



**UNIVERSIDAD MICHOCANA DE SAN  
NICOLÁS DE HIDALGO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**CONTROL QUÍMICO DE MOSCA BLANCA EN EL CULTIVO DE  
JITOMATE EN EL VALLE DE APATZINGÁN**

**TESIS QUE PRESENTA:**

**NOÉ ORTIZ PANIAGUA**

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO AGRÓNOMO HORTICULTOR**

**DIRECTOR DE TESIS**

**DRA. ESPERANZA LOERA ALVARADO**

**CODIRECTOR**

**DR. JOSÉ LUIS ESCAMILLA GARCÍA**

**Apatzingán, Michoacán, México. Mayo de 2022.**

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CONTROL QUÍMICO DE MOSCA BLANCA EN EL CULTIVO DE  
JITOMATE EN EL VALLE DE APATZINGÁN

TESIS QUE PRESENTA


NOÉ ORTIZ PANIAGUA

Evaluada bajo la supervisión del Comité Particular de Asesoría y aprobada  
como requisito parcial, para obtener el título de:

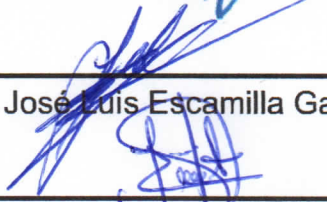
INGENIERO AGRÓNOMO HORTICULTOR

COMITÉ PARTICULAR

Directora:

  
Dra. Esperanza Loera Alvarado

Codirector:

  
Dr. José Luis Escamilla García

Asesor 1:

  
Dr. Patricio Apáez Barrios

Asesor 2:

  
Dr. Juan Carlos Álvarez Hernández

Asesor 3:

  
Dra. Maricela Apáez Barrios

Apatzingán, Michoacán, México, noviembre de 2021.

## DEDICATORIA

El término del presente trabajo en esencia la conclusión de cinco años de estudios fuera de mi seno familiar, donde comprendí los valores de amor, responsabilidad, solidaridad y amistad.

Son un gran numero las personas que me acompañaron en este crecimiento personal y académico, las cuales presento a continuación:

A la Familia López López en especial a mi tía Yolanda López (QEPD) y su padre Miguel López (QEPD) por recibirme con los brazos abiertos en su hogar y brindarme todo su apoyo hasta sus últimos días.

A mis padres Hipólito Ortiz Ruiz y Socorro Paniagua Arias por su confianza, paciencia y apoyo en todas las áreas de mi vida.

A mis hermanos Iván, Rene y Lucero por bríndame su apoyo económico y emocional, volviéndome más fácil emprender este emocionante viaje de estudios universitarios.

A mis profesores y compañeros de la Facultad de Ciencias Agropecuarias. En especial a los ABVENAN un querido grupo de amigos, que formaron parte de este crecimiento académico y personal.

## **AGRADECIMIENTOS**

El presente trabajo de investigación fue realizado bajo la dirección académica de la Dra. Esperanza Loera Alvarado a la cual estoy profundamente agradecido por su apoyo, conocimientos, sugerencias, compromiso y paciencia al encaminarme en mis primeros pasos hacia la investigación científica. Al igual al Dr. Gerardo Loera Alvarado por brindarme su ayuda y habilidades en el área estadística de este trabajo.

A mis profesores Juan Manuel Sánchez Pérez y M.C. Daniel Munro Olmos (QEPD) por sus consejos académicos y apoyo moral al momento de realizar los trabajos técnicos en campo del este trabajo de investigación. ¡Gracias!

A mis compañeros Hugo Valencia, Francisco Ochoa y Liborio Rodríguez por todo su apoyo en el trabajo en campo. ¡Gracias ingenieros!

A la Psico. Fabiola Cuevas y todo su equipo de Desansiedad por encaminarme en el viaje de autoconocimiento, parte importantísima en mi vida sin la cual probablemente seguiría aplazando mis sueños.

Y finalmente agradezco a DIOS por darme esta oportunidad de vida, que sin su esencia estoy seguro que nada esto sería posible y a mi querida familia Ortiz Paniagua por todo su amor, paciencia y comprensión. ¡Gracias los amo!

## CONTENIDO

|  |    |
|--|----|
| <b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....                                 | 1  |
| 1.1 HIPÓTESIS.....   | 2  |
| 1.2 OBJETIVO GENERAL .....                                   | 2  |
| 1.2.1 Objetivos particulares.....                            | 3  |
| 1.3 JUSTIFICACIÓN .....                                      | 3  |
| <b>II. REVICION DE LITERATURA</b> .....                      | 4  |
| 2.1 Especies de mosquita blanca de importancia agrícola..... | 4  |
| 2.2 Descripción taxonómica .....                             | 6  |
| 2.3 Importancia económica .....                              | 6  |
| 2.4 Descripción y ciclo biológico .....                      | 8  |
| 2.5 Plantas hospederas.....                                  | 10 |
| 2.6 Daños.....   | 12 |
| 2.7 Manejo de mosca blanca .....                             | 13 |
| 2.7.1 Control biológico.....                                 | 14 |
| 2.7.2 Control cultural .....                                 | 15 |
| 2.7.3 Control mecánico.....                                  | 15 |
| 2.7.4 Control biorracional .....                             | 16 |
| 2.7.5 Control químico .....                                  | 17 |
| <b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....                       | 19 |
| 3.1 Localización .....                                       | 19 |
| 3.2 Manejo del cultivo.....                                  | 19 |

|            |  |           |
|------------|--|-----------|
| 3.3        | Diseño experimental.....   | 20        |
| 3.4        | Productos químicos utilizados.....   | 21        |
| 3.5        | Aplicación de los tratamientos .....   | 22        |
| 3.6        | Variables a evaluar.....   | 23        |
| 3.7        | Recolectas .....   | 23        |
| 3.8        | Montajes e identificación de ejemplares de mosca blanca.....   | 23        |
| 3.9        | Análisis estadístico .....   | 24        |
| <b>IV.</b> | <b>RESULTADOS Y DISCUSION .....</b>  | <b>25</b> |
| 4.1        | Efectividad de los insecticidas en el control de ninfas de mosca blanca<br>.....   | 25        |
| 4.2        | Fluctuación poblacional de mosca blanca, con respecto a la<br>temperatura y precipitación .....                                  | 31        |
| 4.3        | Clave taxonómica para la identificación de las especies de mosca<br>blanca presentes, tomada de Ortega <i>et al.</i> (2008)..... | 34        |
| <b>V.</b>  | <b>CONCLUSIÓN.....</b>   | <b>39</b> |
| <b>VI.</b> | <b>LITERATURA CITADA .....</b>   | <b>40</b> |

## ÍNDICE DE CUADROS

|    |   |    |
|----|---|----|
| 1. | Distribución de los tratamientos.....   | 22 |
| 2. | Insecticidas a evaluar para el control de mosca blanca en jitomate en la Facultad de ciencias Agropecuarias, municipio de Apatzingán, Michoacán, para el ciclo otoño-invierno del año 2015..... | 23 |
| 3. | Comparación de medias Dunnett ( $\alpha = 0.05$ ) para la variable promedio de moscas blancas por planta.....   | 27 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|    |  |    |
|----|--|----|
| 1. | Ciclo biológico de mosca blanca.....   | 9  |
| 2. | Efecto de los tratamientos en la densidad de población de mosca blanca.....  | 31 |
| 3. | Dinámica poblacional de ninfas de mosca blanca de noviembre de 2015 a enero de 2016, con respecto a los insecticidas aplicados, la temperatura y precipitación.....  | 33 |
| 4. | Ninfa de mosca blanca: a) orificio basiforme, b) línula, c) opérculo y d) setas caudales. El orificio basiforme es triangular, el opérculo cubre la línula que tiene forma de lengua y posee un par de setas caudales..... | 38 |



## **CONTROL QUÍMICO DE MOSCA BLANCA EN EL CULTIVO DE JITOMATE EN EL VALLE DE APATZINGÁN**

**Resumen.** El jitomate es una de las hortalizas de mayor consumo en México y en el mundo, y de las de mayor valor económico. Sin embargo, se encuentra amenazado por la mosca blanca, un insecto perteneciente a la familia Aleyrodidae, cuyas especies de mayor importancia por los daños que causan son: *Bemisia tabaci* (Gennadius) y *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood). Con el objetivo de evaluar la efectividad de diferentes productos químicos en el control de ninfas de mosca blanca y conocer la especie que predomina en el valle de Apatzingán, Michoacán, se estableció el presente experimento, durante noviembre de 2015 a enero de 2016. Los tratamientos fueron un testigo absoluto, abamectina, imidacloprid y lambdacialotrina; pertenecientes a diferentes grupos toxicológicos. Los tratamientos fueron alojados en un diseño de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones. Los resultados mostraron que de acuerdo al análisis de varianza y una prueba de comparación múltiple de DUNNETT ( $\alpha=0.05$ ); los insecticidas abamectina e imidacloprid mostraron diferencia significativa respecto al testigo y lambdacialotrina en el control de ninfas de mosca blanca, durante el desarrollo vegetativo, floración e inicios de la cosecha. Por lo tanto, en un plan de control químico para mosca blanca, se puede alternar abamectina e imidacloprid. Por otro lado, la especie de mosca blanca que se identificó fue *Bemisia tabaci* (Gennadius).

Palabras clave: Aleyrodidae, hortalizas, ninfas, insecticidas.

## CHEMICAL CONTROL OF WHITE FLY IN THE CULTURE OF TOMATO IN THE APATZINGÁN VALLEY

**Abstracts.** The tomato is one of the vegetables with the highest consumption in Mexico and in the world, and one of the most economically valuable. However, it is threatened by the whitefly, an insect belonging to the Aleyrodidae family, whose most important species due to the damage they cause are: *Bemisia tabaci* (Gennadius) and *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood). In order to evaluate the effectiveness of different chemical products in the control of whitefly nymphs and to know the species that predominates in the Apatzingán valley, Michoacán, the present experiment was established, during November 2015 to January 2016. The treatments they were an absolute control, abamectin, imidacloprid and lambda-cyhalothrin; belonging to different toxicological groups. The treatments were housed in a completely randomized block design with four replications. The results showed that according to the analysis of variance and a DUNNETT multiple comparison test ( $\alpha = 0.05$ ); the insecticides abamectin and imidacloprid showed a significant difference compared to the control and lambda-cyhalothrin in the control of whitefly nymphs, during vegetative development, flowering and early harvest. Therefore, in a whitefly chemical control plan, abamectin and imidacloprid can be alternated. The whitefly species that was identified was *Bemisia tabaci* (Gennadius).

Key Word: Aleyrodidae, vegetables, nymphs, insecticides.

## I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de jitomate (*Solanum lycopersicum*) es una de las hortalizas más importantes a nivel mundial. De acuerdo a cifras de la FAO en 2018 China ocupó el primer lugar en producción con 61' 523, 462 t, India con 19' 377, 000 t., Estados Unidos de América con 12' 612, 139 t., Turquía con 12' 150, 000 t. Egipto 6' 624, 733 t., México llega a ocupar el noveno lugar con una producción de 4' 559, 375 t (FAO, 2020).

De acuerdo al Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) en 2019 los principales estados productores de jitomate en México son: Sinaloa, San Luis Potosí y Michoacán. En el estado de Michoacán se cosecharon 5, 837 ha<sup>-1</sup> de jitomate en el año 2019, de las cuales 712 ha<sup>-1</sup> pertenecen al Distrito Apatzingán el cual comprende los municipios de; Apatzingán (20 ha<sup>-1</sup>), Gabriel Zamora (52 ha<sup>-1</sup>), Mujica (230 ha<sup>-1</sup>), Nuevo Urecho (18 ha<sup>-1</sup>) y Parácuaro (392 ha<sup>-1</sup>) (SIAP, 2020).

Durante la etapa de desarrollo vegetativo predominan las plagas invertebradas que atacan directamente al tomate, tales como el gusano cortador (*Spodoptera* spp.), los minadores (*Liriomyza* spp.), ácaros (*Polyphagotarsonemus latus*) y los insectos transmisores de enfermedades, tales como áfidos y la mosca blanca (*Bemisia* sp.). Enfermedades como la virosis, marchitez y tizones están presentes con importancia variable (CATIE/MIP, 1990).

Las dos especies más dañinas de mosca blanca en América latina son: *Bemisia tabaci* (Gennadius) y *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood). *Bemisia tabaci* es sin duda la especie de mayor importancia, porque ataca a más de 200 cultivos y trasmite más de 150 virus; y tiene la capacidad de desarrollar biotipos muy agresivos. En las últimas

décadas, *T. vaporariorum* ha sido reconocida también como vector de algunos virus de importancia económica en América latina (Morales *et al.*, 2006).

Es importante conocer la dinámica de población de mosca blanca, pues forma parte de un buen manejo integral de plagas (MIP), para así poder llevar un buen manejo de insecticidas y retrasar el desarrollo de la resistencia de la plaga a los insecticidas.

Además, es de suma importancia conocer las especies de mosca blanca que se encuentra afectando al cultivo de jitomate en la región de tierra caliente, la cual baja significativamente el rendimiento en la producción.

## **1.1 HIPÓTESIS**

La especie de mosca blanca *Bemisia tabaci*, es la que se encuentra en el cultivo de jitomate en el campo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias.

Uno de los tres insecticidas evaluados es superior al testigo absoluto en el control de mosca blanca.

## **1.2 OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la efectividad de insecticidas químicos en el control de mosca blanca, identificar taxonómicamente la especie predominante de mosca blanca y obtener su dinámica poblacional durante el ciclo del cultivo.

### 1.2.1 Objetivos particulares

1. Determinar cuáles insecticidas mantienen un mejor control de la mosca blanca.
2. Determinar la fluctuación temporal de mosca blanca a lo largo del ciclo del cultivo.
3. Asociar factores como la temperatura y precipitación con las poblaciones de mosca blanca.
4. Identificar la especie de mosca blanca predominante en el cultivo de jitomate.

### 1.3 JUSTIFICACIÓN

Uno de los problemas que más se tiene en la producción de jitomate en México es la provocada por enfermedades virales transmitida por mosca blanca a la hora de alimentarse de la savia de las plantas. Existe una gran cantidad de especies, entre las más conocidas y que causan mayores daños se encuentran *Bemisia tabaci* y *Trialeurodes vaporariorum*.

En el valle de Apatzingán aún no se tiene un estudio que demuestre que especie de moscas blancas son las que afecta a la gran mayoría de los cultivos hortícolas, entre ellos, el jitomate.

Es importante identificar a la especie de mosca blanca que se encuentra en este cultivo, entender su dinámica poblacional, tomando en cuenta los factores bióticos y abióticos, todo esto con el fin de poder establecer estrategias de control más efectivas, que permitan hacer un manejo más racional de insecticidas, y con esto retrasar el desarrollo de resistencia.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Especies de mosca blanca de importancia agrícola

En los últimos años la mosca blanca se ha convertido en una de las principales plagas agrícolas a nivel mundial, principalmente en áreas tropicales y subtropicales. Se han constituido como plaga primaria de cultivos hortícolas tales como: chile (*Capsicum* spp.), calabacita (*Cucurbita pepo* L.) y jitomate (*Solanum lycopersicum*) donde ha causado pérdidas de hasta 100% (Horowitz *et al.*, 2004).

En México se tienen registros de 67 especies incluidas en 27 géneros, aunque sólo *Bemisia tabaci*, *Bemisia argentifolii* y *Trialeurodes vaporariorum* son reconocidas como especies de importancia agrícola (Ortega *et al.*, 2008).

En particular, *Bemisia tabaci* se ha convertido en una plaga de gran importancia en el mundo, afectando la producción de una gran variedad de plantas cultivadas pertenecientes a diversas familias botánicas (Arnal, 1991; Simmons, 1994).

Las moscas blancas son insectos chupadores de amplia distribución mundial, de los cuales *Bemisia tabaci* es la especie más difundida, posiblemente más dañina y más estudiada. Tiene una distribución en toda el área tropical y subtropical del mundo. No obstante, en las últimas décadas *Bemisia tabaci* ha invadido todos los continentes con excepción de la Antártida. Se cree que *Bemisia tabaci* se originó en Oriente o en Pakistán y se dispersó a África, Europa y América por el transporte humano de materiales vegetales (Anderson, 1992; Brown y Bird, 1992; Naranjo *et al.*, 2004).

*Bemisia tabaci* (Gennadius) fue descrita hace más de 100 años como una plaga de la papa en Grecia y desde entonces se ha convertido en una de las plagas más importantes que afectan a la agricultura mundial. Es una plaga cosmopolita de cultivos de campo y hortícolas; causa daños directos al alimentarse, transmite virus, causa

desórdenes fisiológicos y contamina los productos mediante la excreción de mielecilla (Naranjo *et al.*, 2004).

*Bemisia tabaci* pertenece a la familia Aleyrodidae que se compone de cuatro subfamilias, la Udamosellinae que contiene dos especies, la Bernaeiinae que se compone de cuatro especies extintas que pertenecen a tres géneros, la Aleurodicinae que tiene 136 especies en 21 géneros y la Aleyrodinae que tiene 1492 especies en 140 géneros (incluida *Bemisia*). Martin (1987) explica que en la subfamilia Aleyrodinae es donde ha ocurrido mayor diversificación de especies. Describe que las exuvias de Aleyrodinae se caracterizan porque, no presentan poros compuestos subdorsales, aunque en ocasiones presentan cinco pares de poros simples uniformemente separados, la línula es muy variable, aunque por lo general pequeña, en forma de lengua y sin las cuatro setas y los adultos presentan patas con saco adhesivo apical (Boykin *et al.*, 2013; Martin 1987 citado por Ortega y Carapia, 2020). La mosca blanca de los invernaderos, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood, 1856) (Hemiptera: Aleyrodidae), es considerada una de las principales plagas asociadas a cultivos hortícolas en ambientes protegidos, siendo el jitomate *Solanum lycopersicum* L. uno de los cultivos más afectados (Evans, 2007).

Otra de las especies de mayor importancia agrícola es la mosquita blanca de la hoja plateada (MBHP), (*Bemisia argentifolii* Bellows y Perring) es una plaga polífaga que ataca a más de 500 especies de plantas hospedantes correspondientes a 74 familias (Brown *et al.*, 1995). En los últimos años se ha convertido en la plaga más importante a nivel mundial, por sus elevadas poblaciones y daños económicos que provoca en la agricultura.

## 2.2 Descripción taxonómica

- Reino: Animal
- Subreino: Bilateria
- Phylum: Artrópodos
- Subphylum: Hexapoda
- Clase: Insecta
- Subclase: Pterygota
- Orden: Hemiptera
- Suborden: Sternorrhyncha
- Super Familia: Aleyrodoidea
- Familia: Aleyrodidae
- Género: *Bemisia*, *Trialeurodes*
- Especie: *Bemisia tabaci*; *Bemisia argentifolli*, *Trialeurodes vaporariorum* (Forero, 2008 citado por Cruz, 2009; Integrated Taxonomic Information System Report Page: *Bemisia Tabaci*, 2021).

## 2.3 Importancia económica

Es difícil cuantificar el impacto económico causado por el complejo de mosca blanca y los virus que trasmite, se han tenido que destruir miles de hectáreas de cultivos como el algodón ( *Gossypium* ssp.), ajonjolí ( *Sesamum indicum*), soya ( *Glycine max*), melón ( *Cucumis melo*), sandía ( *Citrullus lanatus*), chile ( *Capsicum annum*) y jitomate ( *Solanum lycopersicum*), debido principalmente a la mala calidad de los productos. Esto causa fuertes pérdidas para los productores. En el aspecto ecológico, la intensiva aplicación de productos químicos inadecuados ocasiona daños al



ambiente y gastos elevados, que muchas veces no resuelven el problema, lo que obliga a sustituir cultivos rentables por otros menos remunerados (Ortega, 2001).

Entre las especies de mosca blanca, *Bemisia argentifoli* causa el mayor daño económico. Las poblaciones presentadas en 1991-1992 en el Valle de Mexicali, en Baja California Norte y en San Luis Rio Colorado, Sonora, ocasionaron pérdidas estimadas en 60 millones de pesos por la destrucción de miles de hectáreas de cultivos como melón, sandía, ajonjolí y algodón (Martínez, 1995).

Por lo anterior, para 1992 se tomó la decisión de eliminar las siembras de varios cultivos como, melón, sandía y ajonjolí, durante el verano. Sin embargo, no se restringió el cultivo de algodón, por lo que fue severamente dañado por la plaga. El rendimiento de algodón se redujo al 50% durante ese año, debido a la contaminación de la fibra por la fumagina (León, 1993).

En los estados de Guanajuato, Jalisco y San Luis Potosí donde se cultiva chile (*Capsicum* spp.) y jitomate (*Solanum lycopersicum*) ocasionó el 40% de pérdidas atribuidas a la transmisión de virus al cultivo (Gutiérrez-Olivares *et al.*, 2007). Esta plaga es un severo problema fitosanitario en México desde 1995 (Medina *et al.*, 2004), en la Comarca Lagunera ha causado entre el 40 y el 100% de pérdidas en el rendimiento de cultivos como el melón, calabaza, tomate y algodón (Nava-Camberos; Cano-Rfos, 2000).

Otra de las especies de mosca blanca de mayor importancia es *Bemisia tabaci*, la cual se ha constituido en una plaga importante que origina serios problemas en muchos cultivos (Erdogan *et al.*, 2008). Durante las últimas tres décadas, *Bemisia tabaci* ha producido grandes pérdidas en diferentes cultivos tales como: chile (*Capsicum* spp.), calabacita (*Cucurbita pepo* L.) y jitomate (*Solanum lycopersicum*)

(Aguilar-Medel *et al.*, 2007). Además, es un vector de más de 110 virus de plantas (Chu *et al.*, 2008).

#### **2.4 Descripción y ciclo biológico**

Las moscas blancas son insectos de metamorfosis incompleta, por lo tanto, el ciclo biológico incluye una etapa de huevo, cuatro estadios ninfales y el adulto. Al último estadio ninfal se le denomina pupa (Gill, 1990).

La hembra oviposita en el envés de las hojas y coloca los huevos en posición vertical, en su parte basal llevan un pedicelo corto que les sirve para anclarse (Butler, 1982).

El número de huevos que oviposita la hembra varía de 48 a 500 dependiendo de la especie, del hospedero y de las condiciones ambientales. Los huevos recién puestos son de color verde pálido, después se vuelven castaño oscuro (Gill, 1990).

El tiempo necesario para el desarrollo de huevo a adulto (Figura 1) es de dos a tres semanas en climas cálidos, pero puede requerir hasta dos meses en climas fríos; es decir, las temperaturas altas acortan el ciclo y las bajas lo alargan (Nava-Camberos *et al.*, 2001), por ejemplo, el ciclo puede durar un mes con una temperatura entre 22-25°C, rango donde se encuentra el óptimo para el desarrollo del máximo potencial biótico de esta plaga, aunque las moscas blancas pueden desarrollarse en un amplio rango de temperatura (10-38°C). Los valores óptimos de humedad para el desarrollo de la mosca blanca están en el 75% y el 80% (Porcuna, 2010).

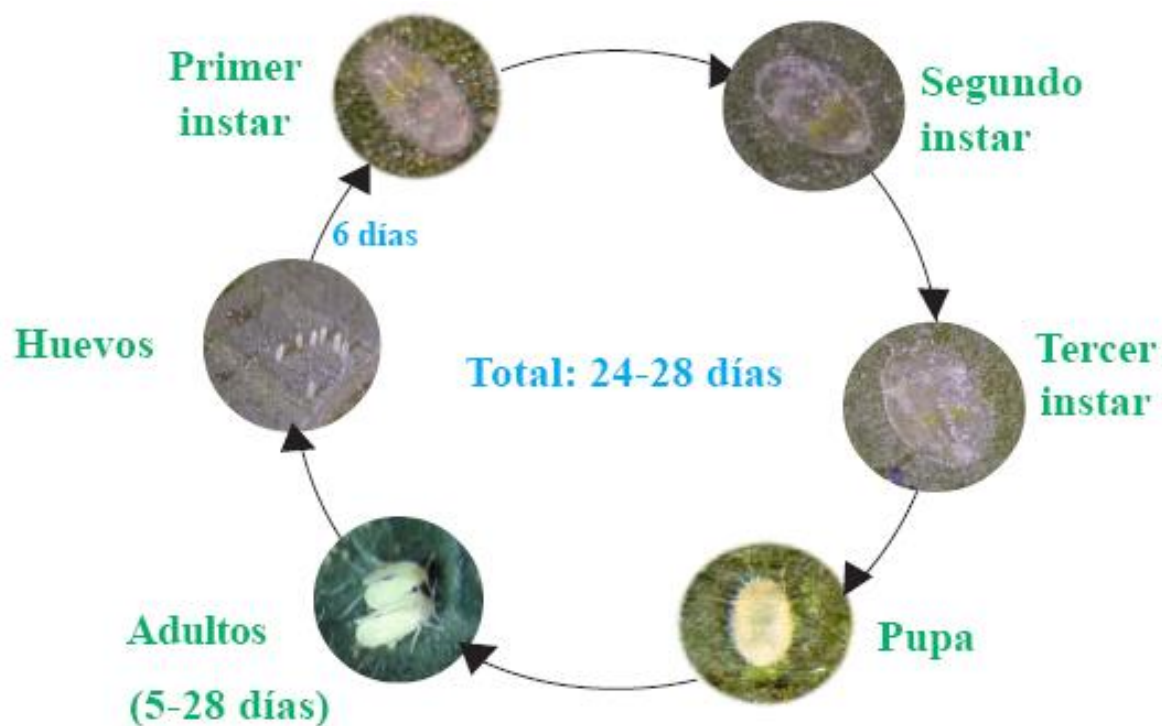


Figura 1. Ciclo biológico de mosca blanca.

A continuación, se describen los cuatro estados de desarrollo por los que pasa la mosca blanca:

**Huevo:** son piriformes ovales de color amarillo a naranja, con un pedicelo erecto, que es una prolongación del propio huevo, mismos que son puestos de uno en uno, o en grupos sobre el envés de las hojas (Cruz, 2009). En promedio un huevo mide 0.23 mm de longitud y 0.1 mm de anchura. La mosca blanca pone los huevos en forma individual o en grupos. Con una duración de cinco días (Cardona *et al.*, 2005).

**Ninfas:** primer instar; La ninfa recién emerge del huevo se mueve para localizar el sitio de alimentación; es el único estado inmaduro que hace este movimiento y se le conoce como “crawler” o gateador. De allí en adelante la ninfa es sésil. Se caracteriza porque su contorno es oval, con antenas y tres pares de patas, normalmente

desarrolladas y funcionales. Duración promedio de tres días (Cardona *et al.*, 2005; Morales *et al.*, 2006; Porcuna, 2010).

Segundo instar: tiene forma acorazonada, es de color blanco verdoso con bordes ondulados. Mide 0.36 mm de longitud y 0.24 mm de anchura. Dura tres días. Tercer instar; sigue teniendo forma acorazonada, con su parte caudal terminada en punta. Es de color blanco verdoso. Mide 0.53 mm de longitud y 0.36 mm de anchura. Dura cinco días en promedio (Morales *et al.*, 2006).

Pupa o cuarto instar: al comenzar el cuarto la ninfa es plana y transparente. A medida que avanza su desarrollo se torna abultada y opaca siendo visibles sus ojos rojos. Es en este punto cuando se denomina pupa. Tiene forma acorazonada con la parte cefálica redondeada y la parte caudal terminada en punta. Mide 0.84 mm de longitud y 0.59 mm de anchura. Dura seis días (Morales *et al.*, 2006).

Adulto: mide 1.1 mm de longitud y de color amarillo pálido, pero en 3-5 horas toma el color blanco debido al polvo ceroso que cubre sus alas. Las alas son transparentes, angostas en la parte anterior, ensanchadas hacia atrás, ojos de color rojo oscuro. La hembra vive de 5 a 27 días y se diferencia del macho por su tamaño. Los adultos copulan apenas emergen o en ocasiones puede haber un periodo de pre-oviposición. Las hembras ponen de entre 48 y 500 huevos (Morales *et al.*, 2006).

## **2.5 Plantas hospederas**

Las moscas blancas son una plaga cosmopolita presente en todo México. Es una plaga polífaga, lo que le permite sobrevivir durante todo el año en sus hospederos. *B. tabaci* ha sido registrada alimentándose de más de 600 especies de plantas hospederas. Estas especies se ubican en 74 familias de plantas, incluyendo hortalizas, plantas ornamentales, cultivos industriales y numerosas especies

silvestres. Entre los hospederos atacados por este insecto se encuentran comúnmente plantas que pertenecen a las familias Cruciferae, Cucurbitaceae, Solanaceae, Leguminosae, aunque, prefiere cultivos como el algodón (*Gossypium* ssp.), chile (*Capsicum annuum*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), calabaza (*Cucurbita* spp.), sandía (*Citrullus lanatus*) y jitomate (*Solanum lycopersicum*) (Moun y Halsey, 1978; Cuéllar y Morales, 2006). Por lo tanto, su oportunidad de encontrar una planta hospedante donde concluir su ciclo biológico y dar continuidad a su especie es muy alta.

Las moscas blancas están sujetas a una fuerte presión de selección para elegir a las especies o partes de la planta más adecuadas para alimentarse o ovipositar. Esto lo realiza mediante un proceso de selección a través de estímulos visuales, gustativos y olfativos (Gerling, 2002). De acuerdo a la parte de la planta donde se alimentan los estados inmaduros de la mosca blanca, será la duración de su ciclo, debido a cambios en la composición nutritiva de la misma (Fernández, 2016).

El insecto debe dispersarse entre y adaptarse a una gran cantidad de huéspedes potenciales. Los hábitats de estos huéspedes, a su vez, varían también espacial y temporalmente; muchos son especies anuales o cultivos que crecen durante períodos muy breves del año. Una vez que localiza un nuevo huésped, el insecto debe desarrollarse y reproducirse exitosamente sobre él antes que toda la planta o las hojas hospederas mueran. Cada especie hospedera presenta problemas diferentes. Pueden diferir en su estacionalidad (anuales o perennes), abundancia e idoneidad. Las plantas también pueden reaccionar de forma diferente a factores medioambientales, como la tolerancia a las heladas, por ejemplo, y albergar a un complejo diferente de enemigos naturales (Naranjo *et al.*, 2004).

## 2.6 Daños

Las moscas blancas son insectos chupadores que se localizan en el envés de las hojas de sus hospedantes. Tanto las ninfas como los adultos causan daños directos por la succión de nutrientes de la planta, principalmente aminoácidos y azúcares. Esto causa amarillamiento de las plantas, detienen su crecimiento y pueden llegar a morir cuando las poblaciones de la plaga se incrementan (Ortega *et al.*, 2008).

Otro daño causado por la mosca blanca es la secreción de mielecilla (producto del metabolismo del insecto), la cual propicia el desarrollo del hongo que causa la fumagina. Ocasionalmente ocasionando interferencia con la fotosíntesis y, por ende, la reducción del valor comercial de las partes comestibles y la maduración irregular de los frutos (Morales y Cermeli, 2001; Aguilar-Medel *et al.* 2007; Ortega *et al.*, 2008).

Sin embargo, el mayor daño de la mosca blanca es cuando actúan como vectores de virus, lo que ocasiona enfermedades virales como geminivirus, closterovirus, carlavirus, potyvirus, que causan debilitamiento y desordenes fisiológicos en las plantas (Hilje, 1996; Ortega *et al.*, 2008).

En el caso del jitomate, la mosca blanca es una de las plagas que más afecta el desarrollo de una plantación, ya que puede atacar desde el semillero, hasta un cultivo en fructificación y el daño principal que causa es la transmisión de geminivirus (Cuellar y Morales, 2006).

Los síntomas de infecciones causadas varían de acuerdo con la cepa del virus, el cultivar, la edad de la planta al momento de la infección, y de las condiciones ambientales. Las moscas blancas son capaces de transmitir más de 40 agentes causales de enfermedades, se caracterizan principalmente por inducir amarillamiento, moteado, mosaico clorótico, achaparramiento, rizado y deformación de hojas, arrugas, aborto de flores y deformación de fruto (Hilje, 1996 y Ortega *et al.*, 2008).

## 2.7 Manejo de mosca blanca

El manejo para evitar los bajos rendimientos, o pérdidas totales del cultivo, a causa de los daños directos e indirectos de *Bemisia tabaci* ha forzado al ser humano a buscar soluciones para este grave problema. Dando lugar a una cantidad de investigación que provee métodos de manejos aceptables (Oliveira *et al.*, 2001).

Con ayuda de la ciencia y la tecnología se han podido estudiar todos los posibles componentes involucrados (agroecosistema) entre la interacción plaga-cultivo. Para poder manipular y dirigir el agroecosistema es necesario un conocimiento detallado de la biología y la ecología de los organismos presentes en él. Entre otros, el conocimiento de las plagas, sus enemigos naturales y sus interacciones con el ambiente, hace más fácil diseñar y aplicar procedimientos de manejo para explotar cualquier eslabón débil que exista en las defensas de la plaga (Polack, 2005). Salguero (1993) recomienda tener en cuenta los siguientes datos biológicos de *Bemisia tabaci* y los virus que trasmite, antes de elegir un método de control:

1. Permanece “protegida” en el envés de las hojas durante toda su vida.
2. Tienen una gran capacidad para desarrollar resistencia a los insecticidas.
3. Muestra gran plasticidad genética para desarrollar biotipos y adaptarse a condiciones nuevas o adversas.
4. Tiene hábitos migratorios, colonizando constantemente nuevos campos de cultivo.
5. Tanto el vector como el virus presentan múltiples hospedantes, ya sean estas plantas cultivadas o malezas.

6. Se debe evitar que el virus llegue a las plantas sanas que se quiere proteger.

7. La protección debe ser temprana, pues si los virus infectan la planta en sus primeros días de desarrollo, la producción se reducirá drásticamente.

### **2.7.1 Control biológico**

El control biológico constituye la utilización de enemigos naturales para la aniquilación de poblaciones de plagas. La gama de enemigos naturales de la mosca blanca es muy amplia, sin embargo, pocas especies se usan en programas de control biológico con resultados exitosos. En la naturaleza se encuentra un gran número de patógenos, por ejemplo: hongos, depredadores, parasitoides, todos regulando las poblaciones de mosca blanca (Ortega *et al.*, 2008).

En este caso del control de *Bemisia tabaci*; esta medida, especialmente cuando se combina con el desarrollo de variedades de plantas que son tolerantes o resistentes a la infección viral pueden apoyar un cultivo de plantas sostenible y libre de insecticidas (Horowitz *et al.*, 2011).

Los principales parasitoides de mosca blanca pertenecen al orden Hymenoptera, los géneros más importantes son: *Amitus*, *Euderomphale*, *Metaphycus*, *Signiphora*, *Azotus*, *Cales*, *Encarsia*, *Eretmocerus* (Gerling, 1990 y Ortega *et al.*, 2008).

Las especies depredadoras de mosca blanca tienen hábitos polípagos e incluyen en su dieta otros insectos (trips, áfidos, minadores, huevos de lepidóptera, entre otros), ácaros y material vegetal; sin embargo, con frecuencia son capaces de consumir una gran cantidad de huevos y ninfas de mosca blanca (Rice *et al.*, 2001). Entre las



especies más importantes depredadoras de mosca blanca se encuentran *Conylostilus* sp., *Allograpta exótica*, *Toxomerus lacrimosus*, *Chrysoperla* spp., *Acletoxenus indica*, entre otros (Serrano *et al.*, 1993; Rice *et al.*, 2001 y Oliveira *et al.*, 2003).

Los hongos entomopatógenos son un grupo de microorganismos cuyos hospederos principales son diferentes grupos de insectos. Los micoinsecticidas seleccionados para el control del complejo moscas blancas están formulados principalmente con base en las especies *Verticillium lecani*, *Paecilomyces fumosoroseus* y *Beauveria bassiana* (Maniania *et al.*, 2003).

### **2.7.2 Control cultural**

El control cultural se refiere a todas aquellas prácticas preventivas como son: el aumento en la densidad de siembra, eliminación de plantas viróticas, rotación de cultivos, siembra intercalada, control de arvenses y eliminación o destrucción de los residuos de cosecha. Con estas prácticas se reduce la infestación, reproducción, sobrevivencia y dispersión de la plaga (Scholaen, 2005).

### **2.7.3 Control mecánico**

Es importante que se realice un buen monitoreo de las plagas, dentro del campo agrícola, para ello existen diferentes mecanismos como lo son: las trampas amarillas pegajosas, para observar la incidencia de adultos; la utilización de malla anti áfidos para la protección de los almácigos y tener plantas sanas al momento del trasplante;

utilización de microtúneles e invernaderos, si bien no son el total de la solución, ayuda mucho a mitigar el daño que los insectos plagas puedan causar al cultivo.

Existen otras técnicas llamadas superficies reflejantes y consisten en el uso de acolchados o coberturas de diferentes materiales, barreras vivas y artificiales, y telas flotantes (agribón) (Ruiz y Aquino 1999; Trejo y Nava, 2006).

#### **2.7.4 Control biorracional**

Los productos biorracionales son en general derivados de microorganismos, plantas o minerales, también son moléculas sintéticas y análogas a las naturales, las cuales se caracterizan por tener algún efecto favorable en las plantas en las que se usan y un efecto desfavorable en insectos plaga y patógenos que causan enfermedades (García-Gutiérrez *et al.*, 2012).

El uso de insecticidas no sintéticos y la implementación de insecticidas botánicos como los extractos de *Azadirachta indica* Adr. Juss. y *Nicotiana tabacum* L. se están usando más frecuentemente en América latina. Estos compuestos actúan ya sea porque inhiben el crecimiento (afectan el proceso de síntesis de quitina y la larva no puede elaborar la cutícula para pasar a su estado adulto), son abrasivos y causan lesiones en la cutícula, o porque son deshidratantes y afectan la viabilidad de los huevecillos (Tamez *et al.*, 2001; Cuellar y Morales, 2006).

Para el control de mosca blanca, el aceite de neem ha tenido buenos resultados para los primeros estadios ninfales (I, II y III), observándose una mortalidad del 80% a una concentración del 1%, a los seis días después de la aplicación (Pinheiro *et al.*, 2009). De la planta de neem, se extraen otros compuestos que son tóxicos para la mosca blanca, como la azadiractina, de la cual existen diferentes formulaciones. En un estudio realizado por Lynn *et al.* (2010) con azadiractina para el control de mosca

blanca, mostró tasas de oviposición significativamente bajas: 35.5 y 23.1% menos que el control a concentración de 5 y 10 ppm, respectivamente, y las tasas de desarrollo adicionales de los huevos, incubabilidad y la eclosión de adultos, se redujeron significativamente a 50.3 y 22.9% a una concentración de 10 ppm.

Algunos de los insecticidas biorracionales para el control de plagas en hortalizas y cucurbitáceas son los siguientes: Sunspray (aceite mineral), Spray ultrafino, *B. bassiana*, Spinosad, Neem (aceite), Semillas de neem, Soya, Aceite de colza, Dial, *Annona muricata* L., Jabón líquido, Mycontrol WS, Naturalis-L+, etc. (Gonzales-Maldonado y García-Gutiérrez, 2012).

### **2.7.5 Control químico**

A partir del descubrimiento de los plaguicidas, después de la segunda guerra mundial, el desarrollo de era industrial y la demanda de alimentos, se desarrollaron diferentes componentes químicos (herbicidas, fungicidas, nematicidas, insecticidas), como un método para eliminación de plagas, que afectaban las grandes extensiones de cultivo. Este es el método más utilizado y conocido para el control de mosca blanca, desgraciadamente por falta de información se tiene un mal manejo del mismo, provocando graves problemas en el control de plagas.

Para poder utilizar insecticidas en forma racional contra mosca blanca es necesario seguir ciertos criterios como: el uso preventivo de prácticas no químicas, considerar los criterios de decisión; estudio de la fluctuación de las densidades de población de las plagas durante el año y la aplicación correcta de insecticidas. Existen una amplia gama de insecticidas recomendados contra la mosca blanca, tales como carbamatos,

fosforados clorados, piretroides, reguladores de crecimiento, aceites, detergentes y otros (Salguero, 1993).

En el caso de los nicotinoides, su selectividad está dada por su acción sistémica, aplicados foliarmente, son poco selectivos, es decir, afectan a los enemigos naturales. Los insecticidas nicotinoides más empelados incluyen imidacloprid, acetamiprid y tiametoxam (Polack, 2005).

Los reguladores del crecimiento de los insectos son compuestos químicos que alteran el crecimiento y desarrollo en los insectos y por lo tanto, son específicos contra formas juveniles, incluyendo las ninfas de mosca blanca. Entre los más usados se encuentran el buprofezin que inhibe la síntesis de quitina; el pyriproxifen, son altamente selectivos e ideales para usar en programas de manejo integrado (Polack, 2005).

Otro grupo son las piridazinonas con el Piridaben, que es un insecticida y acaricida selectivo de contacto e inhibidor metabólico que interrumpe el transporte de electrones en las mitocondrias (Polack, 2005).

Otro principio activo es el pimetrozine, el cual provoca una interrupción de la alimentación que termina con la muerte del insecto (Polack, 2005).

También está el endosulfan, que es un organoclorado estimulante del sistema nervioso central de los insectos que produce convulsiones, aunque es un producto poco selectivo (Polack, 2005).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Localización

El experimento se llevó a cabo en las instalaciones de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (FCA) perteneciente a la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, en Apatzingán, Michoacán, durante noviembre de 2015 a enero de 2016.

La Facultad se ubica en las coordenadas 19° 04' 58.57" LN y 102° 22' 19.55" LO a una altitud de 304 m (Google Earth). El tipo de clima es BS<sub>1</sub> (h') w (w) (semi seco cálido con lluvias en verano), precipitación de 600 a 801 mm por año y una temperatura media anual de 26 a 30.1 °C, humedad relativa de 55 a 60.1% (Contreras *et al.*, 2005).

#### 3.2 Manejo del cultivo

Se realizaron las labores culturales en el terreno (subsoleo, barbecho, rastreo y cruza), levantamiento de camas de aproximadamente 10 cm de altura, 90 cm de ancho y pasillos de 160 cm. Posteriormente, se colocó la cintilla en el centro de la cama para el sistema de riego, con una distancia entre emisores de 0.20 m y un gasto de 0.5 L hr<sup>-1</sup>. Con el objetivo de guardar humedad y evitar la proliferación de malezas, se colocó un plástico de polietileno calibre 80 bicolor (blanco/negro). El trasplante se realizó cuando las plantas tenían 15 cm de altura, a una distancia entre plantas de 40 cm.

La siembra se realizó en charolas de poliestireno de 200 cavidades, conteniendo peat moss (Premier, Pro-mix. Pgx. Professional), se aplicó un riego ligero y posteriormente se colocaron en malla sombra para su germinación y desarrollo. El trasplante se llevó a cabo en campo abierto (2 de noviembre de 2015). Después del trasplante, se inició

la aplicación de los riegos, tres veces por semana, aumentándose la frecuencia de acuerdo a las necesidades de la planta.

La fertilización se llevó a cabo mediante la fórmula 230-80-150 de N-P-K, respectivamente. Se aplicó 70% de nitrógeno durante el trasplante a inicio de floración y el 30% restante durante la floración a inicio de cosecha, el fósforo se aplicó en el mismo porcentaje durante todo el ciclo del cultivo, por último, se aplicó un 40% de potasio desde el trasplante a inicio de floración y el 60% de floración a cosecha.

### 3.3 Diseño experimental

Los tratamientos fueron alojados en un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones, cada unidad experimental constó de 38.4 m<sup>2</sup>, con 60 plantas, y 153.6 m<sup>2</sup> por cada tratamiento con sus repeticiones. Los productos evaluados se muestran en el Cuadro 2, con las dosis recomendadas por ha, en tanto que su distribución se muestra en el Cuadro 1. Los productos fueron elegidos de acuerdo a diferentes grupos toxicológicos (DEAQ, 2015).

Cuadro 1. Distribución de los tratamientos

| Bloque 1 | Bloque 2 | Bloque 3 | Bloque 4 |
|----------|----------|----------|----------|
| T1       | T2       | T3       | T4       |
| T4       | T3       | T1       | T2       |
| T3       | T4       | T2       | T1       |
| T2       | T1       | T4       | T3       |

T1 = Lambdacialotrina; T2 = Abamectina; T3 = Imidacloprid; T4 = Testigo absoluto

### **3.4 Productos químicos utilizados**

Karate Zeón® es un insecticida piretroide de tercera generación, que se presenta en formulación microencapsulada, actúa por contacto e ingestión. Tiene un efecto rápido y persistente sobre las plagas. Proporciona buena seguridad en el manejo, en el transporte y almacenamiento (no inflamable, no se adhiere a la piel) (DEAQ, 2015).

Rotamik® 1.8 CE es un insecticida-acaricida de origen natural para el control de ácaros, minadores de hojas y paratrioza, actúa por contacto e ingestión, penetra por ingestión y contacto directo sobre el ácaro o insecto paralizándolos, impidiendo que se alimenten, ovipositen y luego dentro de un corto tiempo mueren. Resiste al lavado por lluvia, tiene bajo impacto sobre insectos benéficos, intervalos cortos a cosecha, con tolerancias por parte de la EPA (DEAQ, 2015).

Rotaprid® 350 SC es un insecticida sistémico para el control de insectos chupadores y de vectores de virus y fitoplasmas, su acción es por contacto e ingestión, sistémico, pertenece al grupo químico de los neonicotinoides, posee protección prolongada, de aplicación muy versátil, bajo impacto a la fauna benéfica y con tolerancias por la EPA (DEAQ, 2015).

Cuadro 2. Insecticidas a evaluar para el control de mosca blanca en jitomate en la Facultad de Ciencias Agropecuarias, municipio de Apatzingán, Michoacán, para el ciclo otoño-invierno del año 2015.

| No. | Tratamientos    |                  | Dosis ha <sup>-1</sup> |
|-----|-----------------|------------------|------------------------|
|     | i.a.            | P.C.             | de P.C. (mL)           |
| 1   | Labdacialotrina | Karate Zeón      | 500                    |
| 2   | Abamectina      | Rotamik 1.8 CE   | 500                    |
| 3   | Imidacloprid    | Rotaprid 350 SC  | 500                    |
| 4   | *Testigo        | Testigo absoluto | -----                  |

i.a = ingrediente activo, P.C. = Producto comercial, \* = Insecticida de uso regional.

### 3.5 Aplicación de los tratamientos

Antes de aplicar los insecticidas, se realizó un muestreo en 10 plantas al azar por cada repetición, para constatar la presencia de la mosca blanca, una vez detectada la presencia de la plaga se procedió a realizar la calibración del equipo de aspersión. Con la finalidad de lograr una mayor uniformidad de mojado de la hoja, se utilizó el adherente Inex-A®, Cosmocel S. A. (1 mL L<sup>-1</sup> de agua). En el testigo se utilizó agua corriente más el adherente. Los insecticidas se aplicaron con una mochila aspersora motorizada (Arimitsu Japón) previamente calibrada a 200 psi con boquilla de abanico, se dirigió la aspersión sobre las plantas hasta punto de goteo. Con un gasto de 400 y 500 L ha<sup>-1</sup>. Se ajustó el pH del agua a 7 para la aplicación de los productos. Las dosis que se aplicaron son las recomendadas por el fabricante del producto. Las aplicaciones se hicieron de forma semanal, 15 hasta los 64 días después del trasplante.



### **3.6 Variables a evaluar**

Ninfas de moscas blancas: se tomaron tres plantas por tratamiento, el muestreo se hizo en el envés de la hoja, ejecutando muestreos semanales desde los siete hasta los 64 días después del trasplante.

### **3.7 Recolectas**

Para evaluar el efecto de los insecticidas en las poblaciones de mosca blanca se seleccionaron tres plantas al azar por cada tratamiento y sus respectivas repeticiones, se tomaron tres hojas de la planta, de la parte superior, media y de la parte inferior, en un foliolo por rama, se contaron el número de ninfas por  $\text{cm}^2$ , con la ayuda de una lupa de 10x. El conteo se realizó cada 8 días a partir de la primera aplicación de los tratamientos, un día después de aplicar los insecticidas.

Para identificar la identidad de la plaga se realizaron dos muestreos, uno durante la etapa vegetativa y otro durante la etapa de floración, se tomaron al azar tres individuos en cuarto estado ninfal por repetición durante cada muestreo. Los individuos se colectarán en alcohol al 70%, posteriormente se hicieron montajes permanentes en laboratorio.

### **3.8 Montajes e identificación de ejemplares de mosca blanca**

Los especímenes inmaduros, fueron examinados en un microscopio estereoscópico a 40X antes de someterlas al proceso de montaje en portaobjetos, según la metodología descrita por Martín (1987). Posteriormente, para identificar las especies se hizo uso de claves taxonómicas, las preparaciones se revisaron en un microscopio

con contraste de fases VE-BC1 VELAB a 40, 100, 400 y 1000 aumentos. Se identificó una muestra de 20 individuos, previamente montados en portaobjetos.

### **3.9 Análisis estadístico**

Los datos de densidad de población por cada fecha de muestreo se sometieron a un análisis de varianza mediante el paquete SAS para windows versión 8, de acuerdo al diseño experimental bloques al azar, realizándose un análisis de varianza y una prueba de comparación múltiple de DUNNETT ( $\alpha=0.05$ ).

## IV. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1 Efectividad de los insecticidas en el control de ninfas de mosca blanca

De acuerdo con el análisis de varianza, los insecticidas evaluados presentaron diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) en el control de mosca blanca a partir de la segunda evaluación (Cuadro 3).

Los adultos se empezaron a observar en la primera semana después del trasplante, probablemente, debido a que previo al trasplante en el mismo terreno se tenían plantas de jitomate, la cual contaba con adultos de mosca blanca. El monitoreo de estados inmaduros se empezó el 9 de noviembre de 2015 a los 7 días después del trasplante (ddt), sin embargo, no se encontraron ninfas de mosca blanca, pero si se observaron adultos en el envés de las hojas. La primera aplicación se realizó el 17 de noviembre (15 días después del trasplante), después de que se alcanzó el umbral de acción de 0.5 ninfas por foliolo (Webb *et al.*, 2005) durante el muestreo previo a las aplicaciones, debido a que por encima de este nivel crítico las plagas alcanzan el Nivel de Daño Económico (NDE) (Ríos y Somarriba, 2014). De acuerdo con la comparación de medias (Dunnett,  $\alpha = 0.05$ ), durante la primera evaluación (Cuadro 3) no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos con respecto al testigo.

La segunda evaluación correspondiente a los 22 días después del trasplante, se realizó cuando el cultivo inició la etapa de floración, en este caso, se empezaron a observar diferencias significativas entre los tratamientos, siendo abamectina el insecticida con menor densidad de la plaga y estadísticamente diferente al testigo y al resto de los tratamientos. Cabe mencionar que durante la etapa de floración

Cuadro 3. Comparación de medias Dunnett ( $\alpha = 0.05$ ) para la variable promedio de moscas blancas por planta.

| No. | Tratamientos<br>(i.a) | Evaluaciones y días después del trasplante (ddt) |          |          |          |          |          |                    |           |
|-----|-----------------------|--|----------|----------|----------|----------|----------|--------------------|-----------|
|     |                       | E-1 (15)   | E-2 (22) | E-3 (29) | E-4 (36) | E-5 (43) | E-6 (50) | E-7 (57)           | E-8 (63)  |
| 1   | Lambdacialotrina      | 4.5±2.2a   | 4.4±2a   | 3.7±1.8a | 2.4±1b   | 5.1±1.1a | 5.7±2.3a | 5.8±0.4a           | 9±2.1b    |
| 2   | Abamectina            | 4.1±2.7a   | 1.3±0.7b | 1.1±0.6b | 1.8±1.8b | 1.7±0.9b | 1.4±1.3b | 1.4±0.9b           | 2.1±0.9b  |
| 3   | Imidacloprid          | 2.8±1.6a   | 2.3±0.8a | 0.9±1b   | 1.8±1.8b | 1.4±1b   | 1.7±1.2b | 1.6±1.4b           | 1.3±0.9b  |
| 4   | *Testigo absoluto     | 5.9±2.5a   | 4.3±2.1a | 4.9±3.1a | 7.7±0.7a | 6.9±2.3a | 8.1±1.8a | 6.3±1 <sup>a</sup> | 20.2±6.3a |

Medias con la misma letra dentro de cada columna, no presentaron diferencia significativa ( $\alpha=0.05$ ); E = evaluaciones; ddt = días después del trasplante; i. a = ingrediente activo; \* = tratamiento sin insecticida.

también se incrementa la presencia de enemigos naturales de las plagas, así como de polinizadores, por lo que es recomendable aplicar insecticidas lo menos posible. Según Quiros *et al.* (1994) la mosca blanca tiene mayor preferencia por plantas vigorosas, sanas y con muchos brotes tiernos ya que éstos son más ricos en azúcares y nitrógeno.

Durante la tercera evaluación tanto la abamectina como el imidacloprid, con un promedio de 1.1 y 0.9 ninfas/planta, respectivamente, presentaron diferencias significativas con respecto a lambdacialotrina y el testigo. Sin embargo, para la cuarta evaluación los tres tratamientos mostraron diferencias significativas con respecto al testigo, siendo una vez más abamectina e imidacloprid los que presentaron menor densidad de la plaga (1.8 ninfas/planta). Durante la quinta hasta la octava evaluación, abamectina e imidacloprid (con un promedio de 1.3 a 1.7 ninfas/planta), presentaron diferencias significativas con respecto a lambdacialotrina y el testigo, los cuales presentaron un promedio de 5.1-9 ninfas/planta para lambdacialotrina y 6.3 a 20.2 ninfas/planta en el testigo.

La etapa de maduración de frutos del primer racimo inicio a los 64 días después del trasplante, durante este periodo la fluctuación de ninfas se mantuvo estable en los tratamientos 2 y 3, hasta el final de la investigación, a los 78 después del trasplante se inició la cosecha de frutos.

Los insecticidas abamectina e imidacloprid, mostraron una tendencia a reducir las poblaciones de mosca blanca durante el desarrollo del experimento, los dos pertenecen a grupos toxicológicos diferentes. En el caso específico de la mosca blanca, es una plaga que requiere aplicaciones frecuentes para reducir sus poblaciones (Ortega *et al.*, 2008), por lo que, la resistencia a esta plaga se ha vuelto el problema más grave para sostener la producción agrícola a largo plazo. Además,

esto ha generado una alta presión de selección ocasionando poca efectividad de varios insecticidas. En este experimento, se evidenció la capacidad de abamectina e imidacloprid para eliminar el complejo de mosca blanca, coincidiendo con lo reportado (Jiménez-Martínez y Balladares, 2019), quienes encontraron que el tratamiento Abamectina alternado con Neem resultó ser el más efectivo para el manejo de mosca blanca y geminivirus en el cultivo de tomate y económicamente más factible, seguido del tratamiento Imidacloprid alternado con madero negro (*Gliricidia sepium* Jacq), Fam. Fabaceae. Es un insecticida y abono foliar que contiene flavonoides (Lanuza y Rizo, 2012).

Estay *et al.* (2005) reportan a abamectina e imidacloprid como tóxicos para *Encarsia formosa* (Gahan), parasitoide importante de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* Westwood. Sin embargo, imidacloprid se puede aplicar también a las raíces y evitar el contacto directo con los parasitoides (Estay y Bruna, 2002).

Por otro lado, Araya *et al.* (2006), mencionan que imidacloprid y en menor medida abamectina, pueden ser utilizados en programas de manejo integrado de plagas, que involucran a *Encarsia formosa*, diseñados para el control de mosca blanca en jitomate. Estos hallazgos ayudarán en la selección de plaguicidas para el control efectivo de mosca blanca y para desarrollar estrategias de manejo de la resistencia a insecticidas que ayuden a preservar y posiblemente restaurar la eficacia de los insecticidas aplicados actualmente. Una alternativa para retrasar el desarrollo de la resistencia de la mosca blanca a los insecticidas químicos puede ser la rotación de los plaguicidas que presentaron mayor mortalidad e incluir el uso de bioplaguicidas, tales como *Paecilomyces*, una de las opciones más prometedoras para el control de esta plaga (Mier *et al.*, 2005). *Verticillium* es otro hongo entomopatógeno con capacidad de

control de mosca blanca, sobre todo en condiciones de invernadero (Faria y Wraight, 2001). Cabe mencionar que, el control de mosca blanca es más efectivo en estados inmaduros que en los adultos (Ortega *et al.*, 2008), debido a la presencia de lípidos en la cutícula que tienen un efecto toxico inhibitorio en los conidios (James *et al.*, 2003). Otro hongo que reporta buenos resultados en el control de adultos de mosca blanca es *Beauveria bassiana*, varias cepas de este hongo han mostrado excelente control de mosca blanca tanto en invernadero como en campo, infectando estados inmaduros y adultos; sin embargo, el mayor efecto se logra sobre estados inmaduros (Wraight *et al.*, 1998). Otras especies que se han evaluado en laboratorio son *Aschersonia*, *Metarhizium*, *Fusarium*, *Aspergillus*, entre otros (Humber y Hasen, 2005).

Además, es conveniente realizar estudios que permitan determinar la toxicidad de un número mayor de insecticidas, solos o en combinación, así como el efecto en los enemigos naturales y determinar el papel que juegan los factores biológicos y abióticos en la eficiencia de los insecticidas en condiciones de campo.

En la Figura 2 se puede observar que las poblaciones de ninfas de mosca blanca presentaron un comportamiento variable en el tiempo para todos los tratamientos a partir de la primera fecha de muestreo. Los picos poblacionales corresponden a los tratamientos lambdacialotrina y al testigo absoluto. El pico poblacional lo obtuvo el tratamiento testigo a los 50 días después del trasplante, con un promedio de 20.25 ninfas/cm<sup>2</sup> por planta y el tratamiento abamectima e imidacloprid con una semana entre aplicación fueron los que mejor regularon las poblaciones, manteniendo promedios más bajos durante todo el experimento.

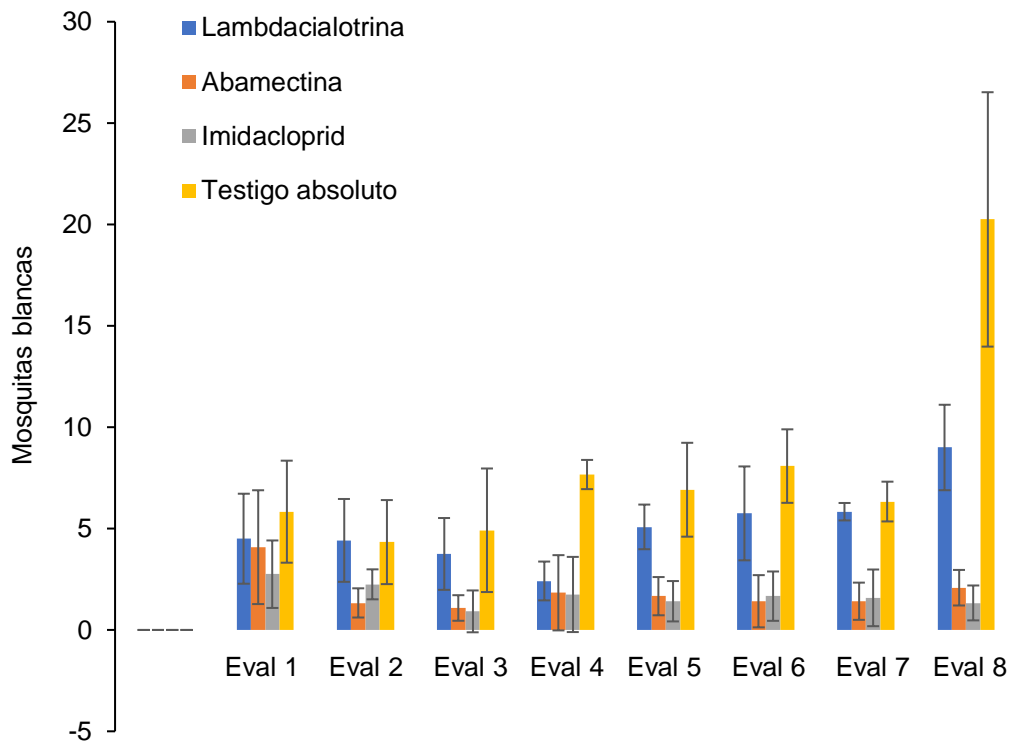


Figura 2. Efecto de los tratamientos en la densidad de población de mosca blanca.

#### 4.2 Fluctuación poblacional de mosca blanca, con respecto a la temperatura y precipitación

El objetivo principal del monitoreo es obtener umbrales de acción, es decir, determinar el momento de realizar medidas de control. El primer requerimiento para poder tomar decisiones referentes al control es conocer el grado de infestación del cultivo, es decir, el número de individuos de una plaga por unidad de referencia (planta, hoja, folíolo) (Sánchez *et al.*, 2002). A fin de obtener información confiable que nos ayude a inferir el comportamiento de la plaga dentro del campo (Serra, 1996).

En la Figura 3, se puede observar que la población de ninfas de mosca blanca en las primeras semanas después del trasplante se mantuvo baja, en el presente trabajo fue hasta a inicios de enero donde se observaron los mayores picos poblacionales. Cerda



*et al.* (2012), reportan datos similares con adultos de mosca blanca en jitomate, donde señalan que a principios de noviembre la fluctuación de adultos fue baja, mientras que a finales de diciembre y todo el mes de enero se empezaron a notar los mayores picos poblacionales.

Durante el periodo de evaluación, la temperatura media del ciclo del cultivo se mantuvo entre los 22.9 °C y 28.31 °C. Un rango de temperatura óptimo para el desarrollo de estados inmaduros de mosca blanca, de los 8 °C a los 31 °C dentro de esta referencia a medida que va aumentando la temperatura el periodo de desarrollo es más corto (Soto *et al.*, 1999). Los picos más altos corresponden a las temperaturas de 23.6 °C, 24.07 °C y 22.9 °C respectivamente. Vence e Iparraguirre (2016) reportan datos de temperatura muy similares de 24.3 °C y 23 °C, en el cual se encontraron los picos más altos de mosca blanca. Según González y Gallardo (1999), *Bemisia tabaci* se puede desarrollar adecuadamente en un amplio rango de temperaturas, siendo 25 °C la temperatura óptima para su desarrollo.

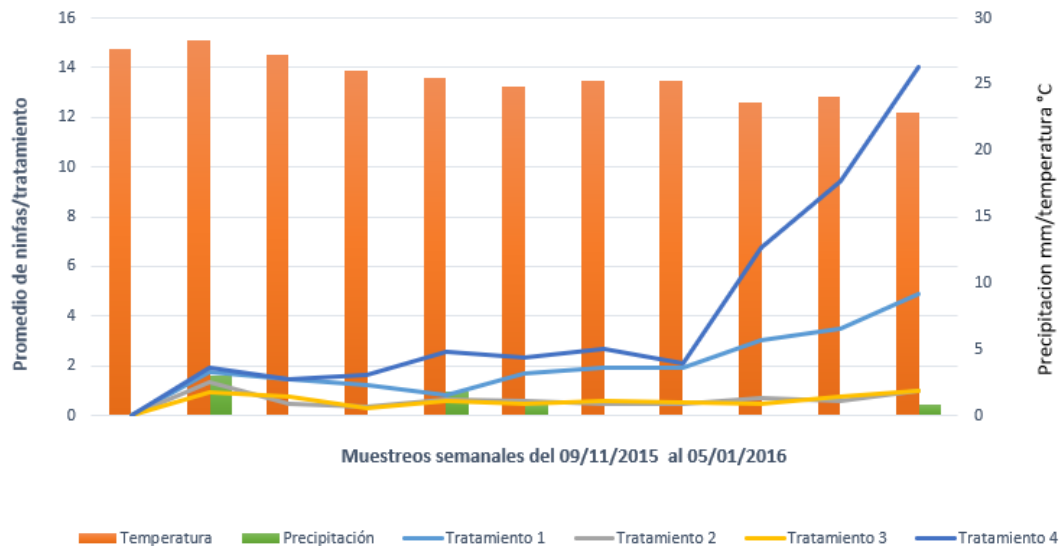


Figura 3. Dinámica poblacional de ninfas de mosca blanca de noviembre de 2015 a enero de 2016, con respecto a los insecticidas aplicados, la temperatura y precipitación.

En el presente trabajo, no se observa una relación directa de la dinámica de población de ninfas de mosca blanca con respecto a la precipitación y la temperatura, ya que si bien, se observa un repunte de las poblaciones a 25°C en los tratamientos 1 y 4 (lambdacialotrina y el testigo absoluto), pero no se observa lo mismo para los tratamientos 2 y 3 (abamectina e imidacloprid). En cuanto a la precipitación, a pesar de que fue mínima la registrada durante el experimento, en el tercer muestreo se observa una disminución en todos los tratamientos con respecto al anterior, ya que se tuvo una ligera precipitación.

Dowdesdell (1966) considera a las condiciones climáticas como el factor más evidente que afecta la población de un insecto. En el caso de jitomate, la temperatura y la precipitación, son factores que determinan en mayor o menor medida el desarrollo de la mosca blanca (Vázquez *et al.*, 2007).

**4.3 Clave taxonómica para la identificación de las especies de mosca blanca presentes, tomada de Ortega *et al.* (2008)**

1. Pupa con poros compuestos, en caso de que sean simples pupa plana, con o sin rayos.....2
- 1'. Pupa sin poro compuesto y sin rayos .....6
2. Dorso pupal con poros compuestos sin rayos.....3
- 2'. Dorso pupal sin poros compuestos, tiene rayos.....3'
3. Submargen de la cubierta pupal doblado ventralmente, hospederos de cacao.....*Lecanoideus floccissimus* Martin.
- 3'. Submargen de la pupa no doblado ventralmente.....4
4. Primeros dos poros compuestos del abdomen más pequeños que el resto, sin un proceso central, hospederos de *Citrus*, *Persea* y otros.....*Paraleyrodes Quaintance*.
- 4'. Primeros dos pares de poros compuestos del abdomen de igual tamaño que los dos siguientes, con un poro central.....5
5. Siete pares de poros compuestos, hospederos de *Psidium*, *Hibiscus* y otros.....*Aleyrdicus dugesii* (Cockerell).
- 5'. Cinco pares de poros compuestos, hospederos de *Psidium* y otros.....*A. cocolobae* Quaintance y Baker.

|      |   |  |
|------|---|--|
| 6    | Dorso de la cubierta pupal con un patrón de espinas agudas o en forma de sifón.....   | 7  |
| 6´   | Dorso de la cubierta pupal sin un patrón de espinas agudas o en forma de sifón.....   | 8  |
| 7    | Dorso de la cubierta pupal con un patrón de espinas agudas, hospederos de <i>Citrus</i> .....                               | <i>Aleurocanthus woglumi</i> Ashby.        |
| 7´   | Dorso de la cubierta pupal con un patrón de espinas en forma de sifón, hospederos de <i>Psidium</i> , <i>Fraxinus</i> ..... | <i>Siphoninus phillyreae</i> .             |
| 8    | Parte antero media del octavo segmento abdominal elevado en forma de cuerno bifurcado, hospederos de begonia.....           | <i>Aleurocerus</i> Bondar.                 |
| 8´   | Parte antero media del octavo segmento abdominal no elevado en forma de cuerno bifurcado.....                               | 9  |
| 9.   | Submargen con una hilera regular de 15 pares de finas sedas, hospederos de <i>Citrus</i> .....                              | <i>Parabemisia myricae</i> (Kuwana).       |
| 9´.  | Submargen sin una hilera regular de 15 pares de finas sedas.....  | 10   |
| 10.  | Submargen con una hilera de papilas o en pocos casos sólo con papilas dorsales.....   | 11   |
| 10´. | Submargen sin una hilera de papilas.....  | 12   |
| 11.  | Granulaciones marginales relativamente angostas.....  | <i>Trialeurodes abutilones</i> (Haldeman). |

12. Aberturas traqueales torácicas y caudales marcadas por poros invaginados.....13'
- 12'. Aberturas traqueales torácicas y caudales no marcadas por poros invaginados.....15
13. Con dos pares de grandes áreas circulares dorsales, una en la parte torácica y otro en los primeros segmentos abdominales, hospederos de alcastraz.....*Aleuroglandulus* Bondar.
- 13'. Sin dos pares de grandes áreas circulares, en el dorso torácico y abdominal.....14'
14. Línea media de la cubierta pupal con pigmento marrón, sin 3-5 dientes internos en los poros invaginados, hospederos de jazmín.....*Dialeurodes kirkaldyi* (Kotinsky).
- 14'. Línea media de la cubierta pupal sin pigmento marrón, con 3 a 5 dientes internos en los poros invaginados, hospederos de Citrus.....*D. citrifolli* Morgan.
15. Cubierta pupales negras.....16
- 15'. Cubiertas pupales de color pálido a marrón.....18
16. Área submarginal separada del disco dorsal por una línea o pliegue, hospederos de Citrus y otros.....*Tetraleurodes* Cockerell.
- 16'. Área submarginal no separada del disco dorsal por una línea o pliegue.....17

17. Margen de la pupa replegado hacia el lado ventral, hospederos de *Persea*.
- 17'. Margen de la pupa no replegado hacia el lado ventral, con dos surcos subdorsales, hospederos de *Spondias*.....*Aleurotrachelus* Q y B.
18. Área submarginal amplia, separada del disco dorsal por un pliegue, margen con dientes hospederos de *Citrus*, *Psidium* y otros.....*Aleurotrixus floccosus* (Maskell).
- 18'. Área submarginal no separada del disco dorsal por un pliegue, margen sin dientes.....19
19. Longitud media de los segmentos abdominales muy similar, hospederos de *Solanum*.....*Aleyrodes Latreille*.
- 19'. Longitud media del séptimo segmento abdominal muy reducido.....20
20. Setas caudales siempre robustas (usualmente más de la mitad de la longitud del orificio vasiforme), polífaga.....*Bemisia tabaci* (Gennadius).
- 20'. Setas caudales pequeñas (usualmente menos de la mitad de la longitud del orificio vasiforme), hospederos de *Spondias*.....*B. after* (Prisner y Hosny).

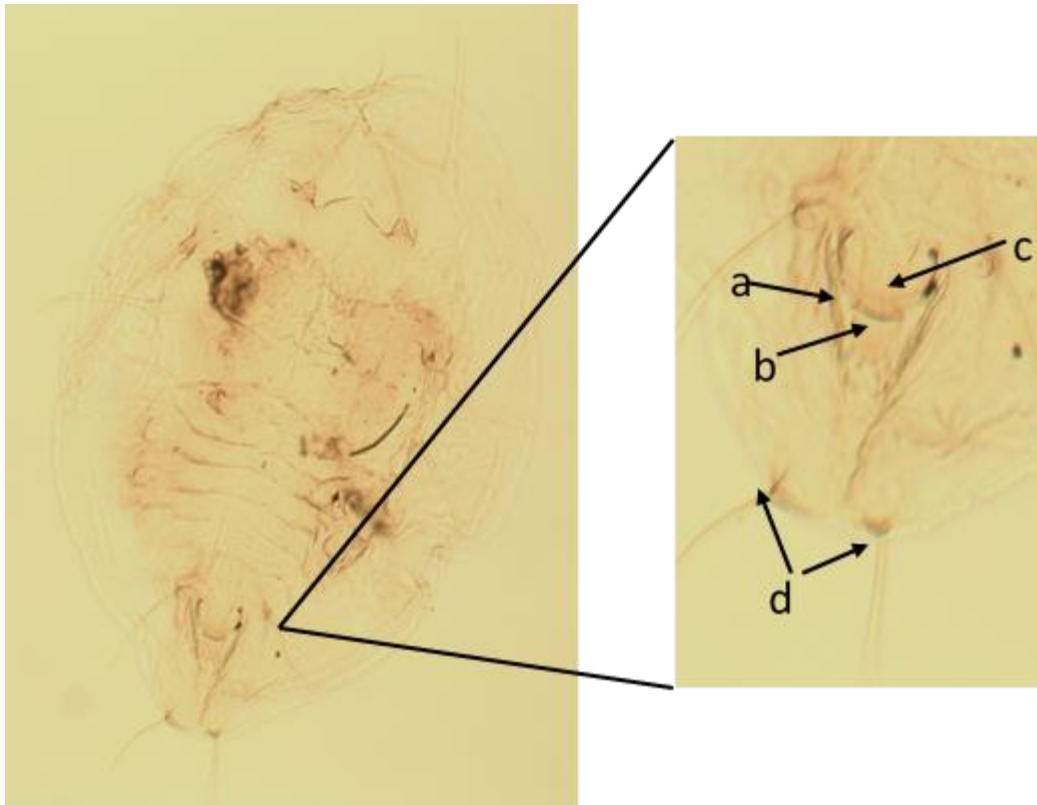


Figura 4. Ninfa de mosca blanca: a) orificio basiforme, b) línghula, c) opérculo y d) setas caudales. El orificio basiforme es triangular, el opérculo cubre la línghula que tiene forma de lengua y posee un par de setas caudales.

## V. CONCLUSIÓN

Se determinó la presencia de *Bemisia tabaci* (Gennadius) en las muestras de ninfas que se prepararon en portaobjetos. En cuanto a la efectividad de los insecticidas en el control de ninfas de mosca blanca, los que mantuvieron los niveles de la plaga más bajos, en las todas las etapas de desarrollo del cultivo fueron la abamectina e imidacloprid, correspondientes a los grupos toxicológicos avermectina y neonicotinoides, respectivamente. Estos insecticidas se pueden incluir en un programa de manejo de la mosca blanca y mantener las poblaciones bajas para asegurar la sanidad del cultivo. Sin embargo, se deben vigilar los umbrales económicos, aplicar las dosis recomendadas por el fabricante y realizar un manejo preventivo de la plaga, con la finalidad de retrasar la resistencia de la plaga a los insecticidas. En este trabajo, la mosca blanca estuvo presente durante todo el ciclo del cultivo. No se observó que la temperatura y precipitación, alteraran la dinámica de población de mosca blanca durante el experimento, posiblemente, porque ambos factores ambientales, no presentaron mucha variación durante el periodo evaluado.



## VI. LITERATURA CITADA

- Aguilar-Medel, S., J. C. Rodríguez-Maciel y Santillan-Ortega C. 2007. Susceptibilidad a insecticidas en dos poblaciones de *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) biotipo B colectadas en Baja California y Sinaloa, México. *Interciencia*, 32(4), 266-269.
- Anderson, P. K. 1992. Un modelo para la investigación de mosca blanca *Bemisia tabaci* (GENNADIUS). L. Hilje y Arboleda O. (Eds.). Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América central y el caribe. Turrialba, Costa Rica. *CATIE*. pp. 27-33.
- Araya, J. E., Estay, P. and Araya, M. H. 2006. Toxicity of abamectin, acetamiprid, imidacloprid, mineral oil and an industrial detergent with respect to *Encarsia formosa* (Gahan) parasitizing *Trialeurodes vaporariorum* Westwood nymphs. *Spanish Journal Of Agricultural Research*, 4(1), 86-90.
- Arnal, E. 1991. Manejo integrado de moscas blancas. V Curso de Manejo Integrado de Plagas. *FONAIAP*, Lara. Vol II. Noviembre, 1991.
- Boykin, L. M., Bell, C. D., Evans, G., Small, I. and De Barro, P. J. 2013. Is agriculture driving the diversification of the *Bemisia tabaci* species complex (Hemiptera: Sternorrhyncha: Aleyrodidae) Dating, diversification and biogeographic evidence revealed. *BMC Evolutionary Biology*, 13, 228. <http://www.biomedcentral.com/1471-2148/13/228>.

- Brown, J. K. and Bird, J. 1992. Whiteflytransmitted geminiviruses and associated disorders in the Americas and the Caribbean Basin. *Plant Disease*, 76(3), 220-225.
- Brown, J. K., D. R. Frohlich and Rosell, R. C. 1995. The sweetpotato or silverleaf whiteflies: Biotypes of *Bemisia tabaci* or a species complex? *Annual Review of Entomology*, 40, 511-534.
- Butler, G. D. 1982. Development of sweetpotato whitefly and temperature. *Imperial Agricultural Briefs. USA*.
- Cardona, C., Rodríguez, I. V., Bueno, J. M. y Tapia, X. 2005. Biología y Manejo de la Mosca Blanca *Trialeurodes vaporariorum* en Habichuela y Fríjol. *Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)*. Cali, Colombia. Recuperado desde: [http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos\\_Ciat/ Car%C3%A1tula.pdf](http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/Car%C3%A1tula.pdf).
- CATIE/MIP. 1990. Guía para el Manejo Integrado de Plagas del Cultivo de Tomate. Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza, Programa de Mejoramiento de Cultivos Tropicales. Costa Rica. 131 pp.
- Cerda, K. J. y Jiménez, M. E. 2012. Alternativas de manejo contra el complejo mosca blanca (*Bemisia tabaci Gennadius*)-Geminivirus en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum L.= (Lycopersicum esculentum Mill.)* en Tisma, Masaya (2009) y Camoapa, Boaco (2010). *La Calera*, 12 (18). pp. 18-28. ISSN 1998-7846.
- Chu, D., W. Fang-Hao, T. Yun-Li, L. Guo-Xia, F. Zhong-Xue and Yu-Ping, B. 2008. Genetic differentiation of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) biotype Q based on mitochondrial DNA markers. *Insect Science*, 15, 115-123.

- Contreras, A. J., Coria, A. V. M., Alcántar, R. J. J., Ruiz, C. J. A., Chávez, G. L., Vidales, F. J. A., Treviño, C. A. y Vega P. A. 2005. Caracterización de Suelo y Clima del Área Productora de Papaya en Michoacán. *INIFAP*, campo experimental Uruapan (Folleto).
- Cruz, A. E. 2009. Efecto de extractos vegetales en el control de mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn.) bajo condiciones de laboratorio. *Centro de Investigación Científica de Yucatán, A. C.* Mérida, Yucatán, México. 93 pp.
- Cuéllar, M. E. y Morales F.J. 2006. La mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) como plaga y vectora de virus en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista Colombiana de Entomología*, 32(1), 1-9.
- Cuéllar, M. E. y Morales F.J. 2006. La mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) como plaga y vectora de virus en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista Colombiana de Entomología*, 32(1), 1-9.
- DEAQ. 2015. Diccionario de Especialidades Agroquímicas. PLM, México, D.F. versión digital en DC.
- Dowdeswell, W. H. 1966. Ecología animal. Madrid, España, Editorial Alhambra. pp. 33-87.
- Erdogan, C., Moores, G. D., Gurkan, M. O., Gorman, K. J. and Denholm, I. 2008. Insecticide resistance and biotype status of populations of the tobacco whitefly *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) from Turkey. *Crop Protection*, 27(3-5), 600-605.

- Estay, P. y Bruna, A. 2002. Insectos, ácaros y enfermedades asociados al tomate en Chile. *INIA*, Santiago, Chile, 111 pp.
- Estay, P., Araya, J. E. y Araya, M. H. 2005. Toxicidad en laboratorio de imidacloprid, acetamiprid y abamectina sobre adultos de *Encarsia formosa* (Gahan) (Hymenoptera, Aphelinidae). *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*, 37, 369-371.
- Evans, G. A. 2007. The whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) of the world and their host plants and natural enemies. Disponible en: <https://bugguide.net/node/view/1198941>. Fecha de consulta: 20 de noviembre de 2020.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2020. [http://faostat3.fao.org/browse/Q/\\*/S](http://faostat3.fao.org/browse/Q/*/S). Fecha de consulta: abril 2020.
- Faria, M. and Wraight, S. P. 2001. Biological control of *Bemisia tabaci* with fungi. *Crop protection*, 20(9), 767-778.
- Fernández, M. M. 2016. Compatibilidad de *Eretmocerus mundus* Mercet (Hymenoptera: Aphelinidae) y *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae), importantes enemigos naturales de la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) en cultivos hortícolas, con nuevas barreras físicas selectivas y modernos plaguicidas. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. *Escuela técnica superior de Ingenieros Agrónomos*. 225 pp.

- García-Gutiérrez, C., Gómez-Peraza, R. L., López, A. C. y León-Váldez A. 2012. Insecticidas biorracionales para el control de mosquitos y moscas negras en Sinaloa. *Ra Ximhai*, 8(3), 47-55.
- Gerling, D. 2002. Una reinterpretación sobre las moscas blancas. *Manejo Integrado de Plagas*, 63, 13-21.
- Gerling, D. 1990. Natural enemies of *Whiteflies: predators and parasitoides*. In *Whiteflies: their bionomics, pest status and management*. Intercept Limited. Great Britain. pp 147-185.
- Gill, R. J. 1990. The morphology of whiteflies. *Whiteflies: their bionomics, pest status and management*, 13-46.
- Gonzales-Maldonado, M. B., y García-Gutiérrez, C. 2012. Uso de biorracionales para el control de plagas de hortalizas en el norte de Sinaloa. *Ra Ximhai*, 8(3), 31-45.
- Gonzales, J. E. y Gallardo, J. M. 1999. Desarrollo y capacidad reproductiva de *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera; *Aleyrodidae*) en pimiento a tres temperaturas. *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas*, 25: 3-11
- Gutiérrez-Olivares, M., J. C. Rodríguez-Maciel, C. Llanderal-Cázares, A. P. Terán-Vargas, A. Lagunes-Tejeda and O. Díaz-Gómez. 2007. Stability of resistance to neonicotinoids in *Bemisia tabaci* (GENNADIUS) B biotype, from San Luis Potosi, México. *Agrociencia*, 41 (8), 913-920.
- Hilje, L. 1996. Metodologías para el estudio y manejo de moscas blancas y geminivirus (No. 37). *CATIE*.

- Horowitz, A. R., Antignus, Y. and Gerling, D. 2011. Management of *Bemisia tabaci* Whiteflies. In: W.M.O. Thompson (ed.), *The Whitefly, Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) Interaction with Geminivirus-Infected Host Plants. *Springer Dordrecht*. pp. 293-322.
- Horowitz, A. R., Kontsedalov, S. and Ishaaya, I. 2004. Dynamics of resistance to the neonicotinoids acetamiprid and thiamethoxam in *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *Journal of economic entomology*, 97(6), 2051-2056.
- Humber, R. A. and Hasen, K. S. 2005. ARS Collection of Entomopathogenic Fungi. Catalog of Isolates, including all indices. *USDA-ARS Plant Protection Research Unit*. 346 pp.
- Integrated Taxonomic Information System Report Page: *Bemisia tabaci*. (21 de junio del 2021). Itis.gov. Obtenido de itis.gov: <https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt>.
- James, R. R., Buckner, J. S. and Freeman, T. P. 2003. Cuticular lipids and silverleaf whitefly stage affect conidial germination of *Beauveria bassiana* and *Paecilomyces fumosoroseus*. *Journal of Invertebrate Pathology*, 84(2), 67-74.
- Jiménez-Martínez E. y Balladares J. B. 2019. Aplicaciones alternas de insecticidas químicos y botánicos para el manejo de mosca blanca (*Bemisia tabaci*, Gennadius) y Geminivirus en tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en Tisma, Nicaragua. *La Calera*, 19(32), 33-40.
- Lanuzá, R. E. H. y Rizo, G. E. J. 2012. Evaluación de productos botánicos y químicos sobre el complejo mosca blanca (*Gennadius*)- Geminivirus en el cultivo de

tomate (*Solanum esculentum*, Mill.), en Tisma-Masaya. (Tesis de grado).  
*Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua.*

León, R. 1993. Mosquita blanca: Daños e impacto en la agricultura regional. Memorias de la Primera Reunión Regional sobre problemas fitosanitarios del Noroeste de México. *IAP. AC.* pp. 23-25.

Lynn, O. M., Woo-geun, S., Jae-Kyoung, S., Jang-Eok, K. and Kyeong-Yeoll Lee. 2010. Effects of *Azadirachtin* and Neem-based Formulations for the Control of Sweetpotato Whitefly and Root-knot Nematode. *Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry*, 53(5), 598-604.

Maniania, N. K., Sithanatham, S., Ekesi, S., Ampong-Nyarko, K., Baumgärtner, J. L. B. M., Löhr, B., and Matoka, C. M. 2003. A field trial of the entomogenous fungus *Metarhizium anisopliae* for control of onion thrips, *Thrips tabaci*. *Crop protection*, 22(3), 553-559.

Martin, J. H. 1987. An identification guide to common whiteflies pest species of the World (Homoptera:Aleyrodidae). *Tropical Pest Management*, 33, 298-322.

Martínez, C. J. L. 1995. Problemática Fitosanitaria causada por la Mosquita Blanca en México. *Memoria de la Segunda asamblea anual del CONACOFI 1994.* Montecillo, Edo. De México. pp: 76-88.

Medina, R. G., Torres-Pacheco, I., Bujanos, M. R., De La Torre R., Guevara G. R. G. y González-Chavira M. M. 2004. Reproducción y limpieza de mosquita blanca (*Bemisia tabaci* Genn.) utilizada como vector en pruebas de transmisión de geminivirus en Chile (*Capsicum annum* L.). *Memorias de la Primera Convención Mundial de Chile, Biotecnología, México.* pp 106-114.

- Mier, T., Olivares-Redonda, G., Navarro-Barranco, H., Pérez-Mejía, A., Lorenzana, M., Pérez-Torres, A. and Toriello, C. 2005. Acute oral intragastric pathogenicity and toxicity in mice of *Paecilomyces fumosoroseus* isolated from whiteflies. *Antonie Van Leeuwenhoek*, 88(2), 103-111.
- Morales, F. J., Cardona, C., Bueno M. J. y Rodríguez I. 2006. Manejo Integrado de Enfermedades de Plantas Causadas por Virus Transmitidos por Moscas Blancas. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Colombia. 24 pp.
- Morales, P. y Cermeli, M. 2001. Evaluación de la preferencia de la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae) en cinco cultivos agrícolas. *Entomotropica*, 16(2), 73-78.
- Mound, L. A. and Halsey, S. H. 1978. Whitefly of the world. A systematic catalogue of the Aleyrodidae (Homoptera) with host plant and natural enemy data. *John Wiley and Sons*. Chichester, New York, Brisbane and Toronto. 340 pp.
- Naranjo, S. E., L. A. Cañasa y Ellsworth, P. C. 2004. Mortalidad de *Bemisia tabaci* en un sistema de cultivos múltiples. *Horticultura internacional*, 43, 14-21.  
Recuperado desde:  
<https://www.ars.usda.gov/ARUserFiles/4056/Horticultura.pdf>.
- Nava-Camberos, A. y Cano-Rfos P. 2000. Umbral económico para la mosquita blanca de la hoja plateada de melón en la comarca lagunera, México. *Agrociencia*, 34, 227-234.
- Nava-Camberos, U., Riley, D. G. and Harris, M. K. 2001. Temperature and host plant effects on development, survival, and fecundity of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae). *Environmental Entomology*, 30(1), 55-63.



- Oliveira, M. R. V., Henneberry, T. J. and Anderson, P. 2001. History, current status, and collaborative research projects for *B. tabaci*. *Crop Protection*, 20, 709-723.
- Oliveira, M. R., Amancio, E., Laumann, R. A. and Gomes, L. D. O. 2003. Natural enemies of *Bemisia tabaci* (Gennadius) B biotype and *Trialeurodes vaporariorum* (westwood) (Hemiptera: Aleyrodidae) in Brasília, Brazil. *Neotropical Entomology*, 32(1), 151-154.
- Ortega, A. L. D., Fu, C. A. A., Lourencao, A. L, Rodríguez, H. C., Gomes, Q. F. C., García, V. F., Arredondo, B. H. C., Lara, R. J., Djair, V. J., Avilés, G. M. C., Nava, C. U. y Carapia, R. V. E. 2008. Moscas blancas: temas selectos sobre su manejo. *Colegio de Posgraduados, México (México)*. 120 pp.
- Ortega, A. L. D. 2001. Control alternativo de mosca blanca (*No. Folleto 16471*).
- Ortega, L. D. y Carapia, V. E. 2020. Moscas blancas (Hemiptera: Aleyrodidae) en México: estatus, especies, distribución e importancia. *Dugesiana*, 27(1), 37-54.
- Valle, P. P., Días, Q. E., Pereira, O. J. y Seraphin, J. C. 2009. Toxicity of neem oil to *Bemisia tabaci* biotype B nymphs reared on dry bean. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 44(4), 354-360.
- Polack, L. A. 2005. Manejo integrado de moscas blancas. *Boletín hortícola*, 10(31), 23-30.
- Porcuna, J. L. 2010. Moscas Blancas. *Revista AE*. (2). Recuperado desde: [https://www.agroecologia.net/recursos/Revista\\_Ae/Ae\\_a\\_la\\_Practica/fichas/N2/Revista\\_AE\\_N%C2%BA2\\_ficha\\_insecto.pdf](https://www.agroecologia.net/recursos/Revista_Ae/Ae_a_la_Practica/fichas/N2/Revista_AE_N%C2%BA2_ficha_insecto.pdf).

- Quiros, C. A., Ramírez, O. y Hilje, L. 1994. Participación de los productores en adaptar y evaluar tecnologías de semilleros contra la mosca blanca (*Bemisia tabaci*), en tomate. Manejo Integrado de Plagas. Turrialba, Costa Rica. pp.1-7.
- Rice, M. S. E., A. R. Cloyd, L. D. Mahr, and Sadof, C. S. 2001. Biological control of insects and other pests of greenhouse crops. *North central regional publication*, 581, 100.
- Ríos, P. H. T. y Somarriba, M. O. A. 2014. Evaluación de productos botánicos para el manejo del complejo mosca blanca (*Bemisia tabaci*, Gennadius) - Geminivirus y otros insectos plagas en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.), en Tisma, Masaya. (Tesis de grado). *Universidad Nacional Agraria*, Managua, Nicaragua.
- Ruiz, J. y Aquino, T. 1999. Manejo de *Bemisia tabaci* mediante barreras vivas y *Paecilomyces* en Oaxaca, México. *MIP*. 52, 68-73.
- Salguero, V. 1993. Perspectivas para el manejo del complejo mosca blanca-virosis. L. Hilje y O. Arboleda (Eds.). Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América central y el caribe. (pp. 20-26). Turrialba, Costa Rica. *CATIE*.
- Sánchez, D. E., Scotta, R. R. y Arregui, M. C. 2002. Monitoreo de estados inmaduros de la mosca blanca [*Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Homoptera-Aleyrodidae)] reinfestando cultivo de tomate bajo invernadero en el período estival. *Revista de Investigaciones de la Facultad de Ciencias Agrarias*, (2): 11-17.
- Scholaen, S. 2005. Manejo integrado de plagas en hortalizas. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ GmbH), CATIE, Turrialba. 160 pp.

- Serra, C. A. 1996. Muestreo de moscas blancas. En L. Hilje. (Ed.), Metodologías para el estudio y manejo de moscas blancas y geminivirus. *Turrialba*, Costa Rica. (pp. 22-29).
- Serrano, L., Sermeño, J. M. y Larios, J. F. 1993. Las moscas blancas en El Salvador. Hilje, L; Arboleda, O. Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe. *Turrialba, CR, CATIE*, 42-49.
- SIAP-SAGARPA (Servicio De Información Agroalimentaria Y Pesquera - Secretaria De Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca Y Alimentación). 2020. <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/>. Fecha de consulta abril 2020.
- Simmons, A. 1994. Oviposition on vegetables by *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae): temporal and leaf surface factors. *Environmental Entomology*, 23(2):381-389.
- Soto, A., Apablaza, J., Norero, A. y Estay, P. 1999. Requerimientos Térmicos de *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae) en tomate (*Lycopersicon esculentum*). *Ciencia e Investigación Agraria*, 2, 11-17.
- Tamez, G. P., Galán, W. L. J., Medrano, R. H., García, G. C., Rodríguez, P. C., Gómez, F. R. A. y Tamez G. R. S. 2001. Bioinsecticidas: su empleo, producción y comercialización en México. *CIENCIA UANL*. 4(2), 143-152.
- Trejo, R. J. A. y Nava, G. F. J. 2006. Insectos y ácaros plaga en cultivos hortícolas de Yucatán. Instituto Tecnológico de Conkal, Yuc. *Entomología*, 8-11.

- Vázquez, L. L., Murguido, M. C. A., Elizondo, A. I., Elósegui, O. y Morales F. J. 2007. Control biológico de la mosca blanca *Bemisia tabaci*. *CIAT*.
- Vence, R. N., e Iparraguirre C. M. A. 2016. Dinámica poblacional de *Bemisia tabaci* (Gennadius) en tomate en casas de cultivo protegidos de la Universidad de Ciego de Ávila. *Universidad & Ciencia*, 5(2), 13-25.
- Webb, S. E., Stansly, P. A., Schuster, D. J. and Funderburk, J. E. 2005. Insect management for tomatoes, peppers, and eggplant. *EDIS*, 2005(11).
- Westwood, J. O. 1856 The new *Aleyrodes* of the greenhouse. *Gardeners' Chronicle*, 1856, 852.
- Wright, S. P., Carruthers, R., Bradley, C. A., Jaronski, S. T., Lacey, L. A., Wood, P. and Galaini-Wright, S. 1998. Pathogenicity of the Entomopathogenic Fungi *Paecilomyces* spp. And *Beauveria bassiana* against the Silverleaf Whitefly, *Bemisia argentifolii*. *Journal of Invertebrate Pathology*, 71(3), 217-226.

## ANEXOS

Cuadro 1. Análisis de varianza en bloques al azar de la presencia de mosquita blanca en jitomate, durante la primera evaluación.

| Fuente de Variación (F.V.) | Grados Libertad (G.L.) | Suma de Cuadrados (S.C.) | Cuadrado Medio (C.M.) | F.C. | Pr>F    |
|----------------------------|------------------------|--------------------------|-----------------------|------|---------|
| Modelo                     | 3                      | 19.6275                  | 6.5425                | 1.21 | <0.3475 |
| Error                      | 12                     | 64.77                    | 5.3975                |      |         |
| Total                      | 15                     | 84.3975                  |                       |      |         |

$R^2=0.232560$ ; C.V.= 54.18664; RCME=2.323252; Media=4.287500

Cuadro 2. Análisis de varianza en bloques al azar de la presencia de mosquita blanca en jitomate, durante la segunda evaluación.

| Fuente de Variación (F.V.) | Grados Libertad (G.L.) | Suma de Cuadrados (S.C.) | Cuadrado Medio (C.M.) | F.C. | Pr>F   |
|----------------------------|------------------------|--------------------------|-----------------------|------|--------|
| Modelo                     | 3                      | 28.245                   | 9.415                 | 3.97 | <0.035 |
| Error                      | 12                     | 28.365                   | 2.36375               |      |        |
| Total                      | 15                     | 56.61                    |                       |      |        |

$R^2=0.49894$ ; C.V.= 49.99835; RCME=1.537449; Media=3.075

Cuadro 3. Análisis de varianza en bloques al azar de la presencia de mosquita blanca en jitomate, durante la tercera evaluación.

| Fuente de Variación (F.V.) | Grados Libertad (G.L.) | Suma de Cuadrados (S.C.) | Cuadrado Medio (C.M.) | F.C. | Pr>F   |
|----------------------------|------------------------|--------------------------|-----------------------|------|--------|
| Modelo                     | 3                      | 46.731875                | 15.57729167           | 4.47 | <0.025 |
| Error                      | 12                     | 41.7875                  | 3.48229167            |      |        |
| Total                      | 15                     | 88.519375                |                       |      |        |

$R^2=0.527928$ ; C.V.= 70.2528; RCME=1.86609; Media=2.65625

Cuadro 4. Análisis de varianza en bloques al azar de la presencia de mosquita blanca en jitomate, durante la cuarta evaluación.

| Fuente de Variación (F.V.) | Grados Libertad (G.L.) | Suma de Cuadrados (S.C.) | Cuadrado Medio (C.M.) | F.C.  | Pr>F    |
|----------------------------|------------------------|--------------------------|-----------------------|-------|---------|
| Modelo                     | 3                      | 97.9125                  | 32.6375               | 15.75 | <0.0002 |
| Error                      | 12                     | 24.865                   | 2.0720833             |       |         |
| Total                      | 15                     | 122.7775                 |                       |       |         |

$R^2=0.797479$ ; C.V.= 42.18237; RCME=1.439473; Media=3.4125

Cuadro 5. Análisis de varianza en bloques al azar de la presencia de mosquita blanca en jitomate, durante la quinta evaluación.

| Fuente de Variación (F.V.) | Grados Libertad (G.L.) | Suma de Cuadrados (S.C.) | Cuadrado Medio (C.M.) | F.C.  | Pr>F    |
|----------------------------|------------------------|--------------------------|-----------------------|-------|---------|
| Modelo                     | 3                      | 85.551875                | 28.5172917            | 13.48 | <0.0004 |
| Error                      | 12                     | 25.3825                  | 2.1152083             |       |         |
| Total                      | 15                     | 110.934375               |                       |       |         |

$R^2=0.771194$ ; C.V.= 38.5904; RCME=1.454376; Media=3.76875

Cuadro 6. Análisis de varianza en bloques al azar de la presencia de mosquita blanca en jitomate, durante la sexta evaluación.

| Fuente de Variación (F.V.) | Grados Libertad (G.L.) | Suma de Cuadrados (S.C.) | Cuadrado Medio (C.M.) | F.C.  | Pr>F    |
|----------------------------|------------------------|--------------------------|-----------------------|-------|---------|
| Modelo                     | 3                      | 126.945                  | 42.315                | 14.45 | <0.0003 |
| Error                      | 12                     | 35.145                   | 2.92875               |       |         |
| Total                      | 15                     | 162.09                   |                       |       |         |

$R^2=0.783176$ ; C.V.= 40.50554; RCME=1.711359; Media=4.225

Cuadro 7. Análisis de varianza en bloques al azar de la presencia de mosquita blanca en jitomate, durante la séptima evaluación.

| Fuente de Variación (F.V.) | Grados Libertad (G.L.) | Suma de Cuadrados (S.C.) | Cuadrado Medio (C.M.) | F.C.  | Pr>F    |
|----------------------------|------------------------|--------------------------|-----------------------|-------|---------|
| Modelo                     | 3                      | 84.3025                  | 28.1008333            | 27.93 | <0.0001 |
| Error                      | 12                     | 12.075                   | 1.00625               |       |         |
| Total                      | 15                     | 96.3775                  |                       |       |         |

$R^2=0.874711$ ; C.V.= 26.48502; RCME=1.00312; Media=3.7875

Cuadro 8. Análisis de varianza en bloques al azar de la presencia de mosquita blanca en jitomate, durante la octava evaluación.

| Fuente de Variación (F.V.) | Grados Libertad (G.L.) | Suma de Cuadrados (S.C.) | Cuadrado Medio (C.M.) | F.C.  | Pr>F    |
|----------------------------|------------------------|--------------------------|-----------------------|-------|---------|
| Modelo                     | 3                      | 919.89                   | 306.63                | 26.93 | <0.0001 |
| Error                      | 12                     | 136.63                   | 11.385833             |       |         |
| Total                      | 15                     | 1056.52                  |                       |       |         |

$R^2=0.870679$ ; C.V.= 41.40233; RCME=3.37429; Media=8.15