

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO



DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A INSECTICIDAS EN *Bemisia tabaci*
(HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) EN LA ZONA PRODUCTORA DE MELÓN DE
LA COMARCA LAGUNERA.

Tesis

Que presenta JUAN CARLOS CARRILLO AGUILERA

como requisito parcial para obtener el grado de
MAESTRO EN CIENCIAS EN PARASITOLOGIA AGRICOLA

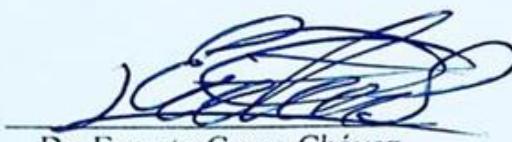
Saltillo, Coahuila.

ABRIL 2025

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A INSECTICIDAS EN *Bemisia tabaci*
(HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) EN LA ZONA PRODUCTORA DE MELÓN DE
LA COMARCA LAGUNERA.

Tesis

Elaborada por JUAN CARLOS CARRILLO AGUILERA como requisito parcial para
obtener el grado de MAESTRO EN CIENCIAS EN PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA
con la supervisión y aprobación del Comité de Asesoría



Dr. Ernesto Cerna Chávez

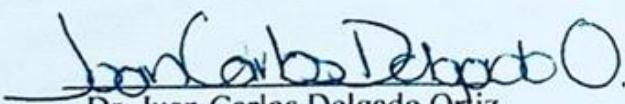
Director de Tesis



Dra. Yisa María Ochoa Fuentes
Asesor



Dr. Jerónimo Landeros Flores
Asesor



Dr. Juan Carlos Delgado Ordiz
Asesor



M.C. José Manuel Vázquez Navarro
Asesor



Dr. Antonio Flores Naveda
Subdirector de Postgrado
UAAAN

Saltillo, Coahuila

Abrial 2025

Agradecimientos

A DIOS *Por la oportunidad de la vida y por todas las bendiciones y experiencias con las que me ha acompañado día y noche a lo largo de estos años.*

A LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

Por abrirme las puertas y dejarme ser un miembro más de su familia, por los conocimientos adquiridos, por darme de comer y por ser mi hogar durante estos 2 años.

Gracias por formar profesionistas útiles a la sociedad.

AL DR. ERNESTO CERNA CHAVEZ

Por ser mi asesor principal, por su paciencia, su amistad, su acertada conducción de mi persona como profesionista y sobre todo por transmitirme su experiencia y conocimientos.

A LA DRA. YISA MARIA OCHOA FUENTES

Gracias por el conocimiento transmitido durante sus clases, por sus palabras y consejos de vida.

A LOS PRODUCTORES DE MELÓN DE LA COMARCA LAGUNERA

Fundamentales para la realización de esta investigación.

Al LABORATORIO DE TOXICOLOGÍA *del Departamento de Parasitología Agrícola de la UAAAAN por el apoyo brindado, en especial a la Dra. Rocío de Jesús Díaz Aguilar, Dra. Jazmín Janeth Velázquez Guerrero y Dr. Alberto Roque Enríquez y mis compañeros M.C. Lisett Romero Pavón y M.C. Saúl Uribe Rivera.*

MARIA MAGDALENA CERVANTES ZUÑIGA

Por compartir el proceso del postgrado conmigo.

AL CONAHCYT

Por el apoyo económico otorgado durante estos 2 años, con el cual fueron posibles mis estudios de postgrado.

Dedicatoria

Dedico esta tesis a mi mamá ANTONIA AGUILERA BRIONES, por su amor incondicional y por darme su bendición a diario, A mi papa JUAN CARLOS CARRILLO PEREZ, por sus palabras y apoyo en todo lo que estuve en sus posibilidades y a mí linda hermana VICTORIA CARRILLO AGUILERA, por ayudarme a elevar mis estados de ánimo con sus ocurrencias y por su cariño. Sin dejar de mencionar aquellos familiares que ya no están en este mundo y que sin duda alguna les hubiera encantado verme llegar hasta el final del posgrado.

Índice general

Agradecimientos	iii
Dedicatoria	iv
Índice general	v
Lista de cuadros.....	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT	x
INTRODUCCIÓN	1
Objetivo general	2
Objetivos específicos.....	2
Hipótesis.....	2
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
Origen del Melón.....	3
Importancia del cultivo del Melón.....	3
Importancia económica.....	3
Clasificación botánica.....	3
Descripción botánica del melón.....	4
Generalidades de <i>Bemisia tabaci</i>	4
Clasificación taxonómica.....	5
Características morfológicas y ciclo biológico.....	5
Daños que ocasiona	7
Control	7
Resistencia.....	7
Tipos de resistencia.....	8
Verificación de resistencia.....	8
MATERIALES Y MÉTODOS	9
Localización del experimento.....	9
Línea susceptible	9
Mantenimiento de la línea susceptible	9
Obtención de las líneas de campo	9
Productos evaluados	10

Bioensayos.....	10
Análisis estadístico	11
Proporción de resistencia.....	11
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	12
CONCLUSIONES	19
REFERENCIAS	20

Lista de cuadros

1. Cuadro 1. Productos evaluados y dosis de aplicación en ninfas de <i>Bemisia tabaci</i> ...10
2. Cuadro 2. Concentración letal, límites fiduciales, y valor de la pendiente de insecticidas aplicados en ninfas de <i>B. tabaci</i> en la población Testigo Njcs.....12
3. Cuadro 3. Concentración letal media, límites fiduciales y proporción de resistencia para cada uno de los extractos e ingredientes evaluados sobre ninfas de <i>B. tabaci</i> en las líneas de campo Matamoros y Esmeralda.....14
3. Cuadro 4. Concentración letal media, límites fiduciales y proporción de resistencia para cada uno de los extractos e ingredientes evaluados sobre ninfas de <i>B. tabaci</i> en las líneas de campo Tlahualilo y Ceballos.....15

RESUMEN

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A INSECTICIDAS EN *Bemisia tabaci*
(HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) EN LA ZONA PRODUCTORA DE MELÓN DE
LA COMARCA LAGUNERA.

POR

JUAN CARLOS CARRILLO AGUILERA

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN PARASITOLOGIA AGRICOLA
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DR ERNESTO CERNA CHAVEZ -ASESOR-

Saltillo, Coahuila.

ABRIL, 2025

El manejo de *Bemisia tabaci* es un componente que mejora el rendimiento al brindar mejores medidas de seguridad y mejor calidad del producto comercial. En la mayoría de los sistemas de producción, el control de la mosca blanca deriva en la aplicación de insecticidas, aplicándose con mayor frecuencia y en dosis cada vez más elevadas, lo que conlleva al desarrollo de resistencia a los ingredientes activos. *B. tabaci* causa estragos críticos, provocando pérdidas económicas y mermando la producción. Por lo anterior se realizaron pruebas de susceptibilidad para la determinación de resistencia en ninfas de *B. tabaci*, los tratamientos fueron extracto de mostaza, ajo, Imidacloprid, Lambda cyalotrina, Dimetoato y Clorantraniliprol y se determinó la proporción de resistencia para cada producto, sobre 4 poblaciones colectadas en la zona productora de melón de la Comarca Lagunera y una línea susceptible. La investigación se realizó del 2023 al 2024 en el Departamento de Parasitología, para la evaluación de los acaricidas se empleó la técnica de inmersión en hoja. Los resultados demuestran que existe una elevada proporción de resistencia a todos los ingredientes activos y extractos evaluados en la población Matamoros a pesar de que el Clorantraniliprol mostró el valor más bajo de CL₅₀ en las poblaciones Matamoros y Esmeralda, con 137.18 y 149.67 ppm, respectivamente. Mientras que para las poblaciones Ceballos y Tlahualilo estos valores corresponden a imidacloprid con 113.09 y 117.15 ppm.

ABSTRACT

**DETERMINATION OF INSECTICIDE RESISTANCE IN *Bemisia tabaci*
(HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) IN THE MELON PRODUCTION AREA OF THE
LAGUNERA REGION.**

BY

JUAN CARLOS CARRILLO AGUILERA

**MASTERS IN SCIENCE IN AGRICULTURAL PARASITOLOGY
ANTONIO NARRO AUTONOMOUS AGRARIAN UNIVERSITY**

DR ERNESTO CERNA CHAVEZ - ADVISOR-

Saltillo, Coahuila.

APRIL, 2025

The management of *Bemisia tabaci* is a yield-enhancing component that improves yields by providing better safety measures and improved commercial improved quality of the commercial product. In most production systems, whitefly control is derived from the application of insecticides, which are applied more frequently and at increasingly higher doses, leading to the development of resistance to the active ingredients. *B. tabaci* causes critical damage, causing economic losses and reducing production. For this reason, susceptibility tests were conducted to determine resistance in *B. tabaci* nymphs.

The treatments were mustard and garlic extracts, Imidacloprid, Lambda cyhalotrine, Dimethoate and Chlorantraniliprole, and the proportion of resistance was determined for each product on 4 populations collected in the melon-producing zone of the Comuna melon-producing area of the Comarca Lagunera. A susceptible *B. tabaci* strain was used as baseline. The research was conducted from 2023 to 2024 in the Department of Parasitology. The evaluation of the acaricides was carried out using the leaf immersion technique.

The results show that there is a high proportion of resistance to all the active ingredients and extracts evaluated in the Matamoros population in spite of the fact that Chlorantraniliprole showed the lowest LC₅₀ values in the Matamoros and Esmeralda populations with 137.18 and 149.67 ppm, respectively. While for the Ceballos and Tlahualilo populations, these values correspond to imidacloprid with 113.09 and 117.15 ppm, respectively.

INTRODUCCIÓN

Bemisia tabaci Gennadius (Hemíptera: Aleyrodidae) conocida como mosca blanca, es considerada una importante plaga que ataca a muchos cultivos de interés económico, como ornamentales, gramíneas, algodón y hortalizas (Wang *et al.*, 2017). La extensa variedad de plantas hospedantes, capacidad de adaptación y rápida evolución de resistencia a insecticidas, es evidencia la dificultad para el manejo de poblaciones de *B. tabaci*, por tal motivo causa grandes pérdidas en la producción y calidad de los cultivos que ataca, esta plaga se alimenta directamente del contenido celular, excreta melaza en el follaje y en los frutos, formando un sustrato para el crecimiento de fumagina, la cual mancha las hojas reduciendo de manera considerable la fotosíntesis (Horowitz *et al.*, 2020). El manejo de plagas insectiles es un componente relevante que mejora el rendimiento al brindar mejores medidas de seguridad y mejor calidad del producto comercial. (Kesh y Kaushik, 2021). En la mayoría de los sistemas de producción, el control de la mosca blanca deriva en la aplicación de insecticidas, aplicándose con mayor frecuencia y en dosis cada vez más elevadas, lo que conlleva al desarrollo de resistencia a los ingredientes activos. La Arthropod Pesticide Resistance Database reporta 898 casos de resistencia a 71 ingredientes activos en el sector agrícola en diversas regiones del mundo, demostrando que está muy extendida y ha evolucionado hacia una considerable cantidad de insecticidas que se utilizar para su control (Mota and Wise, 2024). Los mecanismos de resistencia de *B. tabaci*, incluyen metabólicamente por la detoxificación mediante niveles elevados de enzimas o por mutaciones puntuales en el sitio objetivo. Otras investigaciones mencionan resistencia al derribo, a la menor penetración en la cutícula, mayor almacenamiento y excreción. (Farghaly and Dawood, 2016). Se ha documentado alta resistencia al neonicotinoide imidacloprid en poblaciones de campo de *B. tabaci*, también se ha reportado en los últimos años el monitoreo continuo de resistencia para esta especie (Caballero, 2013; Horowitz and Ishaaya, 2014; Basij *et al.*, 2017). Una de las técnicas más usadas para la detección de resistencia son las pruebas de concentración múltiple, expresadas como Concentración Letal media (CL_{50}). Dicho lo anterior y debido a la relevancia que esta plaga tiene, es necesario realizar estudios de toxicología, para tener conocimiento de los ingredientes activos que resultarían eficaces para el control de la plaga y poder brindar recomendaciones de manejo de las poblaciones de forma adecuada.

Objetivo general

Generar información que permita determinar el estatus de resistencia de *Bemisi tabaci* de las principales zonas productoras de melón en la Comarca Lagunera.

Objetivos específicos

- Determinar la susceptibilidad de cuatro poblaciones de *Bemisia tabaci* a diferentes insecticidas y dos extractos vegetales.
- Determinar la resistencia de cuatro poblaciones de campo de *Bemisia tabaci* procedentes del cultivo de melón.

Hipótesis

- La susceptibilidad de *Bemisia tabaci* estará asociada al menos a cuatro productos insecticidas de estudio.

REVISIÓN DE LITERATURA

Origen del Melón

Se hablan de dos teorías respecto al origen del melón, expertos piensan que se originó en Asia Meridional y algunos otros acuñan su nacimiento en el Continente Africano. Este fruto llegó a América con los españoles, en México este valioso fruto encontró las condiciones perfectas para su crecimiento y desarrollo al norte del país, específicamente en la Comarca Lagunera, así lo indican las estadísticas, de tal manera que Coahuila y Durango ocupan el tercer y quinto lugar respectivamente en producción con aportaciones significativas (SADER, 2021; SIAP, 2024).

Importancia del cultivo del Melón

El melón, *Cucumis melo* L. pertenece a la familia de las cucurbitáceas y es muy popular en México, para el consumo a nivel nacional y para exportación. La producción interna constituye una importante fuente de ingresos y mano de obra para el país, principalmente en las zonas rurales. En América, México se sitúa como el tercer productor, después de Guatemala y Brasil, a nivel mundial ocupa el onceavo lugar, con una producción de 648 541 toneladas. (SIAP, 2024).

Importancia económica

La producción nacional registrada en el año 2023 fue la más representativa en los últimos diez años, lo que llevó a un repunte en las exportaciones en un 60.6% y 26.6% de acuerdo al valor y volumen respectivamente. Estados Unidos de América es el cliente principal, tan solo en el año anterior se exportaron 135 330 ton, con una derrama económica de 41 138 749 dólares, incrementando en un 26.8% en comparación con el año 2022, los envíos a Japón figuraron en 2 741 Ton. Dentro de los importadores también destacan Alemania, Francia y Países Bajos, estos adquieren entre 100 y 200 mil toneladas anuales cada uno. (SIAP, 2024).

Clasificación botánica

Naudin (1985), después de un amplio estudio menciona una clasificación de las especies en diez grupos botánicos, las especies *Cucumis melo*, fueron subdivididas en dos subespecies: *melo* y *agrestis*.

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Violales

Familia: Cucurbitaceae

Género: *Cucumis*

Especie: *melo* L., 1753

Nombre binomial: *Cucumis melo* L.

Descripción botánica del melón

Es una planta anual herbácea con tallos delgados y largos, los cuales forman enredaderas, estas pueden ser rastreras o compactas dependiendo del cultivar. Los foliolos son simples y pueden tener de tres a cinco lóbulos. (Basij *et al.*, 2017). Estas plantas poseen una raíz de tipo pivotante y una gran cantidad de raíces secundarias. Estas pueden alcanzar hasta 1.5 m de profundidad, de acuerdo al suelo, genotipo y a las condiciones en las que se encuentre el cultivo. Sus flores son de tipo monoica, es decir que la misma planta produce flores femeninas y masculinas, el fruto inicia su desarrollo una vez que se ha polinizado e incrementa su división celular en el ovario. El fruto entra en la etapa de agrandamiento después de 20 días de la floración y alcanza completamente la madurez a los 40 días.

Generalidades de *Bemisia tabaci*

La mosca blanca forma parte de un complejo de especies que se reconocen como extremadamente invasivas, ya que existen varios reportes que las colocan como una de las especies más devastadora a nivel mundial. Dicha especie presenta una elevada diversidad genética, característica que le permite posicionarse como vector de virus vegetales. (SIAP, 2021) En la actualidad *B. tabaci* se encuentra distribuida con más de 600 hospederos, algunos de ellos de suma importancia dentro del cultivos de uso intensivo de insecticidas para controlar sus poblaciones. Se ha reportado en la mayor parte de los países a nivel mundial, como Oceanía, África, Islas del Pacífico, Sur América, Europa y Asia por mencionar algunos, en total hay registros de la presencia de este insecto en 160 países en

los cinco continentes (CABI, 2020). Los adultos de esta especie no tienen un vuelo muy eficiente, pero pueden ser transportados por corrientes de aire a largas distancias, todas las etapas morfológicas son susceptibles de ser transportadas sobre cultivos de interés agronómico

Clasificación taxonómica

Phylum: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Hemíptera

Familia: Aleyrodidae

Género: *Bemisia*

Especie: *tabaci* (EPPO, 2024).

Nombre binomial: *Bemisia tabaci*

Características morfológicas y ciclo biológico

B. tabaci oviposita en el envés de las hojas, los huevecillos se encuentran anclados por un pedicelo que insertan en una hendidura que es elaborada por la hembra y no en estomas, como es el caso de algunas otras especies de la misma familia. Son ovipositados de manera individual, pero también se pueden encontrar puestos en círculo (Carapia y Castillo, 2013).

El huevecillo es ovalado de textura lisa, la parte superior con una terminación en punta y la parte inferior es redondeada. Al inicio se torna de color blanco-verdoso, pero al transcurrir el tiempo adquieren una coloración amarillo-marrón, cuando llega el momento de la eclosión, llegan a alcanzar medidas de 0.23 mm de largo por 0.1 mm de ancho (Gamarra *et al.*, 2016).

Las ninfas de primer estadio miden entre 0.27 mm de longitud y de ancho 0.15 mm, en promedio este instar tiene una duración de 3 días, siendo un estadio de desarrollo activo, donde puede moverse en busca de alimento y de condiciones adecuadas para su óptimo desarrollo, presenta tubérculos cefálicos poco evolucionados, semielípticos, 16 pares de

sedas marginales y el orificio vasiforme curveado en la parte posterior (Carapia y Castillo, 2013).

Las ninfas de segundo estadio son translúcidas, presentan un cuerpo ovoide con bordes ondulados, miden 0.38 mm de longitud y de ancho 0.33 mm. agudo de la parte posterior, orificio triangular vasiforme abierto, con pliegues torácico traqueales ventralmente por una cutícula punteada (González *et al.*, 2016).

Las ninfas de tercer estadio son translúcidas, aplanadas y ovuladas, miden el doble que la ninfa de primer estadio, de una longitud de 0.54 mm y de ancho 0.33 mm. Es muy fácil observarlas en el envés de la hoja, en promedio la duración de este estadio es de tres días (Velasteguí, 2010; Gamarra *et al.*, 2016).

Las pupas son ovales aplanadas y casi transparentes a medida que se va desarrollando adquiere una coloración opaca, es cuando se convierte completamente en pupa. Presentan largos hilos de cera erectos, de perfil se observan elevaciones con respecto a la superficie de los foliolos, aquellas pupas que están bien desarrolladas próximas aemerger en adultos los ojos se les observan con facilidad. Miden de longitud 0.73 mm y de ancho 0.45 mm, la duración en promedio de este periodo es de ocho días (Velasteguí, 2010).

El adulto cuando recién ha emergido, en promedio alcanza 1 mm de longitud, el cuerpo es de color amarillo-limón, con un par de ojos compuestos de coloración roja-oscuro, presenta dos pares de alas de color transparente, que están cubiertas por un polvillo de color blanco. Las alas son de tipo membranosas y desnudas, el margen anterior es recto, distalmente redondeado, con venación reducida pero notable, que se mantienen ligeramente separadas en forma de techo de dos aguas, las cuales posan sobre el abdomen dejando una parte visible. Las tibias de las patas metatorácicas con espinas fuertes que se disponen de forma aleatoria, las patas tienen un grupo de setas dispuestos en forma lineal que son pequeñas, esclerosadas y gruesas. Las hembras tienden a presentar un tamaño mayor en comparación con los machos, su ciclo biológico tiene una duración entre 5 y 28 días (Carapia y Castillo, 2013; Gamarra *et al.*, 2016).

Daños que ocasiona

B. tabaci causa estragos críticos en la producción agrícola, su alimentación se basa en el consumo de la savia de plantas, provocando pérdidas económicas y mermando la producción. Tanto los estadios ninfales como de adultos, succionan el contenido celular de la planta mientras se alimentan y excretan mielecilla (extractos azucarados) que dan origen a la llamada fumagina en follaje y frutos. Durante el proceso de alimentación las ninfas inyectan enzimas que alteran la fisiología del cultivo y por ese motivo hay una disminución en la pigmentación interna y da origen a una maduración anormal de los frutos. (González *et al.*, 2016; Rodríguez *et al.*, 2019; Lu *et al.*, 2019). También inyectan microorganismos o toxinas que ocasionan debilitamiento a la planta y trasmisores de hongos, bacterias y virus. Las moscas blancas son dispersoras de patógenos virales que impactan en los cultivos, disemina más de 350 especies de virus, como Begomovirus, Crinivirus, Ipomovirus, Torradovirus y Carlavirus, provocando deformaciones, enrollamientos foliares y el moteado de los frutos (Kedar *et al.*, 2014).

Control

Las estrategias de manejo que se usan para controlar a *Bemisia tabaci* es mediante enfoques mecánicos, físicos, control biológico y la más utilizada es la de aplicación de insecticidas (Elango, 2020). Las prácticas de tipo cultural incluyen la regulación del riego y la aplicación de fertilizantes, se pueden manipular dentro de los cultivos para que estos sean menos hostiles al ataque de esta especie, el riego por goteo reduce la densidad en comparación con el riego por aspersión. También funciona la manipulación de las fechas de siembra, escapando así de la fase susceptible y escapar de población máxima de la plaga, las barreras y los cultivos trampa ayudan a regular la densidad de *Bemisia* al interferir en la ubicación del huésped (Sharma *et al.*, 2018).

Resistencia

La resistencia a pesticidas es definida como cambios heredables en la sensibilidad de una población de una especie de plaga que se refleja en fallos de un producto para poder alcanzar los niveles de control esperados al ser usado de acuerdo a las indicaciones de la etiqueta para esa plaga (IRAC, 2024).

Tipos de resistencia

Dentro de los más destacados se encuentra el objetivo insensible, de tipo de metabólica y fisiológica (FAO, 2013).

Resistencia de penetración: donde la composición del exoesqueleto se modifica evitando así la penetración del insecticida.

Resistencia metabólica: la vía de metabolismo del insecto cambia para de esta manera poder detoxificar el insecticida.

Resistencia de comportamiento: es la modificación en el comportamiento del insecto plaga que le va a ser útil para poder evadir los efectos de los plaguicidas, que al momento de ser expuestos a las dosis letales serán eliminados, por el contrario, todos los individuos que sean capaces de evadir la exposición a tal producto podrán sobrevivir y así tener un ciclo de vida completo y al mismo tiempo están contribuyendo a desarrollar resistencia (FAO, 2013).

Verificación de resistencia

Se utiliza en la actualidad el clásico bioensayo, donde se evalúa que tan susceptible es una población a cierto ingrediente activo, en rangos de mortalidad que van del 5% al 95%, en el caso de insecticidas. Esta herramienta es de gran utilidad cuando se desean realizar aplicaciones con productos químicos a grandes extensiones (FAO, 2013).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del experimento

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, utilizando las cámaras bioclimáticas y el laboratorio de Toxicología del Departamento de Parasitología en Saltillo, Coahuila, México.

Línea susceptible

La recolección de adultos de *B. tabaci*, se inició en el mes de septiembre del 2023 con la ayuda de un aspirador bucal de insectos en los terrenos del bajío de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, posterior a esto se trasladaron los adultos al invernadero de Parasitología para infestar plantas de melón (*Cucumis melo*), tomate (*Solanum lycopersicum*), y calabaza (*Cucurbita pepo*). cuando las plantas tenían la quinta hoja verdadera, se les coloco entre 500 adultos a cerca de 200 plantas, las cuales después de la infestación fueron colocadas en jaulas entomológicas de 100 x 80 x 80 cm (largo, alto y ancho), recubiertas con tela organza, se mantuvo la colonia con más de 20 generaciones y libres de presión de selección de plaguicidas.

Mantenimiento de la línea susceptible

Se preparó un almacigo con peat most y perlita en una proporción de 4:6 respectivamente a principios del mes de marzo 2023, se utilizó una variedad de melón T-rex®, conocido como melón chino o Cantaloupe, en almácigos para 200 plantas, estas plantas se utilizaron en los meses de septiembre a diciembre del 2023, para mantener la colonia en el invierno se prepararon almácigos con plantas de calabaza ya que resistirían bajas temperaturas a diferencia del melón, al inicio de la primavera en 2024, se alimentó la colonia con plantas de tomate ya que estas responden más a las condiciones del invernadero, teniendo de esta forma alimento para la colonia de *Bemisia tabaci* durante toda la fase del experimento.

Obtención de las líneas de campo

Se recolectaron cuatro líneas de campo en la zona productora de melón de la Comarca Lagunera, la primera línea se obtuvo en el Municipio de Matamoros, Coahuila, la segunda en el Ejido Esmeralda del municipio de Gómez palacio Durango. Ambas poblaciones con fechas de siembra tempranas y poca rotación de plaguicidas. La tercera línea de campo se

recoleto en el municipio de Tlahualilo Durango., la cuarta en el ejido Ceballos municipio de Mapimi Durango., ambas líneas bajo condiciones de sistemas de producción convencional y nula o muy poca rotación de agroquímicos. Posteriormente los foliolos con ninfas de *B. tabaci* fueron colocados en bolsas de plástico y dentro de un contenedor que mantuvo la humedad hasta llegar a una cámara bioclimática seca y esterilizada para realizar los bioensayos inmediatamente.

Productos evaluados

Los productos fueron seleccionados de acuerdo al manejo reportado actualmente por los productores y centros de investigación locales. Se evaluaron cuatro insecticidas comerciales y dos extractos vegetales los cuales se encuentran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Productos evaluados y dosis de aplicación en ninfas de *Bemisia tabaci*

Grupo químico	Producto	Rango de concentraciones (ppm)
Botánico	Extracto de mostaza	18, 25, 50, 100, 500, 1000, 3000, 5000, 7000
Botánico	Extracto de ajo	25, 50, 100, 500, 1200, 1900, 2600, 3300
Neonicotinoides	Imidacloprid	18, 25, 50, 100, 600, 1100, 1600, 2100, 2600
Piretroides	Lambda cyalotrina	18, 25, 50, 100, 700, 1200, 1700, 2200, 2700
Organofosforados	Dimetoato	200, 400, 800, 1300, 1800, 2300, 2800, 3300, 3800
Diamidas	Clorantraniliprol	18, 25, 50, 100, 600, 1100, 1600, 2100, 2600

ppm: partes por millón

Bioensayos

Para la realización de bioensayos se implementó la técnica de inmersión de la hoja propuesta por el IRAC (2009), se preparó una solución madre de cada producto y se aforo con agua destilada y con sus respectivos ml de ingrediente activo dando un total para cada una de 100 ml., se utilizaron foliolos de *C. melo* de diferentes variedades según las establecidas en los sitios de muestreo, en cada foliollo se realizaron cortes irregulares los cuales contenían 30 ninfas de *B. tabaci*. Estos cortes se sumergieron en cada una de las seis concentraciones durante 10 segundos, aplicando esta metodología en 3 repeticiones.

Los foliolos sumergidos en las concentraciones fueron colocados en un contenedor tipo Bisagra Mediano Pet Fda (24.9x18.4x7.4), y en su interior con 8 Pads desmaquillantes desechables de algodón, a las cuales se les agrego 10 ml de agua para mantener la humedad de los foliolos y evitar su deshidratación. Para el testigo misma metodología, pero con foliolos sumergidos en 100 ml de agua destilada, los bioensayos se almacenaron a una temperatura de 30 °C, y con una humedad relativa de 50% y fotoperiodo 12:12 (L: O), para después ser evaluados con la ayuda de un estereoscopio modelo Zeiss Stemi DV4 AmScope, a las 24, 48, y 72 hrs. Tomando como criterio de mortalidad solo ninfas de segundo y tercer estadio que presentaran coloración de amarillo-cremoso a blanco-cremoso.

Análisis estadístico

Para el análisis de los resultados, se hizo una corrección de mortalidad utilizando la fórmula de Henderson & Tilton (1955). Posterior a la corrección de mortalidad, se corrieron los datos en análisis Probit (Finney, 1971), para la obtención de la curva de respuesta de las concentraciones y su respectiva mortalidad y para la obtención de la CL₅₀ se utilizó el programa SAS System for Windows 9.0.

Proporción de resistencia

La proporción de resistencia se determinó dividiendo el resultado de la CL₅₀ de la línea de campo entre la CL₅₀ de la línea susceptible, esta fórmula se aplicó para cada uno de los tratamientos evaluados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez se realizó el procesamiento de los datos mediante su análisis estadístico se determinó la CL₅₀ para cada uno de los productos evaluados y su respectiva población de *B. tabaci*. En relación a la línea de referencia (Njcs) los resultados de los bioensayos se muestran en el Cuadro 2.

Cuadro 2- Concentración letal, límites fiduciales, y valor de la pendiente de insecticidas aplicados en ninfas de *B. tabaci* en la población Testigo Njcs.

Producto	n	CL ₅₀ (Ppm)	LFI – LFS	CL ₉₅ (Ppm)	Pendiente	g.l.	r ²
Extracto mostaza	630	26.55	16.52 - 39.46	6414	-0.9829 ± 0.6902	5	0,797
Extracto ajo	630	34.10	20.28 - 52.40	11090	-1.0036 ± 0.6547	5	0,852
Imidacloprid	630	37.82	23.40 - 56.53	12371	-1.0320 ± 0.6541	5	0,837
Lambda cyalotrina	630	18.44	4.35 - 45.39	915.4	-1.2279 ± 0.9700	5	0,795
Dimetoato	630	262.42	153.86 - 380.93	5294	-3.0495 ± 1.2606	5	0,840
Clorantraniliprol	630	24.65	7.07 - 54.34	5098	-0.9887 ± 0.7103	5	0,838

n=Tamaño de la población, CL₅₀=Concentración letal media, LFI-LFS= Límite fiducial inferior y límite fiducial superior, CL₉₅ = Concentración letal 95, g.l.= Grados de libertad, r² = Coeficiente r cuadrada.

En la tabla es posible identificar los valores de las distintas CL₅₀ que fueron estimadas para cada uno de los productos, tanto extractos como químicos, de los primeros; el extracto de mostaza obtuvo el valor más bajo, comparado con el de ajo, cuyo valor es de 26.55 ppm, estimación que difiere conforme a lo reportado en la investigación de Hasan *et al.* (2023) donde al evaluar extracto de mostaza sobre una línea susceptible de *B. tabaci* estimaron un valor de CL₅₀ de 0.83 ppm, resultando este último muy inferior al obtenido en el presente trabajo de investigación.

Para el extracto de ajo se obtuvo un valor de CL_{50} de 34.10 ppm, mismo que resulta muy inferior al obtenido por Guerra *et al.* (2020) quienes, al evaluar extracto elaborado a base de la misma planta sobre las ninfas de *B. tabaci*, determinaron una CL_{50} de 890 ppm.

Para el producto químico imidacloprid, cuyo valor de CL_{50} de 37.82 ppm, El-Zahi *et al.* (2017) evaluaron el mismo ingrediente activo sobre *B. tabaci*, reportando un valor de CL_{50} de 136.41 ppm, el cual resulta ser muy superior al del presente trabajo. En el caso del ingrediente Lambda cyalotrina se estimó un valor de CL_{50} de 18.44 ppm el cual es muy inferior, comparándolo con lo reportado por Grávalos *et al.* (2015), quienes estimaron un valor de CL_{50} de 557.7 ppm para el ingrediente alfa Cipermetrina, mismo que comparte el modo de acción insecticida con lambda cyalotrina, lo anterior el evaluarlo sobre una línea susceptible de *B. tabaci* denominada línea LAB-S.

En el caso de dimetoato se estimó una CL_{50} de 262.42 ppm valor que resulta muy superior comparado con lo reportado por Ranjbar *et al.* (2022) donde evaluaron malatión sobre *B. tabaci*, y conforme a sus resultados reportan una CL_{50} de 64.02 ppm, atribuyendo dicho resultado a la combinación del ingrediente activo con la dureza del agua empleada en la preparación de las concentraciones evaluadas. Contrario a esta situación, para el clorantraniliprol se obtuvo una CL_{50} de 24.65 ppm siendo este valor muy similar a lo reportado por Dângelo *et al.* (2018) quienes estimaron el valor de la CL_{50} en 24.81 ppm, resultados que sugieren el empleo como referencia de la línea susceptible de *B. tabaci* empleada en el presente trabajo de investigación.

Los resultados de las evaluaciones realizadas sobre las líneas de campo se presentan en los Cuadros 3 y 4, donde se agrupan las poblaciones denominadas: Matamoros, Esmeralda, Tlahualilo y Ceballos. Es posible observar las estimaciones de los valores de CL_{50} para cada uno de los extractos e ingredientes activos evaluados sobre cada una de ellas, así como la proporción de resistencia.

Cuadro 3. Concentración letal media, límites fiduciales y proporción de resistencia para cada uno de los extractos e ingredientes evaluados sobre ninfas de *B. tabaci* en las líneas de campo Matamoros y Esmeralda.

Población	Producto	n	CL ₅₀ (Ppm)	LFI - LFS	CL ₉₅	Pob.vs Njcs
Matamoros	Extracto mostaza	630	430.84	194.19 - 744.68	15304	16.23
	Extracto ajo	630	404.19	159.97 - 785.23	8217	11.85
	Imidaclorpid	630	449.71	335.54 - 567.14	12076	11.89
	Lambda cyalotrina	630	164.56	110.36 - 225.89	8194	8.92
	Dimetoato	630	1607	1485 - 1727	4622	6.12
	Clorantraniliprol	630	137.18	42.07 - 264.07	5391	5.57
Esmeralda	Extracto mostaza	630	104.59	46.53 - 178.86	17015	3.94
	Extracto ajo	630	180.89	83.87 - 313.04	7382	5.30
	Imidaclorpid	630	201.21	95.41 - 335.40	6095	5.32
	Lambda cyalotrina	630	226.58	99.85 - 391.38	10223	12.29
	Dimetoato	630	1581	1459 - 1699	4650	6.02
	Clorantraniliprol	630	149.67	55.73 - 273.85	5595	6.07

n=Tamaño de la población, CL₅₀=Concentración letal media, CL₉₅= Concentración letal 95, LFI= Límite fiducial inferior, LFS=Límite fiducial superior, g.l.= Grados de libertad, Pob. vs. Njcs= Proporción de resistencia

Cuadro 4. Concentración letal media, límites fiduciales y proporción de resistencia para cada uno de los extractos e ingredientes evaluados sobre ninfas de *B. tabaci* en las líneas de campo Tlahualilo y Ceballos.

Población	Producto	n	CL ₅₀ (Ppm)	LFI - LFS	CL 95	Pob. vs. Njcs
Tlahualilo	Extracto mostaza	630	191.41	73.47 - 411.84	27263	7.21
	Extracto ajo	630	213.59	127.84 - 330.53	14516	6.26
	Imidacloprid	630	117.15	55.55 - 210.39	8623	3.10
	Lambda cyalotrina	630	231	95.79 - 412.51	6669	12.53
	Dimetoato	630	1126	781.34 - 1473	5514	4.29
	Clorantraniliprol	630	156.77	120.64 - 198.32	6766	6.36
Ceballos	Extracto mostaza	630	235.93	176.40 - 314.20	30501	8.89
	Extracto ajo	630	276	217.23 - 345.91	12396	8.09
	Imidacloprid	630	113.09	62.28 - 196.62	6918	2.99
	Lambda cyalotrina	630	234.18	177.24 - 307.21	17476	12.70
	Dimetoato	630	891.51	778.09 - 1011	7162	3.40
	Clorantraniliprol	630	165.31	100.35 - 257.55	18389	6.71

n=Tamaño de la población, CL₅₀=Concentración letal media, CL₉₅= Concentración letal 95, LFI= Límite fiducial inferior, LFS=Límite fiducial superior, g.l.= Grados de libertad, Pob. vs. Njcs= Proporción de resistencia

Para el caso del extracto de mostaza, de todas las poblaciones la denominada Matamoros obtuvo la mayor estimación de CL₅₀ con un valor de 430.84 ppm, mientras que el más bajo corresponde a la población Esmeralda con 104.59 ppm.

En el caso del extracto de ajo la población matamoros presentó el mayor valor de CL₅₀ con 404.19 ppm, mientras que el más bajo fue de la población Esmeralda con 180.19 ppm. Para este extracto y en la población Matamoros, Guerra *et al.* (2020) evaluaron el mismo

contra *B. tabaci*, reportando una CL₅₀ de 890 ppm, que comparado con el resultado del presente trabajo corresponde a 2.2 veces el valor de la CL₅₀ de la población matamoros. Con el producto imidacloprid la población matamoros obtuvo el valor de CL₅₀ mayor con 449.71 ppm. De acuerdo con el trabajo de Rajna *et al.* (2024) al evaluar este ingrediente activo sobre ninfas de *B. tabaci*, de segundo y tercer estadio, obtuvieron una CL₅₀ de 418.19 ppm, concordando con el dato del presente trabajo, así mismo Chen *et al.* (2018) reportaron resultados similares en esta especie al estimar la CL₅₀ para el mismo ingrediente activo en 414.28 ppm. Por otro lado, y contrastando con estos valores, Naveen *et al.* (2018) reportaron que al evaluar el mismo activo sobre una población de campo de *B. tabaci*, el valor de CL₅₀ estimado fué de 664 ppm, superior al de la presente investigación.

En el caso de lambda cyalotrina el mayor valor de CL₅₀ fué de 234.18 ppm, correspondiente a la población Ceballos, seguido de las poblaciones Tlahualilo, Esmeralda y Matamoros. Al respecto Rajna *et al.* (2024) evaluaron el ingrediente Cipermetrina en una línea de campo de *B. tabaci*, reportando una CL₅₀ de 208.59 ppm, siendo ligeramente inferior al obtenido para la población Ceballos y superior al valor de la población Matamoros. Por su parte Dağlı *et al.* (2020) al evaluar dicho activo contra la misma especie de insecto (en una de varias poblaciones de campo) obtuvieron un valor de hasta 232.86 ppm, siendo casi similar al obtenido en este trabajo para la población Ceballos.

Para dimetoato la población Matamoros obtuvo el valor más elevado de CL₅₀ con 1607 ppm, seguido por las poblaciones Esmeralda, Tlahualilo y Ceballos, tal como se aprecia en el Cuadro 3. Respecto a este producto y su modo de acción, Álvarez *et al.* (2024) evaluó acefato sobre una población de campo de *B. tabaci*, estimando la CL₅₀ en 132.83 ppm, valor que es inferior al de las poblaciones de la presente investigación. Así mismo Longhurst *et al.* (2013) evaluaron profenofos sobre una población de campo del mismo insecto, reportando una CL₅₀ de 374 ppm, inferior a los resultados de las poblaciones objeto de este estudio. Por su parte Saleem *et al.* (2022) evaluaron Chlorpyrifos y obtuvieron una CL₅₀ de 1157 ppm, resultado que es inferior al de las poblaciones Matamoros y Esmeralda pero superior a Ceballos y Tlahualilo.

En clorantraniliprol la población Ceballos presentó el valor de CL₅₀ mayor con 165.31 ppm, seguido de las poblaciones Tlahualilo, Esmeralda y Matamoros. En este sentido Chen *et al.* (2018) reportan una CL₅₀ de 47.78 ppm sobre ninfas de *B. tabaci*, contrastando con los valores de CL₅₀ para este ingrediente activo en las poblaciones estudiadas en este trabajo. Así mismo Zheng *et al.* (2021) al evaluar el ingrediente contra la misma especie de insecto estimaron la CL₅₀ en 6.55 ppm, resultado muy por debajo a los obtenidos y totalmente contrastante.

Proporción de resistencia.

Para la proporción de resistencia es posible observar los valores en los Cuadros 3 y 4 (Pob. Vs Njcs). Para el extracto de mostaza la mayor proporción de resistencia corresponde a la población Matamoros con valor de 16.23 veces, así mismo el valor más elevado para el extracto de ajo le pertenece a la misma población con una proporción de resistencia de 11.89 veces.

En Imidacloprid la población Matamoros obtuvo una proporción de resistencia de 11.89, siendo la mayor de todas las poblaciones, en este sentido Rajna *et al.* (2024) evaluaron el ingrediente activo contra *B. tabaci*, en el cultivo de algodón, determinando una proporción de resistencia de 14.56, ligeramente superior a la población Matamoros. Contrastando con estos valores Balkan *et al.* (2020) evaluaron sobre *B. tabaci* en tomate el mismo ingrediente, estimando la proporción de resistencia en 8.74 veces, valor que es mayor que el resto de las poblaciones del presente estudio (ver cuadros 3 y 4) pero menor que la población Matamoros.

Referente al grupo químico de los piretroides, la población Ceballos obtuvo el valor de proporción de resistencia más alto con 12.70, seguido de las poblaciones Tlahualilo, Esmeralda y Matamoros; Rajna *et al.* (2024) reportaron una proporción de resistencia de 24.44 veces en *B. tabaci*, resultado que difiere respecto de este trabajo para la población Ceballos.

Para dimetoato (organofosforados) la población Matamoros cuenta con la mayor proporción de resistencia al ser de 6.12, resultado que difiere a lo reportado por Longhurst *et al.* (2013) quienes reportar una proporción en *B. tabaci* de 189.

Con clorantraniliprol la población Ceballos obtuvo el valor mayor con proporción de 6.71, al respecto Hopkinson y Pampa (2019) al evaluar el mismo ingrediente sobre *B. tabaci* reportaron una proporción de 3, mientras que Grávalos *et al.* (2015) un valor de 2.97, ambos resultados inferiores a los valores de proporción de resistencia presentes en este trabajo.

CONCLUSIONES

En relación a los productos evaluados, el Clorantraniliprol mostró el valor más bajo de CL₅₀ en las poblaciones Matamoros y Esmeralda, con 137.18 y 149.67 ppm, respectivamente. Mientras que para las poblaciones Ceballos y Tlahualilo estos valores corresponden a imidacloprid con 113.09 y 117.15 ppm. Para el resto de ingredientes y extractos los valores de CL₅₀ son mayores.

En relación a la línea de laboratorio (Njcs) podemos mencionar que se puede utilizar como punto de referencia debido bajos valores de CL₅₀

Los resultados en la población Matamoros, confirman, que es la que presenta mayor resistencia a ingredientes activos.

REFERENCIAS

- Alvarez, D. D. L., Hayashida, R., Cavallaro, M. C., Santos, D. M., Santos, L. M., Müller, C., & Oliveira, R. C. D. (2024). Susceptibility of *Bemisia tabaci* Gennadius (Hemiptera: Aleyrodidae) Mediterranean Populations Found in São Paulo, Brazil to 11 Insecticides and Characterization of Their Endosymbionts. *Insects*, 15(9), 670. <https://doi.org/10.3390/insects15090670>
- Balkan, T., & Kara, K. (2020). Neonicotinoid resistance in adults and nymphs of *Bemisia tabaci* (Genn., 1889)(Hemiptera: Aleyrodidae) populations in tomato fields from Tokat, Turkey. *Turkish Journal of Entomology*, 44(3), 319-331. <https://doi.org/10.16970/entoted.650742>
- Basij, M., Talebi, K., Ghadamyari, M., Hosseininaveh, V and Salami, S. A. (2017). Status of Resistance of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) to Neonicotinoids in Iran and Detoxification by Cytochrome P450. Dependent Monooxygenases. *Neotrop Entomol.* 46(1): 115-124. doi: 10.1007/s13744-016-0437-3
- Caballero, R., Cyman, S. and Schuster, D. J. (2013). Monitoring Insecticide Resistance in Biotype B of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) in Florida. *Florida Entomologist* 96(4): 1243–1256. <https://doi.org/10.1653/024.096.0402>
- CABI. (2020). *Bemisia tabaci*. (tobacco whitefly) En línea: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/8927> Fecha de consulta: noviembre de 2024.
- Carapia, R. V. E. y Castillo, G. A. (2013). Estudio comparativo sobre la morfología de *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) y *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae). *Acta zoológica mexicana*. 29(1): 178-193.
- Chen, J. C., Wang, Z. H., Cao, L. J., Gong, Y. J., Hoffmann, A. A., & Wei, S. J. (2018). Toxicity of seven insecticides to different developmental stages of the whitefly *Bemisia tabaci* MED (Hemiptera: Aleyrodidae) in multiple field populations of China. *Ecotoxicology*, 27, 742-751. <https://doi.org/10.1007/s10646-018-1956-y>
- Dağlı, F., Yükselbaba, U., Ikten, C., Topakci, N., & Gocmen, H. (2020). Insecticide resistance in *Bemisia tabaci* (Genn.) Populations collected from the Mediterranean and Aegean regions of Turkey. *Applied Ecology and Environmental Research*, 18(6). http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1806_77577768
- Dângelo, R. A. C., Michereff-Filho, M., Campos, M. R., Da Silva, P. S., & Guedes, R. N. C. (2018). Insecticide resistance and control failure likelihood of the whitefly *Bemisia tabaci* (MEAM1; B biotype): a Neotropical scenario. *Annals of Applied Biology*, 172(1), 88-99. doi:10.1111/aab.12404
- Elango, K., Sobhana, E., Sujithra, P. Bharath, D. and Ahuja, A. (2020). Traditional agricultural practices as a tool for management of insects and nematode pests of crops: An overview. *Journal Entomology Zoology Studies*. 8(3): 237-245.
- El-Zahi, E. Z. S., El-Sarand, E. S. A., & El Masry, G. N. (2017). Activity of flonicamid and two neonicotinoid insecticides against *Bemisia tabaci* (Gennadius) and its associated predators on cotton plants. *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences. A, Entomology*, 10(8), 25-34. [10.21608/eajb.2017.11990](https://doi.org/10.21608/eajb.2017.11990)

- EPPO Global Database. (2024). <https://gd.eppo.int/taxon/BEMITA>. Fecha de consulta: noviembre de 2024.
- FAO. (2013). Ecología De *Bemisia* en los cultivos de cucurbitáceas. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Farghaly, S. F. and Dawood, A. I. (2016). Role of cytochrome P450 gene in insecticide susceptibility of the whitefly, *Bemisia tabaci* (Homoptera, Aleyrodidae) in Egyptian Governorates. *Egyptian Scientific Journal of Pesticides*. 2(1):53-66.
- Finney D. J. (1971). Probit Analysis. Cambridge at the Univ. Press. 3rd Ed. 120.
- Gamarra, H. Mujica, N., Carhuapoma, P., Kreuze, J. and Kroschel, J. (2016). Sweetpotato white fly, *Bemisia tabaci* (Gennadius 1989) (Biotype B). Pest distribution and risk atlas for Africa. Potential global and regional distribution and abundance of agricultural and horticultural pests and associated biocontrol agents under current and future climates. Lima (Peru). International Potato Center (CIP).
- González, G. J. R., Pouey, F. G., Torres, D. C. y Demey, J. (2016). *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae): Historia, situación actual y su rol como vector de enfermedades virales de plantas en Venezuela. *Entomotrópica*, 31(35): 276-293.
- Grávalos, C., Fernández, E., Belando, A., Moreno, I., Ros, C., & Bielza, P. (2015). Cross-resistance and baseline susceptibility of Mediterranean strains of *Bemisia tabaci* to cyantraniliprole. *Pest management science*, 71(7), 1030-1036. <https://doi.org/10.1002/ps.3885>
- Guerra, J.G.O., Cerna E., Ochoa, Y., Landeros, J., Aguirre, L.A. y Hernández, A. (2020). Actividad insecticida de extractos de plantas contra las ninfas de la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) en laboratorio. *J Entomol Zool Stud*. 8(1):595-599.
- Hassan, E., Obaidoon, Y., Mostafiz, MM and Senior, L. (2023). Effect of Plant Essential Oil Formulations on *Bemisia tabaci* MEAM1 (Gennadius) and Its Parasitoid *Eretmocerus hayati* (Zolnerowich and Rose). *Plants* 12 (24), 4137; <https://doi.org/10.3390/plants12244137>
- Henderson, C. F. and Tilton, E. W. 1955. Test with acaricides against the brown wheat mite. *J. Econ. Entomol.* 48(2):157-161.
- Hopkinson, J. E., & Pumba, S. M. (2019). Baseline susceptibility of *Bemisia tabaci* MEAM 1 (Hemiptera: aleyrodidae) in Australia to spirotetramat, cyantraniliprole and dinotefuran, with reference to pyriproxyfen cross-resistance. *Austral Entomology*, 58(4), 762-771. <https://doi.org/10.1111/aen.12390>
- Horowitz, A. R., Ghanim, M., Roditakis, E., Nauen, R. and Ishaaya, I. (2020). Insecticide resistance and its management in *Bemisia tabaci* species. *Journal of Pest Science*. 93, 893-910. <https://doi.org/10.1007/s10340-020-01210-0>

- Insecticide Resistance Action Committee (IRAC). (2024) <https://irac-online.org/pests/tetranychus-urticae/>
- Kedar, C. S., Saini, R. K. and Kumaranag, M. (2014). Biology of cotton whitefly, *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) on cotton. *Journal of Entomological Research*. 38(2): 135-139.
- Kesh, H. and Kaushik, P. (2021). Advances in melon (*Cucumis melo* L) breeding: An update *Scientia Horticulturae*. 282: 110045. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110045>
- Longhurst, C., Babcock, J. M., Denholm, I., Gorman, K., Thomas, J. D., & Sparks, T. C. (2013). Cross-resistance relationships of the sulfoximine insecticide sulfoxaflor with neonicotinoids and other insecticides in the whiteflies *Bemisia tabaci* and *Trialeurodes vaporariorum*. *Pest Management Science*, 69(7), 809-813. <https://doi.org/10.1002/ps.3439>
- Lu, S.; Chen, M.; Li, J.; Shi, Y.; Gu, Q. y Yan, F. (2019). Changes in *Bemisia tabaci* feeding behaviors caused directly and indirectly by cucurbit chlorotic yellows virus. *Virol. J.* 16(1): 1-14. doi: 10.1186/s12985-019-1215-8
- Mota, S D. and Wise, J. C. (2024). Arthropod Pesticide Resistance Database. Michigan State University. On-line at: <http://www.pesticideresistance.org>
- Naudin C. V. (19859). Essais d'une monographie des espèces et des variétés du genre cucumis. *Annales des Sciences Naturelles*. 11: 5-87 <https://search.worldcat.org/es/title/essais-dune-monographie-des-especies-et-des-varietes-du-genre-cucumis/oclc/493999746>
- Naveen, N. C., Chaubey, R., Kumar, D., Rebijith, K. B., Rajagopal, R., Subrahmanyam, B., & Subramanian, S. (2017). Insecticide resistance status in the whitefly, *Bemisia tabaci* genetic groups Asia-I, Asia-II-1 and Asia-II-7 on the Indian subcontinent. *Scientific reports*, 7(1), 40634. doi: 10.1038/srep40634
- Rajna, S., Mahapatro, G., Subramanian, S., & Chander, S. Determination of insecticide resistance in cotton whitefly in north India. *The Indian Journal of Agricultural Sciences*, 94(4), 404-409. <https://doi.org/10.56093/ijas.v94i4.143044>
- Rami, H. A. and Ishaaya, I. (2014). Dynamics of biotypes B and Q of the whitefly *Bemisia tabaci* and its impact on insecticide resistance. *Pest Management Science*. 70(10): 1568-1572. <https://doi.org/10.1002/ps.3752>
- Ranjbar, S., Allahyari, H., Talebi Jahromi, K., & Heidari, A. (2022). Susceptibility of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) to Different Insecticides under Water Hardness Condition and Additives. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 24(6), 1385-1395. <http://dx.doi.org/10.52547/jast.24.6.1385>
- Rodríguez, E.; Téllez, M. y Janssen, D. (2019). Whitefly Control Strategies against Tomato Leaf Curl New Delhi Virus in Greenhouse Zucchini. *Int. J. Environ. Res Public Health*. 16 (15): 2673. doi: 10.3390/ijerph16152673

- Saleem, M., Hussain, D., ul Hasan, M., Sagheer, M., Ghouse, G., Zubair, M., ... & Cheema, S. A. (2022). Differential insecticide resistance in *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) field populations in the Punjab Province of Pakistan. *Helijon*, 8(12). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e12010>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2021). Melón mexicano: rico, nutritivo, sabroso y productivo. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/melon-mexicano-rico-nutritivo-sabroso-y-productivo?idiom=es>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2021). Panorama Agroalimentario 2024. Ciudad de México. https://drive.google.com/file/d/1NXcDhaB63Z94wjRUVF6f_FK0Urv6cgvJ/view
- Sharma, A.; Neupane, K. R, Regmi, R. and Neupane, R. C. (2018). Effect of intercropping on the incidence of jassid (*Amrasca biguttula* biguttula Ish.) and whitefly (*Bemisia tabaci* Guen.) in Okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench). *Journal Entomology Zoology Studies*. 1(1): 179-188.
- Velasteguí, T. F., Gutiérrez, R. C., and Guerrero, F. C. (2010). Plagas y enfermedades en plantaciones de Teca (*Tectona grandis* LF) en la zona de Balzar, Provincia del Guayas. *Ciencia y Tecnología*. 3(1): 1390-4051.
- Wang, S., Zhang, Y., Yang, X., Xie, W. and Wu, Q. (2017). Resistance Monitoring for Eight Insecticides on the Sweetpotato Whitefly (Hemiptera: Aleyrodidae) in China. *Journal of Economic Entomology*. 0(0): 1-7. Doi. 10.1093/jee/tox040
- Zheng, H., Xie, W., Fu, B., Xiao, S., Tan, X., Ji, Y., & Zhang, Y. (2021). Annual analysis of field-evolved insecticide resistance in *Bemisia tabaci* across China. *Pest Management Science*, 77(6), 2990-3001. <https://doi.org/10.1002/ps.6338>