sustituye con aspersores terrestres tipo “MIST BLOWER” (SAGARPA, 2023).

2.8.2.- Erradicación del gusano rosado del algodnero

En el año 1911 la plaga del gusano rosado llegó a México proveniente de África, provocando grandes estragos en la producción del algodnero hasta un 40 %, reduciendo la calidad de la fibra y semilla. Como medida de acción, se comenzó la implementación de semillas genéticamente modificadas (GM), que cuentan con el gen bacteriano *B. thuringensis* (Bt), su característica principal es la producción de la toxina insectiva de Bt, que al hacer contacto con la plaga le provoca la muerte, si se exponen a una alta concentración continuamente. La recomendación que se hace en los predios es no sembrar toda la superficie con algodón Bt, también debe incluirse una parte con algodón No Bt, a modo de refugio. Para el año 2018 los estados de Coahuila, Durango y Tamaulipas se unieron a los demás estados productores en la declaratoria de zona libre de esta plaga publicada el 20 de noviembre del 2018 en el Diario Oficial de la Federación, actualmente la totalidad del territorio nacional cuenta con su declaratoria vigente de zona libre, sin embargo, aún se realizan acciones de monitoreo (Ávila *et al.*, 2017).

2.9.- Importancia de la fauna insectil benéfica en el agroecosistema

La industria agroquímica ha llevado a la dependencia de sus productos que resultan nocivos para la salud humana, afectando a agricultores en un 78% (FAO, 2018), por ende, se han optado por retomar alternativas como el control biológico, que consiste en el uso de “insectos benéficos” o “fauna insectil benéfica”, los cuales se alimentan o parasitan a plagas exóticas y nativas, presentes en el agroecosistema que causan daño en la producción agroalimentaria (Zelaya *et al.*, 2022).

Contrario al pensamiento común de la población, que asocian a todos los insectos como perjudiciales, también los hay aquellos que son benéficos para el hombre desde un enfoque agronómico y ambiental, ya que se encargan de mantener estable un agroecosistema, realizando acciones de control de plagas, polinización o como descomponedores de materia orgánica y fertilización, estos pueden estar de forma silvestre o bien siendo criados y liberados por el hombre (Loiácono y Margaría, 2010).

La importancia de la presencia de los insectos benéficos en un agroecosistema se vincula con los servicios ambientales que estos proporcionan, siendo reguladores de la incidencia de plagas clave en los cultivos, contrario al uso de insecticidas químicos, los enemigos naturales no representan un daño colateral para el humano ni para el ambiente, sin embargo, su presencia depende de las condiciones abióticas, así como del buen manejo agronómico del lugar (Gallardo *et al.*, 2016).

El Control Biológico insectil se caracteriza por hacer uso de dos grupos de insectos, los depredadores como Coleópteros (*Catarinas Hippodamia converges*, *Collops vittatus*, *Collops quadrimaculatus*, *Stethorus sp.*, *Coleomegilla maculatta*, *Cycloneda sanguinea*) Hemípteros (chinchas piratas *Orius tristicolor*, *Orius insidiosus*), Neurópteros (Crisopas, *Chrysoperla sp.*), Odonatos (Libélulas) y un gran complejo de arañas, entre otros, que se caracterizan por comer

directamente a sus presas, muchos de ellos cuando están en estado larvario, algunos pueden ser generalistas o solo específicos con una única plaga. En el otro grupo están los insectos parasitoides como avispa (*Catolaccus grandis*, *Trichogramma spp.*, *Capidosoma sp*), y moscas (*Tachinidae*, *Euplectrus plathypenae* Howard), donde las hembras ovipositan dentro, cerca o sobre el huésped plaga, el parasitismo puede ocurrir cuando emergen o nacen las larvas, las cuales se alimentan de pupas, huevos o infectando a su hospedante directamente produciéndole la muerte, hasta que el parasitoide llega a la etapa adulta repitiendo el ciclo (García, 2000).

2.9.1.- Efecto de los insecticidas en la fauna insectil benéfica

En base a estudios de la CICOPLAFEST (Comisión intersecretarial para el control del proceso y uso de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas), realizados en 1991, en México se reveló que los insecticidas más utilizados en el sector agrícola son los organofosforados como el Malatión, Paratión, Azinfos – metílico, Diazinón, Fosmet, Fentión, entre otros, que son de alta toxicidad para insectos benéficos. Su método de acción es a través del contacto o fumigación (Badii y Varela, 2008). Debido a su composición química estos inhiben la enzima acetilcolinesterasa (ACE), que hidroliza a gran velocidad a la acetilcolina (AC, transmisor químico sináptico), afectando el sistema nervioso de los insectos, provocando parálisis de las funciones motrices y una intoxicación aguda que conlleva a la muerte (Ponce *et al.*, 2006).

2.9.2.- Resurgencia de plagas

La principal causa se debe a los insecticidas de amplio espectro, al no ser selectivos en su totalidad, matan a los insectos benéficos, ocasionando un incremento de población de insectos plaga o la aparición de nuevas plagas secundarias, cuando los agentes naturales reguladores no están presentes en el agroecosistema, las consecuencias son pérdidas económicas en la producción,

otro factor también es la resistencia química, que en su mayoría las plagas adquieren y heredan a su descendencia, a causa de la exposición constante de pesticidas, los cuales cada vez deben ser mucho más agresivos para que tengan efecto (Nicholls, 2008).

Los insectos depredadores de mayor abundancia en el agroecosistema del algodón son; *C. carnea*, *H. convergens*, *O. tristicolor*, *Zelus sp*, *Nabis sp*, *Olla v-nigrum*, *Geocoris punctipes*, *C. quadrimaculatus*, y arañas cangrejo, considerando a *Chrysopa carnea*, *H. convergens* y *O. tristicolor* las de mayor importancia para la regulación natural de insectos ya que estas tres especies representan el 90.6% de la totalidad de los depredadores (Silva-Martínez *et al.*, 2022).

2.10.- Efecto de organofosforados en fauna insectil benéfica

Con el auge de la revolución verde no solo hubo mayor producción, también hubo mayor dependencia a los agroquímicos como insecticidas, los cuales no solo afectan a la salud humana, si no que repercuten en el agroecosistema, esterilizando los suelos, contaminando los mantos freáticos y perjudicando la población insectil benéfica debido a la composición química de estos productos, al ser muy accesibles por su precio económico y tener un amplio espectro son más utilizados en la agricultura convencional (Bejarano *et al.*, 2017). Si bien en los cultivos, las aplicaciones de pesticidas organofosforados en combinación del uso de algodón Bt, ha reducido la incidencia de plagas principales como el gusano rosado y el picudo del algodón, estos han repercutido en el incremento poblacional de plagas secundarias, debido a que insectos no blanco que actúan como reguladores resultan afectados por intoxicación, reduciendo su población, cuyas consecuencias se reflejan en la calidad de la fibra de algodón (Silva-Martínez *et al.*, 2022). Se ha demostrado que las aplicaciones tóxicas de Malatión UBV, tiene efectos altamente tóxicos en insectos benéficos como en *G. punctipes*, *Cotessia marginiventris* (Cresson), *Bracon mellitor* (Say) y

Cardiochiles nigreps (Vierick), además, los residuos de los organofosforados siguen presentes en el agroecosistema actuando en un periodo de 0 a 48 horas en promedio (Tillman, 2000). Provocando efectos letales como la muerte de los insectos por exposición y efectos subletales como menor longevidad de insectos adultos, alteraciones en la fertilidad y fecundación de las hembras, alteraciones en el sexo y mutaciones, a causa de la exposición prologada al ingrediente activo (Espino *et al.*, 2015), Sin embargo, no solo la exposición a los químicos afecta a los agentes biológicos, también influye en su alimentación, los depredadores se ven en el problema de no encontrar presas y los parasitoides cuando ovipositan en huéspedes contaminados, sus larvas son afectadas por las toxinas y mueren junto al hospedante (Zenner y Álvarez, 2008). Otro grupo afectado son los insectos polinizadores, los cuales son muy importantes para la productividad en el agroecosistema, la síntesis química de los pesticidas, perjudica en la supervivencia, reproducción, fertilidad, orientación y coordinación motriz, alterando la genética, así como las probabilidades de subsistir en el entorno (Ndakidemi *et al.*, 2016).

2.11.- Insecticidas organofosforados y sus efectos en el medioambiente

En 1944 el primer organofosforado sintetizado fue el paratión ampliamente producido y distribuido en los siguientes años por Bayern®, si bien cumplió con las expectativas de economizar la producción, reducir el incremento de plagas, arvenses y patógenos en conjunto al uso de transgénicos, se determinó que estos no son seguros ni estables, teniendo efectos nocivos en el ambiente y la salud, provocando daños renales e inmunológicos, náuseas, dolor de cabeza y en casos crónicos, mutaciones, cáncer, esterilidad e incluso la muerte por intoxicación aguda (Flores *et al.*, 2018).

La rápida degradación en el ambiente de los organofosforados, los hace considerarlos tóxicos por su amplio espectro y baja selectividad, estos actúan de forma tópica, por inhalación o ingestión (Calderón *et al.*, 2019). Al ser sintetizados

químicamente por el hombre, productos como el Malatión pueden presentarse de forma líquida como una sustancia incolora y en forma de calidad técnica (un líquido amarillo-pardo) a una concentración del 90%, de acuerdo a la FDA (Food and Drug Administration), solo es permisible una cantidad de ocho partes por millón (ppm) como residuo en los cultivos, ya que su exposición es letal tanto para insectos como para mamíferos (Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2003). Debido al alto índice de toxicidad se encuentra en la Lista de Sustancias Peligrosas (Hazardous Substance List), reglamentado por la OSHA (Occupational Safety and Health Administration) y mencionado por la EPA (Environmental Protection Agency), la IARC (International Agency for Research on Cancer), el DOT (Department of Transportation), la ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists), entre otras entidades gubernamentales y no gubernamentales que hacen énfasis de su peligrosidad para el humano y el medio ambiente (New Jersey Department of Health and Senior Services, 2004).

2.12.- Coeficiente de Impacto Ambiental (EIQ) del Malatión

En 1992, Kovach y colaboradores, desarrollaron un modelo para un programa de manejo integrado de plagas de la Universidad de Cornell, que mediante “n” valor numérico y adimensional se puede determinar el impacto ambiental de los plaguicidas agrícolas. La información obtenida de cada plaguicida y la relación del impacto antropogénico, se recopila mediante una ecuación establecida por tres componentes: primero componente de trabajadores agrícolas, segundo componente de consumo y tercero componente ecológico. Los valores obtenidos de la ecuación se ponderan de distinta forma en base a los factores individuales (Ávila *et al.*, 2016).

En base a la ecuación de Kovach, haciendo uso de EIQ Calculator del NYSIPM (New York State Integrated Pest Management), determina que los valores de EIQ en campo por componentes relacionados al Malatión al 95% son los siguientes;

EIQ del consumidor: 5.9/ha, EIQ del trabajador: 50.9/ha y EIQ ecológico: 44.9/ha. (*EIQ Calculator CALS, 2024*).

Por lo cual, acorde a los rangos establecidos de <5 como Muy Bajo, 5> - <20 Bajo, >25 - <45 Medio y 45> Alto, según lo calculado con una dosis de un litro por hectárea, a una concentración del 95 % del ingrediente activo como lo establece el Protocolo de Erradicación y Supresión del Gusano Rosado y Picudo del Algodonero, las aplicaciones aéreas realizadas de Malatión UBV son consideradas dentro del rango Medio en impacto ecológico, al tener un valor calculado de 44.9 y Altamente tóxico en el impacto al trabajador con un valor calculado en 50.9 (Principiano y Acciaresi, 2018).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

La Región de la Comarca Lagunera, se localiza en la parte central de la porción norte de México, entre las siguientes coordenadas 102° 22" y 104° 47" Longitud Oeste y los paralelos 24° 22" y 26" Longitud Norte, a una altura de 1,139 msnm, entre un relieve montañoso y una superficie plana, con una extensión de 47,980 km² (INIFAP, 2022). La conforman 15 municipios de dos Estados cercanos, siendo Lerdo, Gómez Palacio, Mapimí, Nazas, Rodeo, Tlahualilo, Simón Bolívar, San Juan de Guadalupe, San Luis del Cordero y San Pedro del Gallo, parte de Durango, mientras que Torreón, Matamoros, San Pedro de las Colonias, Francisco I. Madero y Viesca, pertenecen a Coahuila (Miranda-Wong, 2008).

El presente estudio se realizó en dos predios comerciales de algodónero ubicados en los ejidos Transporte (25.6285107 N, -103.5410621 O) y Esmeralda (25.7390097 N, -103.4105469 O) de la Región Lagunera de Durango, durante el ciclo agrícola 2023. Los muestreos de insectos depredadores se realizaron una hora antes y 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 19 y 23 días después de la aplicación (dda) aérea de Malatión UBV 95 % (Lucathion UVB, Química Lucava S.A. de C.V.), a la dosis de 1 L/ha. Los muestreos consistieron en dar 20 golpes de red en cada uno de cinco sitios de cada predio, dando un total de 100 golpes de red. Los insectos recolectados fueron conservados, identificados con guías taxonómicas y contabilizados en el Departamento de Agroecología de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro- Unidad Laguna. La aplicación de Malatión UBV contra picudo del algodónero se realizó el 5 de agosto en la localidad Transporte y el 14 de agosto en la localidad Esmeralda, además en esta localidad se aplicó Imidacloprid + Betacyflutrin (Muralla Max, Bayer de México S.A. de C.V.), a la dosis de 0.5 L/ha, el 18 de agosto y 4 de septiembre para el control de mosca blanca.

Las densidades observadas de cada especie entomófaga o grupo taxonómico por 100 golpes de red fueron sometidos a análisis T-student para detectar

diferencias entre localidades, el análisis de los datos se realizó con el paquete estadístico SAS versión 2002 (SAS Institute, 2002).

IV. RESULTADOS

4.1.- Especies o grupos de depredadores

Las especies o grupos de entomófagos que se colectaron en las localidades fueron *O. tristicolor*, *H. convergens*, *Chrysoperla sp.*, arácnidos, *Nabis sp*, *G. punctipes*, *C. vitattus*, *Zelus sp.*, y *O. v-nigrum*, en orden según la abundancia, las primeras tres especies representaron el 84% del total de las especies colectadas por lo que son consideradas como las de mayor importancia para la regulación de insectos plaga en el agroecosistema del algodónero.

La localidad de Transporte, donde se realizó solo una aplicación de Malatión UBV durante el periodo de muestreo (23 días), presentó significativamente mayor abundancia de depredadores (promedio de 12.55 insectos/100 golpes de red) que el predio de Esmeralda (promedio de 7.73 insectos/100 golpes de red), en donde se efectuó una aplicación de Malatión UBV y dos aplicaciones de Imidacloprid + Betacyflutrín. En la localidad de Transporte, las especies de mayor abundancia fueron *O. tristicolor*, *H. convergens* y *Chrysoperla sp.*, mientras que en la localidad de Esmeralda las especies que presentaron mayor abundancia fueron *O. tristicolor*, *Chrysoperla sp.* y *H. convergens* (Cuadro 3).

Cuadro 3 Promedio de insectos entomófagos en 100 golpes de red y aplicaciones realizadas en las localidades ubicadas en la Región Lagunera, Durango, durante el ciclo agrícola 2023.

Depredador	Transporte	Esmeralda
<i>H. convergens</i>	3.0a*	0.54b
<i>O. v-nigrum</i>	0.09a	0.09a
<i>Chrysoperla sp.</i>	2.45a	1.18a
<i>O. tristicolor</i>	6.09a	3.72a
<i>Nabis sp.</i>	0.27a	0.36a
<i>Zelus sp.</i>	0a	0.18a
<i>G. punctipes</i>	0b	0.45a*
<i>C. vitattus</i>	0a	0.27a
arácnidos	0.63a	0.90a
Total de Depredadores	12.55a*	7.73b
Total de aplicaciones aéreas de Malatión UBV	1	1
Total, de aplicaciones de Imidacloprid + Betacyflutrín	0	2

a*Medias por especie de depredador con las mismas letras no son significativamente diferentes entre localidades.

4.2.- Crisopas verdes, *Chrysoperla sp.*

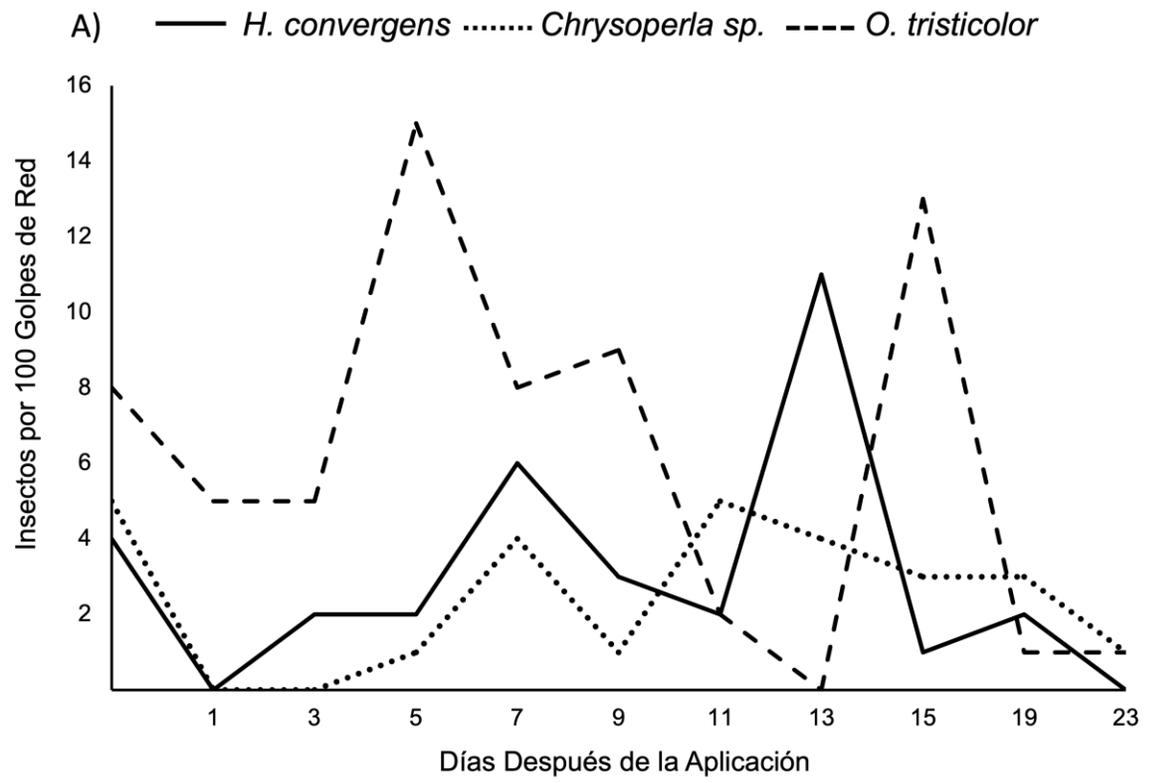
En la localidad de Transporte se redujo del 20 al 100% la población de crisopas verdes durante el período de muestreo (23 dda), excepto a los 11 dda cuando no hubo reducción en su población con respecto al muestreo previo, observándose una reducción total durante los primeros tres dda. Considerando la densidad de cinco crisopas en 100 golpes de red previo a la aplicación y un promedio de 2.2 crisopas por 100 golpes de red en los muestreos posteriores a la aplicación, el promedio de reducción poblacional fue de 56% (Figura 2). En la localidad la Esmeralda con una aplicación de Malatión y dos aplicaciones adicionales de imidacloprid + beta-ciflutrina redujeron del 25 al 100% la población de este depredador, registrándose una reducción total hasta 7 dda. El promedio de reducción poblacional fue de 77.5% (Figura 3).

4.3.- Catarinita convergente, *Hippodamia convergens*.

En la localidad de Transporte las poblaciones de este depredador fueron reducidas por la aplicación de Malatión, en la mayor parte del período de muestreo después de la aplicación se observaron reducciones poblacionales del 25 al 100%, con excepción de los muestreos realizados a los 7 y 13 dda en los que hubo incrementos. El promedio de reducción poblacional fue del 27.5% (Figura 2). En el predio de algodónero donde se realizaron aplicaciones de Malatión e imidacloprid + beta-ciflutrina hubo reducciones poblacionales totales en la mayoría de los muestreos, excepto a los 5 y 15 dda en los que hubo incrementos, con un promedio de 50% de reducción (Figura 3).

4.4.- Chinche pirata, *Orius tristicolor*.

En la localidad de Transporte se observó una reducción poblacional del 38% durante los tres primeros días después de la aplicación, posteriormente (5 a 9 dda) se observó una recuperación e incremento poblacional, y de los 11 a 23 dda se presentaron reducciones del 75 al 100%, con excepción de los 15 dda cuando hubo un ligero incremento. El promedio de reducción poblacional fue de 26.3% (Figura 3). En la localidad la Esmeralda solo se observaron reducciones poblacionales del 50% a los 1 y 7 dda. En la mayor parte del período de muestreo después de las aplicaciones de los insecticidas la población se recuperó e incrementó notablemente (del 50 al 400%). Considerando la densidad de 2 chinches piratas en 100 golpes de red previo a la aplicación y un promedio de 3.9 chinches piratas por 100 golpes de red en los muestreos posteriores a la aplicación, se presentó un incremento poblacional del 95% (Figura 3).



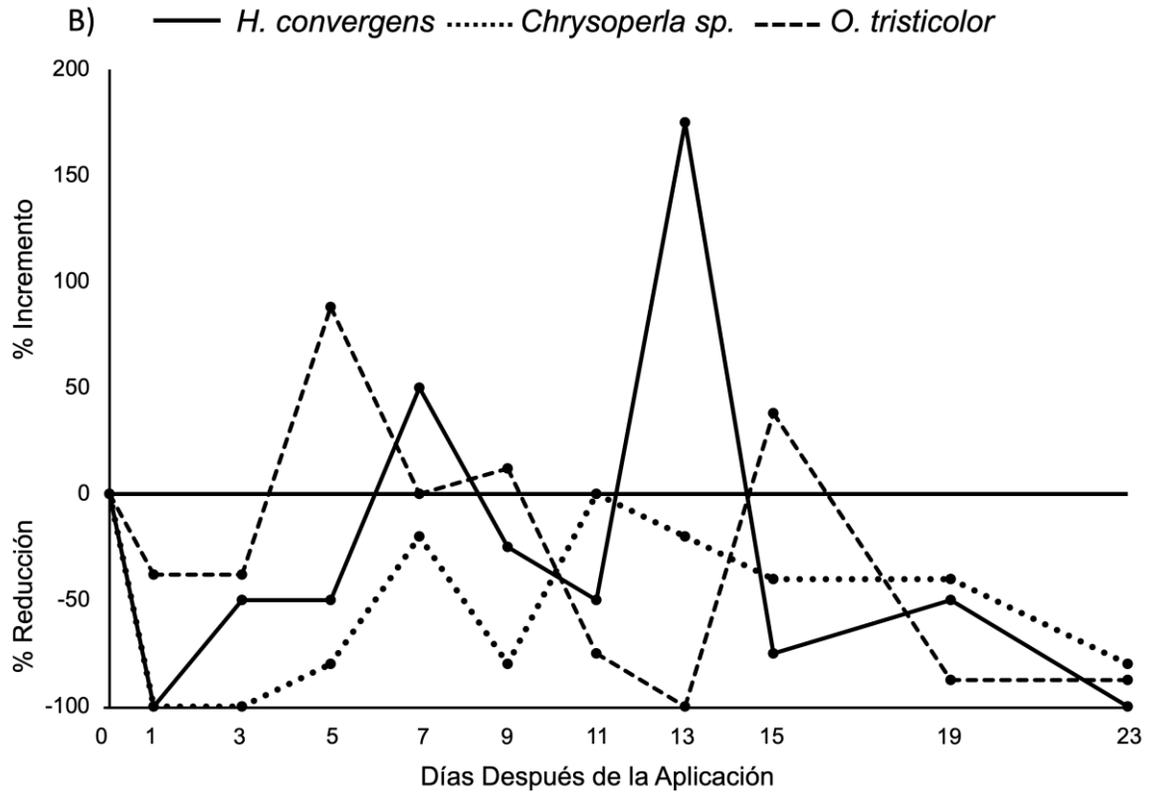
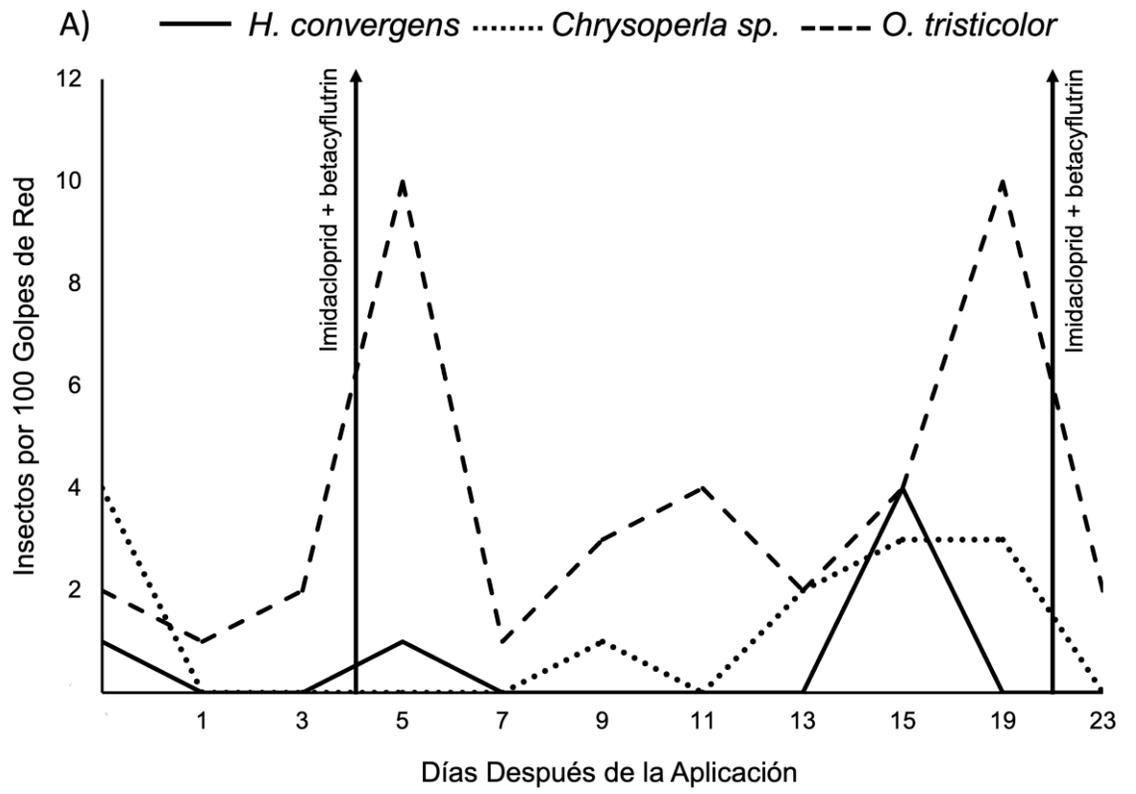


Figura 2 Efecto de la aplicación aérea de Malatión UBV en las densidades de las principales especies de insectos benéficos en algodónero, en la localidad Transporte, Durango. A = Número de insectos por 100 golpes de red, B = Porcentajes de reducción e incremento poblacional con respecto al muestreo previo a la aplicación.



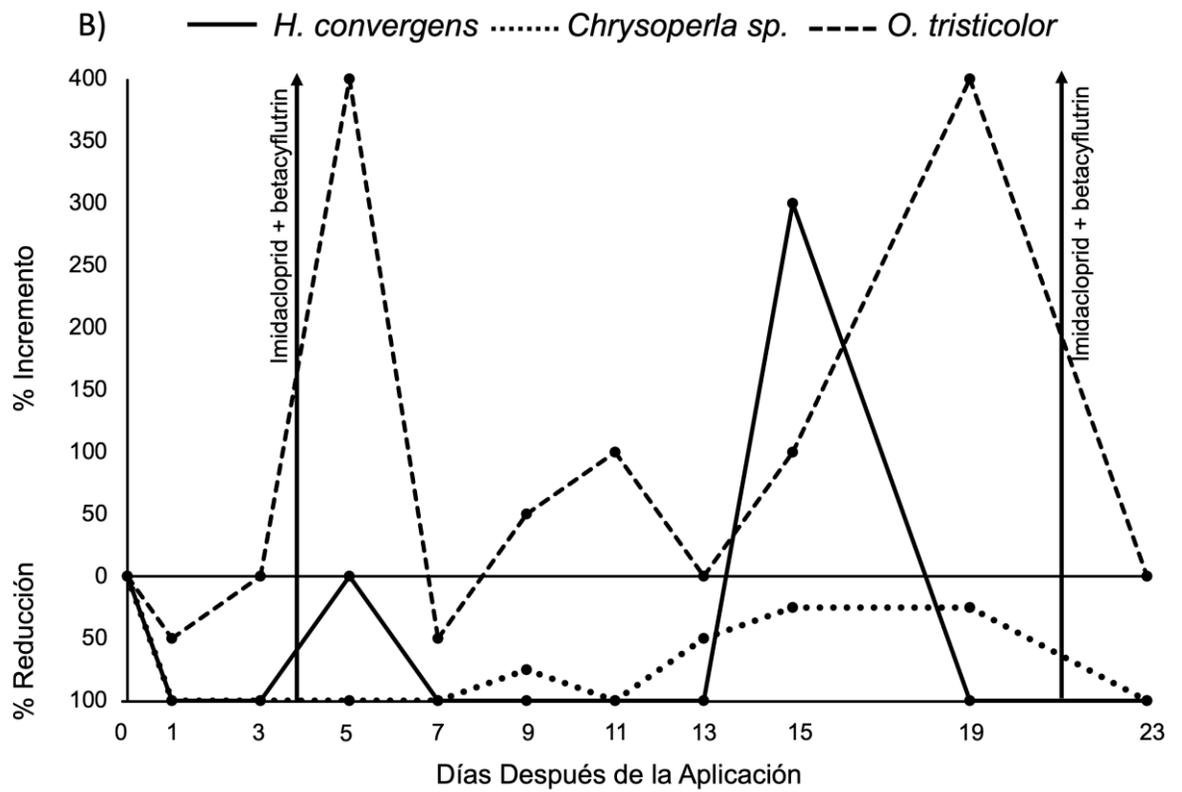


Figura 3 Efecto de la aplicación aérea de Malatión UBV en las densidades de las principales especies de insectos benéficos en algodónero, en la localidad Esmeralda, Durango. A = Número de insectos por 100 golpes de red, B = Porcentajes de reducción e incremento poblacional con respecto al muestreo previo a la aplicación.

V. DISCUSIÓN

En estudios similares realizados por (Silva-Martínez *et al.*, 2022), se registró que las especies de fauna insectil benéfica de mayor abundancia en el agroecosistema del algodón en la Región Lagunera fueron *O. tristicolor*, *C. carnea* y *H. convergens*, (Ellsworth *et al.*, 2019), establece un umbral promedio de depredación de mosca blanca por parte de *O. tristicolor* de 5 a 8 ejemplares, para *C. carnea* de 2 a 3 larvas y para *H. convergens* no hay número definido, sin embargo, su presencia en la región, es considerada de importancia para la regulación de *B. tabaci*.

Ávila-Rodríguez *et al.* (2019) reportaron a *O. tristicolor*, *O. leavigatus*, *C. carnea*, *A. obliqua* e *H. convergens* como las especies de mayor abundancia en el cultivo del algodón en la Comarca Lagunera.

Leight *et al.* (1966) en estudios similares reportaron que las aplicaciones de Malatión provocaron una reducción del 90% al 95% en la población de *O. tristicolor* durante las 24 horas posteriores a su aplicación, y que su población permaneció limitada durante los 21 días posteriores, en el presente estudio *O. tristicolor* presentó menor reducción que las demás especies 38% al 50% durante las primeras 24 horas después de la aplicación, en la localidad de Transporte superó el número de individuos observados antes de la aplicación hasta el día 5, en la localidad de la Esmeralda, igualó el número registrado antes de la aplicación en el día 3, para *G. punctipes*, reportaron una reducción inicial del 70% después de la aplicación de Malatión, si bien, pudieron recuperar su población a la observada antes de la aplicación en el séptimo día, se observó una reducción en los siguientes días durante el periodo de muestreo (21 días), en el presente estudio las poblaciones de *G. punctipes* permanecieron muy bajas por lo que no existe una comparación precisa de esta especie, para *C. quadrimaculatus*, observaron que las poblaciones se mantuvieron estables durante el periodo de 21 días después de la aplicación de Malatión, lo que indicó un mínimo efecto o mayor tolerancia al insecticida, para la Región Lagunera solo se observó *C. vitattus*, sin embargo, fueron muy bajas las poblaciones observadas durante el

periodo de muestreo. *Chrysoperla carnea*, mostró una buena capacidad de recuperación con respecto a las demás especies, atribuyendo dicha capacidad a la movilidad de los adultos, en el presente estudio *Chrysoperla sp.* fue la especie que presentó un mayor efecto negativo en su población, con reducción del 100% en su población 24 horas después de la aplicación, la población permaneció limitada durante el periodo de muestreo, sin observar un aumento con respecto al número de individuos observados antes de la aplicación. Leight *et al.* (1966), concluyen que el total de los insecticidas organofosforados probados en su estudio presentaron un efecto negativo en las poblaciones de la fauna insectil benéfica asociada al cultivo del algodón.

Naranjo y Akey (2005), evaluaron el efecto de Acetimidiprid (Neonicotinoide), en la fauna insectil benéfica para el control de *B. tabaci* en el cultivo del algodón, reportaron daños severos en parasitoides, *H. convergens* y *O. tristicolor*, además *C. carnea* presentó una reducción del 36% en promedio, observaron que después de las aplicaciones se presentó una disminución inmediata y severa en las poblaciones de la fauna insectil benéfica, provocando un mayor daño de *B. tabaci* en las plantas donde se aplicó insecticida en comparación con el testigo sin aplicaciones.

La chinche pirata *O. tristicolor*, fue la especie que presentó mayor abundancia durante el periodo de muestreo, Ávila-Rodríguez *et al.* (2019) consideran que el complejo *Orius spp.*, son importantes en cultivos adyacentes como maíz, sorgo, melón, sandía, chiles picantes y nueces pecanas en la región de La Laguna, en los cuales se realizan aplicaciones de insecticida de amplio espectro para su manejo por lo que pudieran haber adquirido resistencia a algunos insecticidas, Nava-Camberos *et al.* (2021) consideran en su trabajo que las crisopas verdes y las chinches piratas fueron los depredadores más abundantes y mostraron una buena relación denso dependiente con las moscas blancas, por lo que pueden ser de gran importancia en el control biológico natural de esta plaga en el agroecosistema del algodón en la Comarca Lagunera.

VI. CONCLUSIÓN

Las especies entomófagas de mayor importancia para el agroecosistema del cultivo del algodón son *O. tristicolor*, *H. convergens* y *Chrysoperla sp.*, ya que son mayormente abundantes que las demás descritas, todas las especies presentaron una disminución en su población después de las aplicaciones aéreas de Malatión UBV, la especie que presentó mayor disminución en su densidad poblacional fue *Chrysoperla sp.*, observando dificultades a lo largo del periodo de muestreo incluso para alcanzar el número de individuos observados antes de la aplicación, la especie que presentó menor efecto a las aplicaciones aéreas fue *O. tristicolor*, inclusive se observó crecimiento antes del muestreo, sin embargo, solo fueron evaluados los efectos letales o directos en la población y no los considerados como subletales o indirectos. La fauna insectil benéfica contribuye de manera natural para la supresión de *B. tabaci* en el agroecosistema del algodón, por lo que es importante desarrollar acciones que fomenten la conservación y el incremento de dichas poblaciones.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aboites, L. (2013). El norte entre algodones: población, trabajo agrícola y optimismo en México, 1930-1970. 1Ed. México D.F. El Colegio de México, Centro de Estudios Históricos, 2013, 441p. ISBN 978-607-462-496-0.
- Aboites, L. (2020). El conflictivo ascenso de Chihuahua. 1 ed. Monterrey, N. L. Centro de Estudios Humanísticos, UANL, 2020. 174p. ISBN 978-607-27-1415-1
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. (2003). *Resumen de Salud Pública: Malatía*. Consulta: 18 octubre 2024. Disponible en: www.atsdr.cdc.gov/es
- Ávila-Miramontes, J. A., Ávila-Salazar, J. M., Martínez-Heredia, D., y Santoyo-Rivas, F. J. (2022). El Cultivo del Algodón, Generalidades y Sistemas de Producción en el Noreste de México. 1 ed. Hermosillo, Sonora. Universidad de Sonora. 2022. 1-92 p.
- Ávila-García, R., Cano-Ríos, P., Orona-Castillo, I., Espinoza-Arellano, J.de.J., y Ramírez-Segoviano, R. (2017). Establecimiento De La Línea Base Para La Evaluación Del Impacto Técnico Y Socioeconómico De La Campaña Contra Plagas Reglamentadas Del Cultivo Del Algodonero (*Gossypium hirsutum* L.) En El Estado De Coahuila, México. *Revista Mexicana de Agronegocios*.41. 720-731p. Disponible en: <https://doi.org/10.22004/ag.econ.266427>
- Ávila, V., Nava, U., García, J. L., Martínez, J. L. y Blanco, C. (2019) Insect Diversity in Conventional and Bt Cottons in the Comarca Lagunera, México, *Southwestern Entomologist*. 44 (2), 333-392 p. Disponible en: <https://doi.org/10.3958/059.044.0203>
- Ávila, K., Chaparro, A., y Reyes, G. (2016). Estimación del índice de coeficiente ambiental (EIQ) en cultivos transgénicos y convencionales de algodón

(*Gossypium hirsutum*) y maíz (*Zea mays*) en el departamento de Tolima. *CONALGODON*. Vol.15, 16 p.

Badii, M., y Varela, S. (2008). Insecticidas Organofosforados: Efectos sobre la Salud y el Ambiente. *CULCyT*, 5 (Nº. 28), 5–17 p. ISSN-e 2007-0411

Bejarano-González, F., Aguilera-Márquez, D., Álvarez-Solís, J.D., J., Arámbula-Meraz, E., Arellano-Aguilar, O., Bastidas-Bastidas, P.de.J., Beltrán-Camacho, V. de los. A., Bernardino-Hernández, H. U., Betancourt-Lozano, M., Calderón-Vásquez, C. L., Castillo-Cadena, J., Colín-Olmos, Ma.del.C., Flores-Sánchez, D., García-Hernández, J., Gómez-González, I., Herrera-Portugal, C., Hinojosa-Garro, D., Leyva-García, G., Leyva-Morales, J.B., López-Arriaga, J.A., Mariaca-Méndez, R., Martínez-Rodríguez, I.E., Martínez-Valenzuela, Ma.del.C., Mendoza-Maldonado, L., Montenegro-Morales, L. P., Montero-Montoya, R., Nazar-Beutelspacher, A., Ortega-García, N., Ortega-Martínez, L. D., Pérez-Olvera, M. A., Rendon-von Osten, J., Torres-Dosal, A., Tristán-Martínez, E., Vandame, R., y Waliszewski-Kubiak, S. M. (2017). *Los Plaguicidas Altamente Peligrosos en México*. 1ed. México, Estado de México, RAPAM, (2017), 364 p. Disponible en: <https://www.greenpeace.org/static/planet4-mexico-stateless/2018/11/8075ba39-8075ba39-libro-plaguicidas-final-14-agst-2017sin-portada.pdf>

Calderón-Ruiz, A., Delgado-Blas, V. H., y Uc-Peraza, R. G. (2019). Acute toxicity of Malatión 500® and tyson 4e® on capitella sp. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 35(3), 565–574 p. Disponible en: <https://doi.org/10.20937/RICA.2019.35.03.04>

Cerutti, M., y Almaraz, A. (2013). El Algodón en el Norte de México (1920-1970) Impactos regionales de un cultivo estratégico. 1ed. Tijuana, *El Colegio de la Frontera Norte*, A. C, 2013, 331 p. ISBN: 978-607-479-110-5

Corona, S. (2016). El algodón en el País de La Laguna (1787-1850). *Mensajero. Centro de Investigaciones Históricas de La Universidad Iberoamericana Torreón*.

192. 11 p. Disponible en:
<https://www.iberotorreon.mx/publico/publicaciones/mensajero/Edicion-198.pdf>

Delgado, J. C., de la Cruz, S., Hernández, M. A., Clemente, J., Solano, C., Jerónimo, M., Mérida, D., y García, J. D. (2020). Malezas Asociadas al Cultivo de Algodón en la Comarca Lagunera, México. Sociedad Mexicana de la Ciencia de la Maleza. *Memoria Del XLI Congreso Nacional de La Ciencia de La Maleza*. 20-23 p.

Díaz-Gutiérrez, J. P., Quila-Bonoso, K. M., Zambrano-Gavilanes, F., y Bravo-Zamora, R. (2022). Efectos de la fertilización orgánica en el cultivo de algodón (*Gossypium hirsutum*). *Biotempo*, 19(2), 291–301 p. ISSN: 2519-5697 Disponible en:
<https://doi.org/10.31381/biotempo.v19i2.5252>

DOF. (2014). NOM - 026 - FITO - 1995, Por lo que se establece el control de plagas del algodonoero.

EIQ Calculator CALS. (2024). <https://cals.cornell.edu/new-york-state-integrated-pest-management/risk-assessment/eiq/eiq-calculator> .Consulta: 16 noviembre 2024.

Ellsworth, P. C., Pier, N., Fournier, A. J., Naranjo, S. E., y Vandervoet, T. (2019). Predator “Thresholds.” *The University of Arizona*. 1 p. Disponible en:
<https://cals.arizona.edu/crops/cotton/files/wfBIT.pdf>

Ellsworth, P. C., y Castro, G. (2012). *Lygus* en Algodón: Implementando los umbrales. Department of Entomology, Maricopa Agricultural Center. In *Cooperative Extension* (Vol. 3). 2 p.

Espino-Herrera, A. M., Martínez-Castillo, A. M., Morales-García, J. L., Figueroa-De la Rosa, J. I., Rebollar-Alviter, Á., y Pineda-Guillermo, S. (2015). Susceptibilidad de dos poblaciones del enrollador de hojas, *Amorbia* sp. (Lepidóptera: Tortricidae) hacia los insecticidas Malatión y bifentrina: efectos subletales. *Entomología Mexicana*, 2, 727–732 p.

FAO. (2018). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. El futuro de la alimentación y la agricultura: Vías alternativas hacia el*

2050. Consulta: 7 septiembre 2024. Disponible en: www.fao.org/global-perspectives-studies/es
- FAOSTAT. (2022). *Cultivos y productos de ganadería: Algodón con semilla, sin desmontar*. Consulta: 7 de septiembre 2024. Disponible en: <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>
- Federación Nacional de Algodoneros. (1978). *Morfología y Fisiología del Algodón*. CORPOICA. Bases técnicas para el cultivo del algodón en Colombia. Bogotá (Colombia), 1978. 23-32 p.
- Fernández, H. (2001). Panorama económico del algodón en México. Evolución de la siembra y la problemática del TLC en la comercialización. *Revista Mexicana de Agronegocios*, Vol. 8. 190-201 p. ISSN: 1405-9282 Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14108512>
- Flores-Prado, G., Castelán-Ortega, O., y García-Casillas, A. C. (2018). Plaguicidas organofosforados: un desafío entre la productividad y la salud. *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente*, 17 (N.34), 138–152 p. ISSN: 2007-7556
- Franco, I. (2024). Componentes Tecnológicos para el Cultivo de Algodón. In *INIFAP*.
- Gallardo, F., Margaría, C., Aquino, D., y Ricci, M. (2016). *Insectos benéficos, agricultura y cuidado ambiental Guía de Actividades*. 1ed. La Plata: Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 3- 10 p. ISBN: 978-950-34-1419-4
- García-Roa, F. A. (2000). *Control Biológico de Plagas. Manual Ilustrado*. CORPOICA-PRONATTA. 95 p. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12324/16273>.
- Garza, U. E., Terán, V. A. P., (2001). Manejo integrado de las plagas del algodón en la Planicie Huasteca. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Ébano. Folleto Técnico Núm.8. San Luis Potosí, México. 49 p.
- Gómez, M., Villamizar, L., Espinel, C., Varón, E., Jiménez, N., Zuluaga, M., Grijalva, É., Santos, A., Cruz, M., Uribe, L., Aragón, S., Rivera, H., Cotes, A., y López, A.

- (2012). Uso de *Lecaniillium lecanii* para el control de la mosca blanca *Bemisia tabaci* en algodón y berenjena. 1ed. Colombia, Bogotá, Cundinamarca, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. (2012), 5-74 p. ISBN: 978-958-740-106-6. Disponible en: www.produmedios.org
- Hallmann, C., Sorg, M., Jongejans, E., Siepel, H., Hofland, N., Schwan, H., Stenmans, W., Müller, A., Sumser, H., Hörrén, T., Goulson, D., and De Kroon, H. (2017). More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. 1ed. University of Saskatchewan, Canada. PLoS ONE. 2017, 12(10). 1-21 p. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185809>
- Hernández, A., Estrada, B., Rodríguez, R., García, J. M. , Patiño, S. A. , y Osorio, E. (2019). Importancia del Control Biológico de Plagas en Maíz (*Zea mays* L.). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2019 Vol. 10(Num.4), 803–813 p. Disponible en: <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i4.1665>
- Hernández, M. G., Vega, D. D., Caamal, I., y Rivera, S. (2019). Producción y competitividad del algodón mexicano en el contexto internacional. *Agro Productividad*, 2019 12(12). 31-37 p. Disponible en: <https://doi.org/10.32854/agrop.vi0.1465>
- Huang, G., Wu, Z., Percy, G. P., Bai, M., Li, Y., Frelichowski, J. E., Hu, J., Wang, K., Yu, J. Z., and Zhu, Y. (2020). Genome sequence of *Gossypium herbaceum* and genome updates of *Gossypium arboreum* and *Gossypium hirsutum* provide insights into cotton A-genome evolution. China. *Nature Genetics*. 2020. Vol.52 (5), 516–524 p. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41588-020-0607-4>
- INIFAP. (2022). Reporte Anual 2022. Ciencia y Tecnología para el Campo Mexicano. Región Lagunera, Campo Experimental La Laguna. Centro de Investigación Regional Norte Centro. 1-58 p.
- Kovach J., Petzoldt, C., Degni, J., and Tette, J. (1992). A Method to Measure the Environmental Impact of Pesticides. *New York's Food and Life Sciences Bulletin*, N. 139. 1-8 p. ISSN: 0362-0069. Disponible en: <http://hdl.handle.net/1813/55750>

- Leigh, T., Black, J., Jackson, C. and V. Burton. (1966). Insecticides and beneficial insects in cotton fields. *Hilgardia* Vol. 20 (7). 4-6 p. Disponible en: <https://doi.org/10.3733/ca.v020n07p4>
- Loiácono, M. S., y Margaría, C. B. (2010). Insectos y hombres: una diversidad de interacciones. Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ciencias Naturales y Museo; Argentina. CONICET. Disponible en: <https://naturalis.fcnym.unlp.edu.ar/handle/628872547/50881>
- Luján, R. S., Porras, D. A., Flores, M. A., y Hernández, J. (2020). El Cultivo del Algodón en México. Análisis del Impacto Ambiental, Económico y Ambiental en México. 1ed. Chihuahua, México, Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Ciencias Agrotecnológicas Campus I Chihuahua. 2020, 145 p. ISBN: 978-607-536-052-2. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/353105237>
- Miranda-Wong, M. (2008). Caracterización de producción del cultivo de algodónero (*Gossypium hirsutum*, L.) en la Comarca Lagunera. *Revista Mexicana de Agronegocios*, Vol. 23, 696–705 p. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14102313>
- Naranjo, S. E. and Akey, D. H. (2005). Conservation of natural enemies in cotton: comparative selectivity of acetamiprid in the management of *Bemisia tabaci*. *Pest Management Science*, 61 (6), 555-566 p. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/ps.1030>
- Nava-Camberos, U., Ávila-Rodríguez, V., Maltos-Buendía, J., García-Hernández, J. L., and Martínez-Carrillo, J. L. (2018). Populations and Damages of Insect Pests in Conventional and Bt Cotton in the Comarca Lagunera, Mexico. *Southwestern Entomologist*, Vol.43 (4). 985-994 p. Disponible en; <https://doi.org/10.3958/059.043.0415>
- Nava-Camberos, U., Terán-Vargas, A. P., Aguilar-Medel, S., Martínez-Carrillo, J. L., Ávila Rodríguez, V., Rocha-Munive, M. G., Castañeda-Contreras, S., Niaves-Nava, E., Mota-Sánchez, D., and Blanco, C. A. (2019). Agronomic and

Environmental Impacts of Bt Cotton in Mexico. *Journal of Integrated Pest Management*, 10 (1). 1-7 p. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/jipm/pmz013>

Nava-Camberos, U., Maltos-Buendía, J., Ávila-Rodríguez, V., Hernández-Leal, E., Franco-Gaytán, I., Rivera-Zamarripa, A. D., Valenzuela-García, A. A., Estrada-Rodríguez, J. L., y Sánchez-Galván, H. (2021). Densidades de Mosca Blanca, *Bemisa tabaci*, e insectos Depredadores Asociados en Algodonero. *Southwestern Entomologist*. Vol. 46 (2). 463-447 p. Disponible en: <https://doi.org/10.3958/059.046.0216>

Ndakidemi, B., Mtei, K., and Ndakidemi, P. A. (2016). Impacts of Synthetic and Botanical Pesticides on Beneficial Insects. *Agricultural Sciences*, 07(06), 364–372 p. Disponible en: <https://doi.org/10.4236/as.2016.76038>

New Jersey Department of Health and Senior Services. (2004). Hoja Informativa Sobre Substancias Peligrosas. 1-6 p. Disponible en: <https://nj.gov/health/eoh/rtkweb/documents/fs/1150sp.pdf>

Nicholls, C. I. (2008). Control biológico de insectos: un enfoque agroecológico (Vol. 2). 1ed. Universidad de Antioquia. Colombia. Ciencia y Tecnología 2008. 1-245 p. ISBN: 978-958-714-186-3

Nicholls, C. I., Henao, A. y Altieri, M. A. (2015). Agroecología y el diseño de sistemas agrícolas resilientes al cambio climático. *Agroecología*, 10 (1), 7–31 p. Disponible en: <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/300711>

Pérez-Mendoza, C., Tovar-Gómez, M.del.R., Obispo-González, Q., Legorreta-Padilla. F.de.J., y Ruiz-Corral, J. A. (2016). Recursos genéticos del algodón en México: Conservación ex situ, in situ y su utilización. INIFAP. Estado de México, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, Vol.7 (1), 5–16 p. ISSN: 2007-0934. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263144153001>

Pimentel, D., Acquay, H., Biltonen, M., Rice, P., Silva, M., Nelson, J., Lipner, V., Giordano, S., Horowitz, A., and D'amore, M. (2005). Environmental and Economic

- Costs of Pesticide Use. In *Source: BioScience*. Vol. 42. (10). 750-760 p.
Disponible en: <https://doi.org/10.2307/1311994>
- Pinzón, D. A., Martínez, J. W., y Castro, M. A. (2018). Efecto parasítico de *Trichogramma* y del depredador *Chrysoperla* sobre huevos de *Compsus viridivittatus*, plaga de *Vitis vinifera*, en laboratorio. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, Vol.12 (2), 348–357 p. Disponible en: <https://doi.org/10.17584/rcch.2018v12i2.7786>
- Ponce, G., Cantú, P. C., Flores, A., Badii, M., Zapata, R., López, B., y Fernández, I. (2006). Modo de acción de los insecticidas. *Revista de Salud Pública Y Nutrición*, Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, N.L. México. Vol.7 (No.4). 1-18 p.
- Principiano, M. A., y Acciaresi, H. (2018). Diversidad e Intensidad de Secuencias de Cultivos: Efecto Ambiental y Económico del Control Químico de Malezas. *INTA*. Argentina. Vol.10 (37). 33-37 p.
- Rivas, S. E. (2021). Una historia de semillas, plagas y energía. El algodón y la Laguna (1880 - 1960). Monterrey, N. L.; Centro de Estudios Humanísticos, UANL, NortEstudios, Núm. 3. 192p. ISBN: 978-607-27-1454-0. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/360887486>
- SAGARPA. (2023). Protocolo del Programa Binacional de Supresión/ Erradicación del gusano rosado y picudo del algodnero (México - Estados Unidos). Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/108256/Protocolo_Programa_Binacional.pdf
- SAGARPA - FAO. (2014). Análisis de la cadena de valor en la producción de algodón en México. Consulta: 26 de agosto 2024. Recuperado de: www.sagarpa.gob.mxwww.fao.org
- Sánchez-Bayo, F., and Wyckhuys, K. A. G. (2019). Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. In *Biological Conservation* (Vol. 232, 8-27 p. Elsevier Ltd. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.01.020>

- SENASICA. (2018). Trabajo binacional contra plagas del algodón. gov.mx. Disponible en: [https://www.gob.mx/senasica/articulos/trabajo-binacional-contra-plagas-del-
algodon?idiom=es](https://www.gob.mx/senasica/articulos/trabajo-binacional-contra-plagas-del-algodon?idiom=es)
- SIAP. (2022). Cierre de la Producción Agrícola. Cultivo de Algodón Hueso. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Consulta 27 agosto 2024. Disponible en: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- SIAP. (2023). Agricultura regenerativa, la vía para un futuro sustentable. Panorama Agroalimentario 2023. 1ed. Ciudad de México, México. 2023. 28-30 p.
- Silva-Martínez, C., Nava-Camberos, U., Cano-Ríos, P., García-Hernández, J. L., Reyes-Carrillo, J. L., Sánchez-Ramos, F. J., y Salcedo-Serrano, D. (2022). Efecto de las aplicaciones aéreas de Malatión UBV en la fauna insectil benéfica asociada al cultivo del algodono en la Comarca Lagunera, México. *Nova Scientia*, 14(29). 1-12 p. Disponible en: <https://doi.org/10.21640/ns.v14i29.3108>
- Tillman, P. G. (2000). Effect of malathion on beneficial insects (Vol. 2).
- Zelaya-Molina, L. X., Chávez-Díaz, I. F., de los Santos-Villalobos, S., Cruz-Cárdenas, C. I., Ruíz-Ramírez, S., y Rojas-Anaya, E. (2022). Control biológico de plagas en la agricultura mexicana. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 13 (spe27). 69-79 p. Disponible en: <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i27.3251>
- Zenner, I., y Álvarez, G. (2008). Análisis del efecto de dos cultivares transgénicos, algodón y maíz, sobre la principal fauna benéfica en El Espinal (Tolima). *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 11 (1), 133–142 p. ISSN: 0123-4226