

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA**



**Evaluación De Entomopatógenos Para El Control De Mosca
Blanca (*Bemisia tabaci* Genn.) En Tomate (*Lycopersicon
esculentum* Mill.)**

Por:

ALBERTO OSCAR GONZÁLEZ GARCÍA

T E S I S

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Enero del 2011

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

Evaluación De Entomopatógenos Para El Control De Mosca
Blanca (*Bemisia tabaci* Genn.) En Tomate (*Lycopersicon
esculentum* Mill.)

Por:

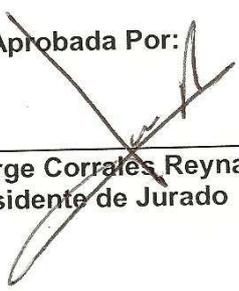
ALBERTO OSCAR GONZÁLEZ GARCÍA

TESIS

Que somete a consideración del H. jurado examinador como
requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

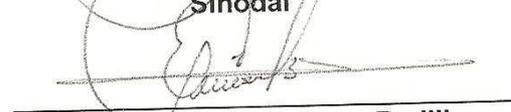
Aprobada Por:


M.C. Jorge Corrales Reynaga
Presidente de Jurado

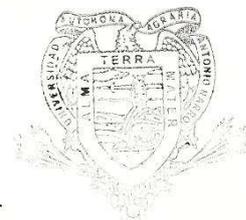

Dr. Ernesto Cerna Chávez
Sinodal


M.C. Antonio Cárdenas Elizondo
Sinodal


M.C. Víctor Sánchez Valdez
Sinodal


Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo
Coordinador de la División de Agronomía

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Enero 2011



Coordinación
División de Agronomía

AGRADECIMIENTOS

A mi Dios: por permitirme terminar mi carrera y concluir satisfactoriamente este sueño. Por darme la vida y el tiempo que necesitaba para este proyecto.

A mis Asesores

M.C. Jorge Corrales

Dr. Patricio Guevara

M.C. Víctor Sánchez

M.C. Antonio Cárdenas

Dr. Ernesto Cerna Por su gran apoyo para terminar este trabajo, por darme la oportunidad de trabajar con ustedes, darme la facilidad de aprender un poco de lo mucho que saben cómo profesionistas. Por su gran ayuda incondicional, por compartir de sus conocimientos para realizar mi tesis. Por ser una gran persona como asesores y como amigos.

A la empresa Analisis e Insumos Ambientales: Gracias por dar este tipo de apoyos a jóvenes como yo para poder realizar la tesis.

A mis amigos de la Generación CX de Parasitología: Guillermo Dávila, Rubén Jaimes, Yair Jiménez, Carlos Sánchez, Fer Barreto, Andrés Briones, Benja Moreno, Omegar Hernández, Daniel Díaz, Abraham Cruz, Epifanio Castro, Hortensia Delgado, Alma Hernández, Paloma Santana, Yani Jiménez, Mike Moo, Agustín Ortiz y Magda Sánchez por su compañía y amistad durante 4 años.

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada más que nada a mis Padres:

José González.

Lala García.

Papá: Este trabajo es más que nada para ti, por tu ejemplo esfuerzo para enfrentar situaciones adversas, por el gran apoyo que me brindas todos los días, que cada día forjan en mi un ser humano más racional y sencillo ante la sociedad. Aquí tienes el fruto del sacrificio que has hecho por mí.

Mamá: Por tus consejos, tu amor, desvelos, oraciones, ya que siempre has estado conmigo apoyándome en cada etapa de mi vida, eres mí guía en momentos difíciles, me das la fuerza y la sabiduría necesaria de tus palabras para ser una persona de bien y lograr todas mis metas, es por eso que te dedico este trabajo que es para mí, el éxito de tus enseñanzas y tus consejos.

A mis hermanos y mis sobrinos:

Chely

Pepe

Ricardo

Brent

Bruce y Brandon

Gracias por su apoyo y su dedicación para poder realizar este trabajo.

A mis primas:

Diana y Marga gracias por su gran ayuda para poder terminar Agronomía, por estar siempre al pendiente de mí y por sus consejos para poder seguir.

A Cesia:

Por tu dedicación, tu ayuda, por tu cariño, por cada detalle que me hacia seguir luchando para continuar en este proyecto.

También esta tesis está dedicada a Marco Moreno, Carmen Piñeyro, Pedro Mederes, Ana García, Guillermo Guevara, David Mederes, Elma García, Irina García, Alfonso Cervantes, Moy Martínez, Gaby Pérez, Kare Colunga y Gloria Guevara.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CONCEPTO	PÁGINA
ÍNDICE DE CUADROS.....	i
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ii
INTRODUCCIÓN.....	1
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
Generalidades del Cultivo del Tomate.....	3
Origen.....	3
Ubicación Taxonómica.....	3
Morfología.....	4
Clasificación Agronómica y Requerimientos Agroecológica.....	6
Principales Plagas del Tomate.....	8
Mosca Blanca.....	10
Ubicación Taxonómica.....	10
Morfología.....	10
Ciclo de Vida y Daño.....	12
Distribución, Importancia y Hospederos de la Mosca Blanca.....	15
Estrategias de Control de la Mosca Blanca.....	20
Entomopatógenos.....	21
Acción de los Hongos Entomopatógenos sobre la Plaga.....	23
Organismos Entomopatógenos Utilizados.....	24
<i>Beauveria bassiana</i>	24
<i>Paecilomyces fumosoroseus</i>	27
<i>Bacillus thuringiensis</i>	28
MATERIALES Y MÉTODOS.....	30
Ubicación de Estudio.....	30
Parámetros de Medición.....	30
Estado Fenológico del Cultivo durante el Desarrollo del Ensayo.....	31
Diseño del Experimento.....	31
Aplicación de los Tratamientos.....	33
Análisis Estadístico.....	34
Estimación de Porcentaje de Eficiencia.....	35

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	36
CONCLUSIONES.....	43
LITERATURA CITADA.....	44
APÉNDICE.....	49

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Croquis de distribución de los tratamientos.....	32
Cuadro 2. .- Tratamientos de Insecticidas Microbiales evaluados en las ninfas de mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>).....	33
Cuadro 3. Población promedio de ninfas de mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>) en los ocho tratamientos.....	40
Cuadro 4. Datos de campo, promedio de ninfas de mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>) por hoja antes de la primera aplicación.....	49
Cuadro 5. Datos de campo, promedio de ninfas de mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>) por hoja 7 días después de la primera aplicación.....	49
Cuadro 6. Datos de campo, promedio de ninfas de mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>) por hoja 7 días después de la segunda aplicación.....	50
Cuadro 7. Datos de campo, promedio de ninfas de mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>) por hoja 14 días después de la segunda aplicación.....	50
Cuadro 8. Datos de campo, promedio de ninfas de mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>) por hoja 21 días después de la segunda aplicación.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo de vida de la mosca blanca.....	14
Figura 2. Fluctuación poblacional de la evaluación de ninfas de mosca blanca, expresada en número de ninfas vivas por hoja antes, a 7 días después de la 1ª aplicación y a 7, 14, y 21 días después de la 2ª aplicación.....	38
Figura 3. Porcentaje de control de mosca blanca en las diferentes fechas de evaluación.....	42

INTRODUCCIÓN

El jitomate o "tomate rojo" es originario de América del Sur, aunque se considera a México como centro de su domesticación. Con la llegada de los españoles se expandió al viejo continente y de ahí a todo el mundo; con su comercialización y difusión lograda, actualmente forma parte de la dieta alimenticia de varias culturas en el globo terráqueo. Se considera que a nivel internacional, las hortalizas junto con las frutas ocupan en nuestros días el segundo lugar de los productos agropecuarios, apenas aventajadas por los cereales. Se estima que tan solo dos hortalizas contribuyen con el 50% de la producción en el mundo: La papa y el jitomate, lo cual indica el enorme valor que este último cultivo representa no solo en el comercio, sino también en el sistema alimentario mundial (SAGARPA 2005).

En México, como en otras partes del mundo, se prefiere consumir el jitomate fresco, pero también es utilizado como producto industrializado para elaborar pastas, salsas, purés, jugos, entre otras, gracias a los avances tecnológicos para su procesamiento y a las modificaciones en los gustos y costumbres de las nuevas generaciones, lo que exige calidad en cuanto a su distribución y venta en fresco, determinando y condicionando nichos de mercado. Es el principal producto hortícola de exportación, ya que representa el 37% del valor total de las exportaciones de legumbres

y hortalizas y el 16% del valor total de las exportaciones agropecuarias en México, sólo superada por el ganado vacuno (SAGARPA 2005).

Sin embargo, el cultivo del jitomate se ve afectado por factores bióticos, como es el caso de algunas plagas y enfermedades. De las cuales, la mosca blanca es una de las limitantes más importante para la producción, ya que las condiciones climáticas y el patrón de cultivos favorecen el aumento en la densidad poblacional afectando al cultivo de manera directa al succionar se savia e indirectamente transmitiendo enfermedades virosas y/o manchando con sustancias azucaradas sobre las cuales se desarrollan hongos como la fumagina. (Guzmán *et al.*, 1994 y Ortega, 1992).

Ortega en 1996, señala ciertos factores como los responsables del incremento drástico en la densidad poblacional de este insecto. Entre ellos sobresale el hábito polífago al consumir diversos cultivos y malezas, pero sobre todo, por la eliminación de enemigos naturales y el desarrollo de resistencia a insecticidas debido a su uso discriminado, este último es el que se considera de mayor importancia.

Actualmente, se están buscando alternativas más amigables con el medio ambiente en el control de la mosca blanca; por lo que, se están realizando estudios de control de moscas blancas con extractos vegetales, minerales, el uso de parasitoides, depredadores y algunos entomopatógenos. Por lo anterior, el objetivo de este el objetivo de este experimento es evaluar tres productos biológicos a base de entomopatógenos y determinar los mejores tratamientos para el control de las ninfas de la mosca blanca.

Palabras clave: Mosca blanca, *Beauveria bassiana*, *Paecilomyces fumosoroseus*, *Bacillus thuringiensis*.

REVISIÓN DE LITERATURA

Generalidades de Cultivo de Tomate

Origen

El Tomate es una planta nativa de América Tropical, cuyo origen se localiza en la región de Los Andes (Chile, Ecuador, Bolivia y Perú) y donde se encuentra la mayor variabilidad genética y abundancia de tipos silvestres. (ODEPA, 2005).

Ubicación Taxonómica

Según Flores (1980), citado por centeno (1986), el tomate tiene la siguiente ubicación taxonómica:

Reino..... Vegetal

División..... Trachephyta

Subdivisión..... Pterosidae

Clase..... Angiospermae

Subclase..... Personatae

Familia..... Solanaceae

Género..... *Lycopersicon*

Especie.....*esculentum*, Mill

Morfología

La planta es perene de porte arbustivo que se cultiva como anual. Puede desarrollarse de forma rastrera, semi-erecta o erecta. Existen variedades de crecimiento limitado (determinadas) y otras de crecimiento ilimitado (Nuez, 1995).

El sistema radicular presenta raíz principal (corta y débil), raíces secundarias (numerosas y potentes) y raíces adventicias. Seccionado transversalmente la raíz principal y de fuera hacia dentro se encuentra la epidermis, donde se ubican los pelos absorbentes especializados en tomar agua y nutrientes (Nuez, 1995).

El tallo posee un eje con un grosor que oscila entre 2-4 cm en su base, sobre en que se van desarrollando hojas, tallos secundarios (ramificación simpoidal) e inflorescencias. Su estructura, de fuera hacia dentro, consta de: epidermis, de la que parten hacia el exterior los pelos glandulares, cuyas células más externas son fotosintéticas y las más internas son colenquimáticas, cilindro vascular y tejido medular. En la parte distal se encuentra el meristemo apical, donde inician los nuevos primordios florales y foliares (Nuez, 1995).

La hoja es compuesta e imparipinada, con foliolos peciolados, lobulados y con borde dentado, en número de 7 a 9 y recubiertos de pelos glandulares. Las hojas se disponen de forma alternativa sobre el tallo. La epidermis inferior presenta un alto número de estomas. Dentro del parénquima, la zona superior o zona empalizada, es rica en cloroplastos. Los haces vasculares son prominentes, sobre todo en el envés (Nuez, 1995).

La flor es perfecta, regular e hipógina y consta de 5 o más sépalos, de igual número de pétalos de color amarillo y dispuestos de forma helicoidal, de igual número de estambres soldados que se alternan con los pétalos y forman un cono estaminal que envuelve al gineceo, y de un ovario bi o plurilocular. Las flores se agrupan en inflorescencias de tipo racimoso. La primera flor se forma en la yema apical y las demás se disponen lateralmente por debajo de la primera, alrededor del eje principal. La flor se une al eje floral por medio del un pedicelo articulado que contiene la zona de abscisión, que se distingue por un engrosamiento con un pequeño surco originado por una reducción de espesor del cortex. Las inflorescencias se desarrollan cada 2-3 hojas en las axilas (Nuez, 1995).

El fruto es una baya bi o plurilocular que puede alcanzar un peso que oscila entre unos pocos miligramos y 600 gramos. Está constituido por un pericarpio, el tejido placentario y las semillas. El fruto puede recolectarse separándolo por la zona de abscisión del pedicelo, como ocurre en las variedades industriales, en las que es

indeseable la presencia de parte del peciolo, o bien puede separarse por la zona pedúncular de unión al fruto (Nuez, 1995).

Clasificación Agronómica y Requerimientos Agroecológicos

Morato (1990), menciona dos tipos de clasificación, los de hábito determinado y los de hábito indeterminado; los primeros tienen la particularidad de producir lateralmente varios pisos de inflorescencia, normalmente entre cada una o dos hojas detiene su crecimiento, como consecuencia de la formación de una inflorescencia terminal. En cambio los de hábito indeterminado crecen hasta 2 m. de altura, o más, según el tutorado que se aplique. El crecimiento vegetativo es continuo, seis semanas después de la siembra inicia su comportamiento generativo produciendo flores en forma continua y de acuerdo a la velocidad de desarrollo. Posee inflorescencia lateral tallos axilares de gran desarrollo.

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo de tomate. La temperatura óptima de desarrollo oscila entre 20 y 30°C durante el día y entre 1 y 17°C durante la noche; temperaturas superiores a los 30-35°C afectan la fructificación, por mal desarrollo de óvulos de la planta en general y del sistema radicular en particular. Temperaturas inferiores a 12-15° también originan problemas en el desarrollo de la planta. La maduración del fruto está muy influida por la temperatura en lo referente tanto a la

precocidad como a la colaboración, de forma que valores cercanos a los 10° así como superiores a los 30°C originan tonalidades amarillentas (Nuez, 1995).

La humedad relativa óptima oscila entre un 60% y un 80%. Valores más elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y el agrietamiento del fruto y dificultan la fecundación, debido a que el polen se compacta, abortando partes de las flores. El rajado del fruto igualmente puede tener origen en un exceso de humedad edáfica o riego abundante tras un período de estrés hídrico. También una humedad relativa baja dificulta la fijación del polen al estigma de la flor (Nuez, 1995).

Valores reducidos de luminosidad pueden incidir de forma negativa sobre los procesos de floración, fecundación así como el desarrollo vegetativo de la planta (Nuez, 1995).

Suelo. La planta de tomate no es muy exigente en cuanto a suelos, excepto en lo que se refiere al drenaje, aunque prefiere suelos sueltos de textura silicio-arcillosa y ricos en materia orgánica. No obstante se desarrolla perfectamente en suelos arcillosos enarenados (Nuez, 1995).

El pH en los suelos pueden ser desde ligeramente ácidos hasta ligeramente alcalinos cuando están enarenados. El tomate es una especie cultivada en invernadero

que mejor tolera las condiciones de salinidad tanto del suelo como del agua de riego (Nuez, 1995).

Principales Plagas del Tomate

Los pulgones *Aphis gossypii*, *Myzus persicae* Salzer, forman colonias y se alimentan chupando la savia de los tejidos. Los síntomas son deformaciones y abolladuras en las hojas de la zona de crecimiento. Debido a la melaza que excretan prolifera el hongo Fumagina (*Capnodium eleaophilum*). También transmiten virus (Productores de Hortalizas, 2006).

Araña roja *Tetranychus urticae* Koch. Es un ácaro que se puede ver con lupa o fijándose muy cerca con buena vista. Se desarrolla en el envés de las hojas causando decoloraciones, punteaduras o manchas amarillentas que pueden apreciarse en el haz como primeros síntomas. Con mayores poblaciones se produce desecación o incluso defoliación. El calor y la baja humedad relativa favorecen el desarrollo de esta plaga (Productores de Hortalizas, 2006).

Trips *Frankliniella occidentalis* pegandoce cuasa daños indirectos por la alimentación de larvas y adultos, sobre todo en el envés de las hojas, dejando un aspecto plateado en los órganos afectados que luego se necrosan otro daño indirecto el cual es

de mayor importancia por la transmisión del *Virus del bronceado del tomate* (TSWV). Sacude alguna flor en la palma de la mano para ver si hay, se localizan mucho en flores (Guzmán, 1994).

Complejo de Gusanos de suelo

Gusanos grises (*Agrotis* spp.)

Gusanos blancos (*Melolontha* spp.)

Gusanos de alambre (*Agriotes* spp)

Moscas y mosquitos de la humedad (*Sciara* sp.)

Se alimentan de la zona del cuello y raíces de las plantas. Provocan corte de tallos en plántulas provocando decaimiento. Su distribución es típica por rodales. Son frecuentes en turbas y sustratos a granel y en estiércol poco hecho (Guzmán, 1994).

Para el control de todas las plagas anteriores, en las placas amarillas engomadas realizan capturas de adultos. Existen distintos productos biológicos comercializados y químicos tipo cebos para gusanos del suelo (Guzmán, 1994).

Mosca blanca (*Bemisia tabaci* Gennadius)

Ubicación Taxonómica

Clasificación de mosca blanca según Borror *et al.*, (1989).

Reino..... Animal

Phyllum..... Arthropoda

Clase..... Hexápoda

Orden..... Hemiptera

Suborden..... Sternorrhyncha

Superfamilia..... Aleyroidea

Familia..... Aleyrodidae

Género..... *Bemisia*

Especie.....*tabaci* Genn.

Morfología

Las mosquitas blancas son pequeños insectos con aparato picador chupador en forma de pico del orden Hemiptera y familia Aleyrodidae; el adulto presenta alas

cubierta de un polvo ceroso blanco pudiendo haber también oscuras. Los apéndices y el cuerpo son de color amarillo. Miden en promedio 0.93 mm de longitud por 0.27 mm de ancho. Tienen tarsos de dos artejos y antena de siete segmentos. Los adultos copulan varias veces y la hembra oviposita en el envés de las hojas aunque frecuentemente se encuentra en el haz, colocando (en la mayoría de las especies) los huevecillos al azar en posición vertical (Ortega y González, 1989). Presentan metamorfosis simple y para algunos autores es intermedia entre paurometabola y holometábola pasando por cinco estadios. El primer estadio es activo y sin alas, mientras que los siguientes tres estadios son inactivos, sin alas y parecidos a escamas con placas alares internas. El cuarto es llamado pupa mientras que los primeros tres estadios son usualmente llamados larvas. La muda del último estadio larval a la pupa se lleva a cabo dentro de la última cubierta larval, el cual forma un puparium. (Cabezas, 1994).

Los huevecillos tienen forma de huso, con la parte superior más aguda que la basal donde se une a un pedicelo, y son de color verde pálido recién ovipositados; posteriormente se tornan de color café oscuro, presentan corion completamente liso y brillante, miden 0.18 mm de largo por 0.089mm de ancho y la incubación dura 5.4 días a una temperatura de 30°C. (Ortega y González, 1989).

La ninfa es oval de color blanco y presenta una franja amarilla en la parte media del abdomen; la parte anterior del cuerpo es más ancha que la posterior presentando un par de ojos rojos. En el extremo posterior, se observa un par de cerdas blancas de longitud considerada. Las ninfas al nacer se mueven por un tiempo variable antes de

insertar sus partes bucales en un lugar determinado, pero al insertarlo se vuelve sésil. Con el tiempo la ninfa se torna de color verde amarillo, se atrofian sus antenas, los órganos de locomoción y aumentan de tamaño. La fase ninfal en la cual se asemejan a escamas pasa por varios estados, donde el primero tiene una duración que varía de cinco a seis días, de dos a cuatro días para el segundo y seis días para el tercero (Ortega y González, 1989).

Después del tercer estadio las ninfas pasan a un estado de inactividad y latencia denominada “pupa”, durante el cual no se alimenta hasta que llega al estado adulto. La duración de la fase de pupa es de seis a diez horas aproximadamente. El estado ninfal, incluye la fase de pupa variando de 10 a 14 días con temperaturas que fluctúan entre 20 y 28°C. Si la temperatura es de 30°C el tiempo de huevecillo a adulto se reduce a 16.6 días. La temperatura influye de manera importante en el desarrollo de este insecto, en general un incremento en la temperatura favorece el desarrollo y actividad, reduciendo el tiempo requerido para completar su ciclo de vida (Ortega y González, 1989).

Ciclo de Vida y Daño

Las moscas blancas y sus parientes cercanos desarrollan una metamorfosis simple o gradual, en el que los estados inmaduros y el adulto tienen el mismo mecanismo de alimentación y desarrollan sus alas externamente. En general el ciclo de

vida de las diferentes especies de mosca blanca es muy similar y tiene una duración de 21 a 45 días (Bellotti, 2006).

En un corto periodo de tiempo pueden coexistir generaciones traslapadas y estadios de la misma pueden ser resistentes o tolerantes a las medidas de control, lo que hace virtualmente imposible su erradicación. La hembra de la mosca blanca pone los huevos en el envés de las hojas jóvenes de la parte superior de la planta, estos quedan adheridos a la hoja mediante pequeños ganchos, en ocasiones formando círculos. Los huevos son de forma oval, y con un tamaño de 0.25 mm (Bellotti, 2006).

A veces están cubiertos por una especie de polvo procedente de las alas de la hembra. Uno o dos días después de ser depositados se tornan marrones o negros. Las larvas eclosionan de siete a diez días después de la ovoposición. Las larvas o ninfas jóvenes son de unos 0.3 mm y tienen patas y antenas bien desarrolladas. Son el único estado inmaduro móvil y son activas durante varias horas, buscando un lugar apropiado en la hoja para alimentarse (Bellotti, 2006).

Cuando encuentran el sitio se instalan, después de haber perforado los tejidos de la hoja con sus piezas bucales, pierden las patas y permanecen en ese lugar durante el desarrollo posterior. En el segundo estado larvario el insecto permanece horizontalmente sobre la hoja y son difíciles de observar dado que son transparentes (Bellotti, 2006).

En este estadio miden unos 0.37 mm. Morfológicamente el segundo instar larvario es idéntico al primero y mide unos 0.51 mm. En el cuarto estadio los insectos

son aplanados al principio, luego se hacen más compactos y no se alimentan (Bellotti, 2006).

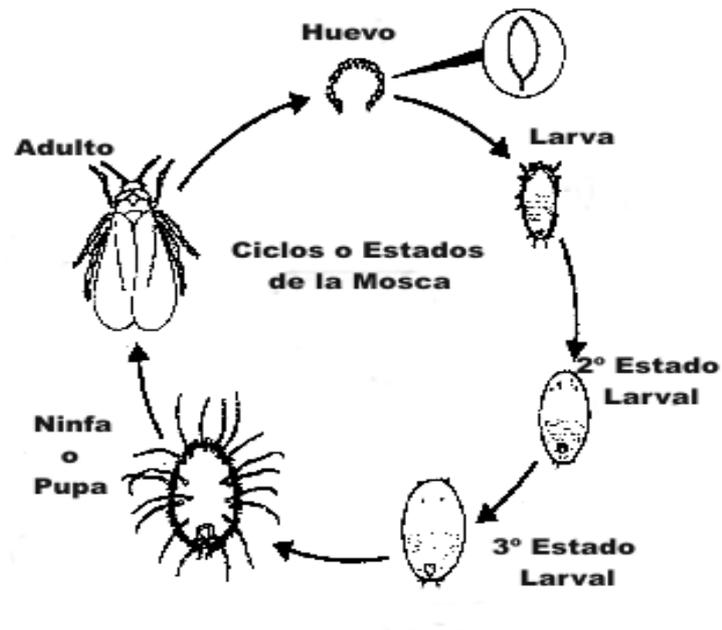


Figura 1. Ciclo de vida de la mosca blanca.

Tienen un tamaño de aproximadamente unos 0.73 mm. Y segregan mucha cera. El momento en que se hacen más visibles los ojos rojos de la mosca adulta es denominado estado de pupa por muchos entomólogos y el insecto toma un color blanco sucio (Belloti, 2006).

Las larvas o ninfas necesitan una gran cantidad de aminoácidos para su desarrollo, absorben mucha savia de la planta. Esta savia contiene muchos azúcares, los cuales son segregados rápidamente como melaza, particularmente las larvas grandes producen mucha melaza. Después de la emergencia del adulto éste comienza a alimentarse y lo sigue haciendo el resto de su vida. En el momento de la emergencia las moscas blancas tienen dos pares de alas de color blanco (Belloti, 2006).

Más tarde se cubren de un polvillo blanco ceroso, lo que le da su aspecto característico. Los adultos pueden encontrarse principalmente en la parte alta de la planta, las hembras miden de 1.1. A 2.0 mm y los machos 0.9 a 2.0 mm. Tanto machos como hembras son muy activos y voraces. Los adultos de las diferentes especies de mosca blanca son muy difíciles de diferenciar. (Belloti, 2006).

Las larvas y adultos de *Bemisia tabaci* pueden causar daños directos al succionar los tejidos de la hoja y por la secreción de melaza, pero también transmiten más de 25 virus y tiroides, esto es el algodón (Conalgodón, 2007).

Distribución, Importancia y Hospederos de la Mosca Blanca

La mosquita blanca es una plaga polífaga generalmente tropical (paralelos treinta). En el trópico ocupa el nicho ecológico que le correspondería a los áfidos en las áreas templadas del mundo (Ortega, 1991).

En el Bajío en el estado de Guanajuato se le ha encontrado en los cultivos de jitomate, chile, frijol, brócoli, coliflor; en Veracruz se observan en calabaza, calabacita, melón, sandía, pepino, espinaca, acelga y frijol ejotero. En regiones como Baja California Sur, el Valle del Yaqui y la costa de Hermosillo, Sonora; Apatzingan

Michoacán, Tapachula Chiapas; el Sur de Tamaulipas y partes de Durango y Coahuila es común encontrar a *Trialeurodes vaporariorum* y otras especies como *B. tabaci* especialmente en algodón y hortalizas (Anónimo, 1992).

Por otro lado la importancia de la mosquita blanca se debe a su daño directo ya que los adultos y las ninfas succionan los nutrientes a través de su aparato bucal, ocasionando entre otras cosas amarillamiento de la planta la cual detiene su crecimiento, produce poco fruto y de baja calidad (Buttle, 1992).

Otro daño causado por la mosquita blanca es la excreción de mielecilla que genera el adulto al alimentarse en el envés de las hojas. Cantidades grandes de mielecilla pueden decolorar las hojas de las plantas. Otro tipo de daño asociado a la mielecilla es el causado por una fungosis negra llamado fumagina, los hongos que se desarrollan están identificados como *Meliola camelliali*, *Capnodium sp*, e *Ichnea sp*. La fumagina ocasiona que haya una interferencia con la fotosíntesis reduciendo el vigor de la planta ya que puede cubrir todo el follaje (Buttle, 1992).

Por otra parte Ortega y González (1989) señalan que al succionar la savia de las plantas hospederas llegan a causarles un debilitamiento que puede ocasionar su muerte, sobre todo en sembradíos con altas densidades. Sin embargo la mayor peligrosidad de este insecto está relacionada con la trasmisión de enfermedades virales, en este caso, no es necesaria la incidencia de poblaciones altas para que la virosis se manifieste.

En la literatura se registran varias especies de Aleyrodidos como vectores sin embargo, se indica que solo tres especies pueden ser aceptadas como vectores importantes y los cuales son *B. tabaci*, *T. vaporariorum* y *T. abutilonea*. Para el caso de *B. tabaci* trasmite más de 30 diferentes agentes causales de un número mayor de enfermedades básicamente tropicales, algunos casos son: virus chino del tomate, virus del enrollamiento foliar de la calabaza entre otros (Acosta, 1989).

Pozo y Ávila (1989) señalan que la mosca blanca es uno de los principales insectos transmisores de virus en el cultivo del chile en México.

Generalmente el desarrollo de ninfas se lleva a cabo en hospederos alternantes, por lo que se considera importante identificarlos por región, y de ser posible establecer métodos de control en estos, los cual permitiría reducir las poblaciones migratorias a cultivos de importancia económica (Ortega, 1991). Por otro lado (Urías, 1988) indica que es muy importante tener en cuenta que muchas malezas, plantas silvestres o mostrencas se encuentran alrededor de los cultivos manifestando síntomas de tipo viral.

Machuca (1995), en el estado de Sinaloa menciona que el peligro de la mosca blanca no es un problema ligado a los cultivos por sí mismo, si no a cultivos abandonados, canales, drenes bloqueados y malezas que se dejan crecer a niveles peligrosos y que provocan la proliferación de la mosca blanca. Si a las prácticas culturales deficientes se agrega que el uso de insecticidas químicos no ha sido muy

efectivo, el peligro de propagación de la plaga continuará por largo tiempo, no sólo en estas regiones sino en zonas aledañas.

La mosca blanca actualmente tiene un amplio rango de especies vegetales que le sirven como hospederos a sea ocasionales o permanentes por lo que es importante identificarlos. La mosca blanca se convierte vector al hospedarse en diversas plantas cultivadas y no cultivadas y posteriormente migrar a las plantaciones de Chile transmitiendo la enfermedad del rizado amarillo del Chile (Terán y Cruz, 1991).

La Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH, 1992) indican que se han identificado 28 especies de plantas hospederas del vector que pertenecen a 11 familias distintas de las que sobresalen Compositae, Cucurbitaceae, Poaceae y Solanaceae. De las 28 especies mencionadas 10 son hospederos completos y 18 son hospederos ocasionales donde sólo son visitados por el insecto adulto para alimentarse. Probablemente estos sean los más peligrosos porque la transmisión de la virosis sólo es realizada por el adulto a través de un hospedero a otro.

Ávila y Ascencio (1991) mencionan que se incrementa el peligro de invasión de *B. tabaci* en los cultivos de Chile serrano cuando estos se siembran cerca de cultivos de soja en el cual es uno de sus hospederos preferidos.

Clyde (1992), reporta como hospederos de *B. tabaci* a crucíferas (brócoli, coliflor y cebolla), cucurbitáceas (calabaza, melón y pepino), malváceas como algodón leguminosas como la alfalfa. Menciona que eliminando algunas cucurbitáceas se reduce las poblaciones de mosca blanca teniendo preferencia por infestar algodón, alfalfa, crucíferas y lechuga.

Byrne *et al.*, (1991) reporta que hospederos preferentes de mosca blanca sólo se alimentan de plantas de hojas anchas y plantas herbáceas primeramente en algunos casos se restringe un alimento a monocotiledóneas (pastos).

Jararaj (1986) reporta como hospederos de mosca blanca a plantas cultivadas como tabaco, papa, chile, girasol, coliflor, cebolla, tulipán, mostaza, yuca, camote y algunas como cilantro y cucurbitáceas, siendo el más preferido el algodón.

Butle (1982) menciona que plantas preferentes para alimentarse de *B. tabaci* son algodón, calabaza, lechuga y zanahoria. Los adultos de *B. tabaci* prefieren al algodón y calabaza que a la lechuga.

En el Valle de Culiacán y el Fuerte en Sinaloa se muestrearon 190 especies de plantas, para conocer los hospederos alternantes. Hasta el 10 de agosto la incidencia del insecto fue baja detectándose 38 hospederos de los cuales se alimentó solo en 18. Entre

ellos se citaron campanillo, tomate, estafiate, bledo, algodón de árbol, pata de perico, coquillo, chile, ciruelo, guayabo, paraíso, ficus, enredadera y pepino. En otras plantas solo se ha encontrado el insecto en estado adulto. (Ávila, 1993-1994).

Estrategias de Control de la Mosca Blanca

Existen varios métodos de control, en los que destacan el control biológico, legal, cultural y químico, siendo este último el método más utilizado para el control de esta plaga; sin embargo, con los recientes avances científicos en el uso de la nanotecnología aplicada a la producción vegetal, varios trabajos han reportado el uso de elicitors vegetales para generar el incremento de la resistencia de las plantas, de tal forma, que se puede contar con productos hechos a base de ácido acetil salicílico, ácido benzoico y silicio, que están siendo utilizados para el manejo de plagas y enfermedades en algunos cultivos hortícolas. El control cultural de las especies del género *Bemisia tabaci*, como vector de geminivirus, tales como el virus del enrollamiento amarillo de la hoja del tomate (TYLCV), está basado en prácticas que puedan retrasar la llegada de la enfermedad a la planta o demorar su desarrollo en ésta y reducir su presión a fin de superar el periodo crítico del cultivo y lograr resultados productivos aceptables (Casanova 1997). Esto es particularmente importante para la etapa de semillero, ya que la producción de tomate, tanto en cantidad como en calidad, se ve seriamente afectada si la enfermedad llega durante las primeras siete semanas; moderadamente, si ello ocurre entre la octava y novena y apenas levemente después de la decima (Acuna 1993).

Entomopatógenos

Los hongos Entomopatogenos son un grupo de microorganismos ampliamente estudiados en todo el mundo. Existen más de 100 especies reunidas en 70 géneros que tienen la particularidad de parasitar a diferentes tipos de artrópodos (insectos y ácaros) y de encontrarse en el hábitat más variados, como el acuático o el terrestre y, dentro de estos, en cultivos anuales, semianuales y perenes. De igual forma, los hongos pueden jugar un papel muy importante en la salud humana, ya que algunas especies son virulentas para moscas y mosquitos. Su característica de penetrar al hospedero vía tegumento no es muy común entre el resto de los Entomopatógenos (Leucona, 1996).

Los controladores biológicos son organismos vivos que se utilizan con el fin de reducir la plaga a un nivel que no cause problemas económicos y no afecte la fauna nativa ni el medio ambiente. Entre estos controladores se encuentran insectos, virus, bacterias, hongos y otros (Dorta y Arcas, 1996).

El uso de hongos entomopatógenos como control biológico de insectos ha sido de gran interés por no ser contaminante y ser más amigable con el ambiente, siendo además complementario al control biológico tradicional (Dorta y Arcas, 1996).

Los hongos se encuentran entre los organismos entomopatógenos más estudiados, debido a la facilidad de manipulación, adaptación a diferentes ambientes y especificidad (Lecuona *et al.*, 1996). Son de particular interés los hongos con reproducción asexuada, agrupados dentro del Phylum Deuteromycota, destacando en este grupo los géneros *Aspergillus*, *Beauveria*, *Fusarium*, *Hisutella*, *Metarhizium*, *Paecilomyces* y *Verticillium* (Samson *et al.*, 1988). Específicamente los hongos del género *Metarhizium* y *Beauveria*, los cuales han sido utilizados exitosamente en el control de algunos insectos sociales, destacando los estudios hechos en hormiga roja *Solenopsis invicta* en donde se demostró que las colonias resultaron ser susceptibles a *Beauveria bassiana* Bassi 1835 (Brinkman y Gardner, 2000), lo mismo ocurre para la termita subterránea *Heterotermes tenuis*, en donde los estudios han demostrado que tanto *B. bassiana* como *Metarhizium anisopliae* Metschnikoff 1879, tienen ciclos de desarrollo similares diferenciándose solo en la forma de penetración al insecto y en la rapidez de la mortalidad (Moino *et al.*, 2002).

Las ventajas de los hongos entomopatógenos son que actúan sobre el insecto tanto por contacto como por ingestión (Tanada y Kaya, 1993), y son una buena opción para mezclar con cebos para el control de *V. germanica*, ya que la muerte de la avispa obrera no ocurre inmediatamente, sino que es una mortalidad postergada, pudiendo transmitir el hongo al regurgitar el alimento a la larva que se encuentra en el nido, logrando controlar no solo a los insectos más expuestos sino a la colonia completa.

Acción de los hongos entomopatogenos sobre la plaga

En general, las fases que desarrollan los hongos sobre sus hospedantes son: germinación, formación de apresorios, formación de estructuras de penetración, colonización y reproducción. El inóculo o unidad infectiva está constituido por las estructuras de reproducción sexual y asexual, es decir las esporas y conidias (Leucona, 1996).

El proceso se inicia cuando la espora o conidia se adhiere a la cutícula del insecto; luego se produce un tubo germinativo y un apresorio, con este se fija en la cutícula y con el tubo germinativo o haustorio (hifa de penetración) se da la penetración al interior del cuerpo del insecto. En la penetración participa un mecanismo físico y uno químico, el primero consiste en la presión ejercida por la estructura de penetración, la cual rompe las aéreas esclerosadas y membranosas de la cutícula. El mecanismo químico consiste en la acción enzimática, principalmente proteasas, lipasas y quitinasas, las cuales causan descomposición del tejido en la zona de penetración, lo que facilita la penetración física. Después de la penetración, la hifa se ensancha y ramifica dentro del tejido del insecto, colonizando completamente la cavidad del cuerpo del insecto. A partir de la colonización se forman pequeñas colonias y estructuras del hongo, lo que corresponde a la fase final de la enfermedad del insecto (Leucona, 1996).

Otra forma mediante la cual el hongo puede causar la muerte del insecto, es mediante la producción de toxinas. Los hongos entomopatógenos tienen la capacidad de

sintetizar toxinas que son utilizadas en el ciclo de las relaciones patógeno-hospedante. Entre estas toxinas se han encontrado dextruxinas, demetildextruxina y protodextruxina, las cuales son sustancias de baja toxicidad, pero de mucha actividad tóxica sobre insectos, ácaros y nematodos (Leucona, 1996).

Organismos Entomopatógenos Utilizados

Beauveria bassiana.

Caracterización morfológica del género *Beauveria*

La forma y tamaño de las conidias esféricas para *Beauveria bassiana* y elipsoidales para *Beauveria brongniartii* así como las características de las células conidiógenas, es el criterio morfológico mas utilizado para la clasificación de las ambas especies. Sin embargo, debido a la variabilidad entre las cepas de *Beauveria* y a la especificidad que muestran hacia diferentes órdenes de insectos, se recurren a técnicas complementarias para su identificación (Vargas, 2007).

La clasificación de *Beauveria bassiana* según Barnett y Hunter (1998), es la siguiente:

Reino: Fungi

División: Mycota

Clase: Deuteromycetes

Orden: Moniliales

Familia: Moniliaceae

Género: *Beauveria*

Especie: *bassiana* (Bassi)

Los orígenes de control microbiano de plagas en el siglo XIX temprano, cuando el científico italiano Agostino Bassi pasó más de 30 años estudiando la enfermedad muscardina blanca en los gusanos de seda (*Bombyx mori* L.). Identificó *Beauveria bassiana* (Bals-Criv). Vuill., nombrado en su honor, como la causa de la enfermedad. Su descubrimiento no sólo sentó las bases para el control de plagas con microbios, sino también influyó significativamente en la obra de Louis Pasteur, Robert Koch y otros pioneros de la microbiología (Ainsworth, 1956; Porter, 1973; Driesche Van y Bellows, 1996). Bassi se reconoció la posibilidad de utilizar organismos tales como *Beauveria bassiana* para controlar las plagas de insectos y en el siglo 20, los ensayos de campo se ha realizado con *B. bassiana*, *B. brongniartii* (Sacc.) Petch, y *Metarhizium anisopliae* (Metschn.) Sorokin. Hoy en día, más de 100 años después, no se conocen reportes de efectos adversos significativos que pueden atribuirse al uso de estos organismos en el control biológico (Tobias Längle, 2006).

Patogenicidad o infectividad de *B. bassiana* en el Humano

Una amplia búsqueda bibliográfica se realizó para evaluar los riesgos asociados a la exposición humana a *Beauveria bassiana*. Un total de ocho informes de distintos nombres de los géneros *Beauveria*. Como la causa presunta de las infecciones fúngicas y enfermedades de los seres humanos fueron identificados, pero sólo 4 de estos informes puede ser atribuida a las especies de los géneros *Beauveria*. Al igual que cualquier microorganismo, *Beauveria bassiana* tiene el potencial para actuar como un patógeno oportunista, sino como el estudio de la literatura demuestra, infecciones de *Beauveria* son eventos muy raros. Un análisis detallado de los informes de casos que presuntamente implican a *Beauveria bassiana* revela que las circunstancias extraordinarias, tales como un sistema inmunológico gravemente comprometido o antecedentes de cirugía o lesión, se requieren que una infección de *B. bassiana* se produzca (Tobias Längle, 2006).

Eficacia

Niveles de control alcanzado con los organismos biológicos son generalmente más dependiente de las condiciones ambientales, tales como los factores climáticos, a los alcanzados con los plaguicidas convencionales. *Beauveria bassiana* se ha probado en una amplia gama de escenarios de control de plagas y ha sido utilizado con éxito en muchos países. Mientras que, en condiciones adecuadas, las tasas de eficacia de *B. bassiana* puede superar el 90%, en muchos casos, un nivel considerablemente más bajo, pero la supresión a largo plazo puede ser suficiente para evitar daños a los cultivos. Es

importante reconocer que los agentes de control biológico, tales como *B. bassiana* difieren significativamente de los plaguicidas químicos en sus propiedades y esto debería tenerse en cuenta en el diseño y la revisión de los estudios de eficacia (Tobias Längle, 2006.).

El clorpirifos es un insecticida comúnmente utilizado contra algunos de los objetivos de la misma como *B. bassiana*. Esta sustancia actúa como neurotoxina (inhibidor de la acetilcolinesterasa) y esto es altamente tóxico para una amplia gama de organismos no objetivo, incluidos los mamíferos y las aves, los organismos acuáticos y abejas. Clorpirifos puede filtrarse en las aguas subterráneas o entrar en la cadena alimentaria a través de los productos agrícolas. Los riesgos de este plaguicida se han considerado aceptables por la Unión Europea, sin embargo, *Beauveria bassiana*, que es mucho menos problemático que el clorpirifos, tiene pendiente la aprobación para su inclusión en el anexo I de la Directiva 91/414/CEE. (Tobias Längle, 2006.)

Paecilomyces fumosoroseus

Paecilomyces fumosoroseus (Wize). Presenta en los insectos infectados, conidios de color blanco se producen en abundancia y que más tarde se convirtió en polvo en la naturaleza en la maduración, son en forma de frasco de cuello diferentes, midiendo $13,44 \pm 1,80 \times 3,84 \pm 1,3$ micras y están dispuestas en verticilos. Las conidias

son ovals de corto en forma cilíndrica, que mide $6,58 \times 2,47 \pm 1,2 \pm 0,0$ micras y se disponen en cadenas. (Ramesh, K.; Selvasundaram, R.; Muraleedharan, N. 2002)

Bacillus thuringiensis

Bacillus thuringiensis (Bt). Es una bacteria Gram-positiva, aerobia estricta, que durante su ciclo de vida presenta dos fases principales: crecimiento vegetativo, donde las bacterias se duplican por bipartición, y esporulación, un programa de diferenciación de bacteria a spora. Bt es considerada una bacteria ubicua, ya que se ha aislado de todas partes del mundo y de muy diversos sistemas, como suelo, agua, hojas de plantas, insectos muertos, telarañas, etc. A Bt se le caracteriza por producir un cuerpo paraesporal conocido como *cristal* durante su fase de esporulación, el cual es de naturaleza proteínica y tiene propiedades insecticidas. El cristal proteínico está constituido por proteínas denominadas d-endotoxinas también conocidas como proteínas Cry ó Cyt. Se han encontrado d-endotoxinas activas contra insectos lepidópteros (mariposas), coleópteros (escarabajos), dípteros (mosquitos), himenópteros (hormigas), ácaros y también contra otros invertebrados como nemátodos, gusanos planos y protozoarios (Soberón y Bravo, 2007).

Modo de acción de las toxinas Cry. Los síntomas que se observan a partir de que las larvas de insectos susceptibles ingieren los cristales y esporas de Bt son: cese de la ingesta, parálisis del intestino, diarrea, parálisis total y finalmente la muerte. De manera general se acepta que las toxinas Cry son toxinas formadoras de poro que ejercen su actividad tóxica al provocar un desequilibrio osmótico en las células epiteliales donde se

insertan en la membrana. Datos obtenidos por nuestro grupo de investigación apoyan de manera contundente el modo de acción que propone la formación de un poro lítico una vez que las toxinas se insertan a la membrana. Las proteínas Cry son producidas como protoxinas que requieren ser procesadas proteolíticamente por proteasas presentes en el intestino de insectos susceptibles. Este procesamiento proteolítico libera fragmentos tóxicos de 55 a 65 kDa (unidad de masa atómica) que interaccionan con proteínas receptoras presentes en la microvellosidad de las células intestinales de los insectos blanco. Posteriormente, las toxinas se insertan en la membrana formando un poro lítico. (Soberón y Bravo, 2007)

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación de Estudio

El presente trabajo se realizó durante el invierno del 2009 en el invernadero del Departamento de Parasitología de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. La ubicación geográfica del experimento es: 25°21'8.0" Norte, 101°1'38" Oeste, y una altitud de 1783 msnm.

El estudio se realizó en un área aislada dentro del invernadero del departamento. Para esto fué construida una jaula de malla antiáfido, para tener control de la mosca blanca. El material vegetativo utilizado fue tomate Saladette variedad Rio Grande colocado en bolsas negras de 1 L con sustrato de 50% cáscara de coco, 30% de humus sólido y 20% tierra para maceta. La fertilización se realizó cada 3 semanas aplicando 5 g. por cada planta con triple 17 (N, P y K).

Parámetros de Medición

El parámetro fue el porcentaje de control de la plaga con respecto a los testigos, tanto comercial como absoluto, con base en conteo de inmaduros vivos por hoja.

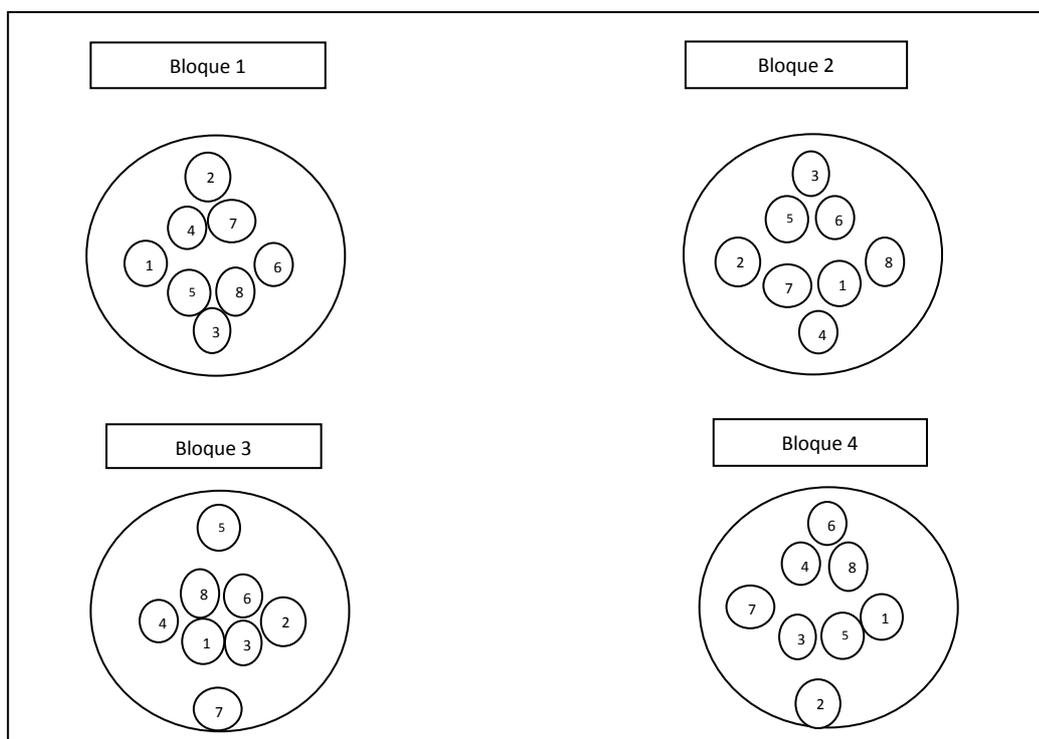
Estado fenológico del cultivo durante el desarrollo del ensayo

Los tratamientos se aplicaron durante la etapa de desarrollo vegetativo, entre los 20 y 50 días después de germinada la planta; durante el ensayo se tomaron datos de la temperatura con un termómetro portátil instalado en el área de trabajo.

Diseño del Experimento

Los tratamientos evaluados fueron: Insect 1 a una dosis de 1.25g/L, Insect 2 a una dosis de 5.00 mL/L, Insect 3 a una dosis de 0.625 g/L, Insect 3 a una dosis de 1.25 g/L e Insect 3 a una dosis de 5.00 g/L. Comparándolos con los insecticidas comerciales Bio-Pae, Bio-Bea y un testigo absoluto (Cuadro 2). Para evaluar los tratamientos se utilizó un diseño de bloques al azar, con ocho tratamientos y cuatro repeticiones. Donde

las unidades experimentales fueron de 10 hojas de dos plantas de tomate. La distribución de los tratamientos se muestra en el cuadro 1.



Cuadro 1. Croquis de distribución de los tratamientos.

Tratamiento	Agente Biológico	Dosis	Concentración
Testigo	N.A.	0	0
Insect 1	<i>Beauveria bassiana</i>	1.25 g/L	1x10 ⁸ UFC
Insect 2	<i>Bacillus thuringiensis</i>	5.00 mL/L	1x10 ⁸ UFC
Insect 3	<i>Paecilomyces fumosoroseus</i>	0.625 g/L	1x10 ⁸ UFC
Insect 3	<i>Paecilomyces fumosoroseus</i>	1.25 g/L	1x10 ⁸ UFC
Insect 3	<i>Paecilomyces fumosoroseus</i>	5.00 g/L	1x10 ⁸ UFC
Bio-Bea®	<i>Beauveria bassiana</i>	1.25 g/L	1x10 ¹² UFC
Bio-Pae®	<i>Paecilomyces fumosoroseus</i>	1.25 g/L	1x10 ¹² UFC

Cuadro 2.- Tratamientos de insecticidas microbiales evaluados en las ninfas de mosca blanca (*Bemisia tabaci*).

(UFC) Unidad Formadora de Colonias.

®. Insecticidas registrados para hacer el experimento.

Aplicación de los Tratamientos

Los tratamientos se aplicaron por aspersión con un atomizador manual. Se realizaron 2 aplicaciones foliares, con intervalos de 7 días, a partir del momento en que se presenten las primeras ninfas.

Las aplicaciones se efectuaron a partir de los 10 días después del trasplante. La metodología de aplicación de los productos se realizó de la siguiente manera: Se seleccionaron y se etiquetaron 10 hojas por cada unidad experimental. Se contaron todas las ninfas de mosca blanca encontradas en cada hoja. Cada tratamiento fue sacado de la jaula de malla antiáfido para hacer una aplicación en el exterior, en forma dirigida y así poder evitar la contaminación con los demás tratamientos. Con ayuda de un atomizador manual de 0.5 L capacidad, se aplicaron los insecticidas, utilizando los 0.5 L de agua con la que se agregó la dosis correspondiente para cada tratamiento y se procedió a la aplicación de los tratamientos distribuyéndose la mezcla a todas las plantas del tratamiento. Las dosis a las que fueron evaluadas en el presente estudio, fueron seleccionadas de acuerdo a las indicaciones de los folletos técnicos para su uso en ninfas de mosca blanca; en el cuadro 2 se muestran las dosis a las que fueron evaluados los productos. Donde al testigo solo se aplicó agua.

Análisis Estadístico

La información de la población de la plaga de las evaluaciones de inmaduros se analizó con los datos de mortalidad de ninfas de mosca blanca de los productos evaluados en los estudios de invernadero, se realizó por medio de diseños de bloques al azar incluyendo 4 repeticiones, por tratamiento. La comparación de los promedios de mortalidad se realizaron con la prueba de diferencia mínima significativa al 95% de

confianza, para el análisis de los resultados se utilizó el programa SAS (Statistical Analysis System).

Estimación del Porcentaje de Eficiencia

Una vez realizadas las aspersiones de los insecticidas, con los datos obtenidos en el primer conteo de ninfas vivas de mosca blanca antes de las aplicaciones y con los datos de cada semana hasta el último conteo se estimó el porcentaje de eficiencia para cada producto, el parámetro que se tomó de base fué el conteo de ninfas vivas. Para determinar este índice de mortalidad se utilizó la fórmula de Henderson y Tilton (1955).

$$\% \text{ de eficiencia} = 1 - ((td * Ca) / (Cd * ta)) * 100$$

Donde:

td = Tratada Post-aplicación;

Ca = Testigo Pre-aplicación;

Cd = Testigo Post-aplicación;

ta = Pre-aplicación

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados se presentan en dos etapas donde se dan a conocer los efectos de los tratamientos sobre la población de ninfas de mosca blanca y los porcentajes de control sobre las ninfas de mosca blanca.

Efecto de los tratamientos sobre la población de ninfas de mosquita blanca.

En la Figura 2 se señalan los datos obtenidos desde el conteo previo a la aplicación, así como para cada una de las fechas después de asperjados los tratamientos.

En el conteo previo se encontró una población que osciló entre un promedio de 20 y 45 ninfas por hoja por unidad experimental (Figura 2).

En la figura 2 se muestra de forma gráfica los efectos de los tratamientos sobre la población de ninfas de mosca blanca, así; a los 7 después de la primera aplicación, la población de ninfas disminuyó ligeramente en los tratamientos con Bio-Pae, Bio-Bea, Insect 3 a la dosis de 0.625 g/L, 1.25 g/L y 5.00 g/L respectivamente. Por otro lado, en el testigo y en los tratamientos con Insect 1 e Insect 2 la población se comportó de forma ascendente.

A los 7 días después de la segunda aplicación se registró un decremento en la población, incluso en los tratamientos que incrementaron la población en la fecha anterior. Los tratamientos con Bio-Pae e Insect 2 tuvieron un descenso muy marcado en la población de las ninfas de mosca blanca, dejando la población en un promedio de 23 ninfas por hoja, pero sin embargo no fue el mejor resultado dado que el Insect 3 con una dosis de 1.25 g/L y de 5.00 g/L bajaron la población hasta oscilar en un promedio de 10 ninfas por muestra (Figura 2).

A los 14 días después de la segunda aplicación los tratamientos con Insect 3 a dosis de 1.25 g/L y de 5.00 g/L y el tratamiento con Insect 2 siguieron manteniendo la población de ninfas muy baja registrando entre 7 y 12 ninfas en promedio por muestra. El tratamiento con Bio-Pae sigue bajando la población pero no tan marcada como los otros 3 tratamientos mencionados anteriormente, dejando la población en promedio de 17 ninfas por muestra, mientras tanto, el Insect 1 y el Insect 3 de una dosis de 0.625 g/L mantuvieron la población alrededor de las 20 ninfas por muestra al igual que a los 7 días después de la segunda aplicación. La población de ninfas en el testigo se mantuvo en las 37 ninfas en promedio en esta misma fecha de evaluación (Figura 2).

En la evaluación a los 21 días después de la segunda aplicación podemos observar que en el tratamiento Bio-Pae la población de ninfas se incrementa fuertemente, esto puede ser explicado por la probable pérdida de la efectividad residual de este insecticida. Así mismo, cabe señalar que esta misma tendencia un tanto más ligera, se observó en los tratamientos con Insect1, Insect3 a una dosis de 0.625 g/L, 1.25 g/L y

5.00 g/L y el tratamiento con Bio-Pae. El Insect 2 fué el que mostró ser mejor a esta fecha porque no solo mantuvo la población sino que disminuyó a un promedio de 5 ninfas de mosca blanca por hoja (Figura 2).

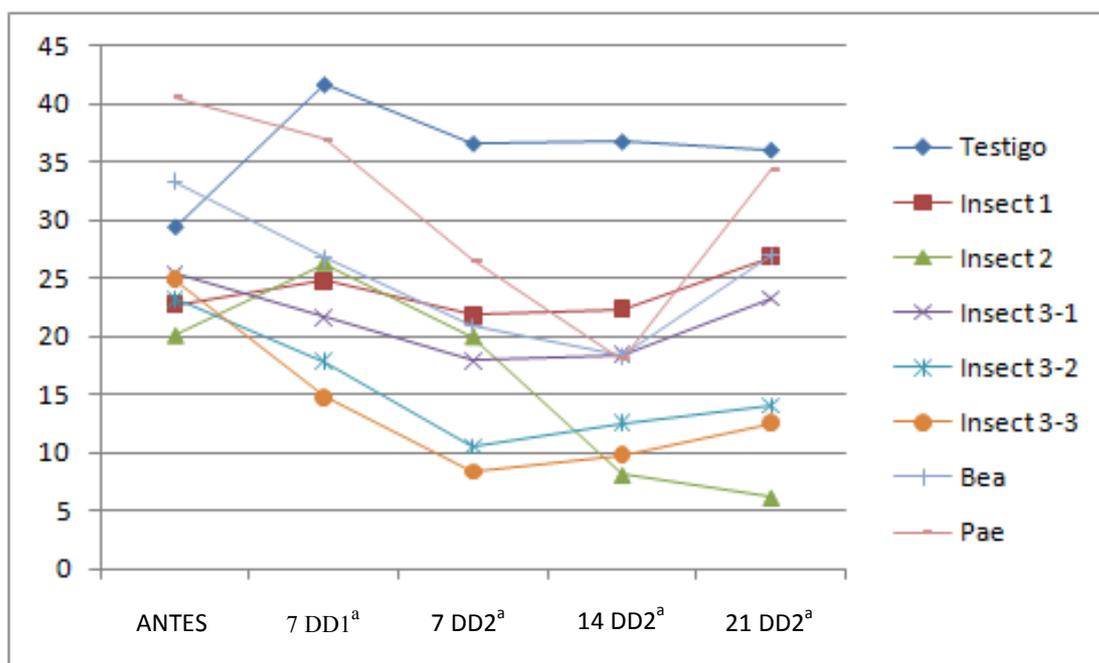


Figura 2. Fluctuación poblacional de la evaluación de ninfas de mosca blanca, expresada en número de ninfas vivas por hoja antes, a 7 días después de la 1ª aplicación y a 7, 14, y 21 días después de la 2ª aplicación.

Porcentaje de control de mosquita blanca.

En el Cuadro 3 se señalan los datos obtenidos en porcentaje de control en cada uno de los tratamientos, así como para cada una de las fechas. Ahí mismo se observa que el testigo absoluto es diferente altamente significativo de los tratamientos con insecticida.

En el Cuadro 3 se observa que a los 7 días después de la primera aplicación existieron diferencias estadísticamente significativas entre los 7 tratamientos con insecticida, formando 5 grupos estadísticos en cuanto a la eficacia del control; así, el

tratamiento con Insect 3 a dosis de 5.0 gr/l fue el que registró el porcentaje de control más alto llegando a 59.7%, y está marcado con la letra “a”. Le siguen en eficiencia los tratamientos con Insect 3 a dosis de 0.625 g/L y 1.25 g/L y el tratamiento con Bio Bea, reportando porcentajes de control entre 39.3 y 44.2% marcados con las letras “ab”; el resto de los tratamientos involucrados en este estudio registraron menos del 33.2% de control.

Para el día 7 después de la segunda aplicación se muestra con el tratamiento con Insect 3 sigue siendo el que mejor controló a las ninfas de mosca blanca con un 75% quedando solo con la letra “a”. Insect 3 a una dosis de 1.25 g/L es el segundo mejor que controla a las ninfas de mosca blanca dado que obtuvo la letra “ab” con una porcentaje de control del 64%. Como tercer lugar aparece el tratamiento Bio-Pae con las letrras “abc” llegando a tener un 50.1% de control. Los tratamientos con Insect 3 a una dosis de 0.625 g/L y el tratamiento Bio-Pae forman otro grupo estadísticamente iguales, apareciendo con las letras “bc” pero con un porcentaje de control oscilando entre 41.6 y 44.9% respectivamente. Los tratamientos con Insect 1 e Insect 2 reportan una control entre un 23.3 y 27.4% (Cuadro3).

En la fecha de 14 días después de la segunda aplicación los tratamientos Insect 2 y Insect 3 a una dosis de 5.00 g/L, están mostrando que estadísticamente son iguales, los 2 tratamientos contienen la letra “a”, mas sin embargo el Insect 2 es mejor en lo que refiere a porcentaje de control, obteniendo un 72%, y el tratamiento el Insect 3 muestra un 66% de control. En esta misma fecha los tratamientos Bio-Pae, Bio-Bea y el tratamiento con Insect 3 a una dosis de 1.25 g/L aparecen con la letra “ab” teniendo una porcentaje de control entre 56.4 y 57.3% de control (Cuadro3).

En lo que refiere a eficacia de control de las ninfas a los 21 días después de la segunda aplicación, el tratamiento con Insect 2 como en la fecha de evaluación pasada es el que mejor porcentaje de control obtuvo, mostrando un 80%. El siguiente tratamiento que tiene un 59.4% de control le corresponde al tratamiento con Insect 3 a una dosis de 5.00 g/L, quedando sólo en el grupo de las letras “ab”. El tratamiento con Insect 3 a una dosis de 1.25 g/L fue el tercero mejor en lo respecta a control dado a que su efectividad fue de un 51.7%. Con la letra “abcd” está el tratamiento Bio-Bea que corresponde a un control de 40.1%. Los tratamientos restantes fueron inferiores a 30.8% de control, lo que significa menos de la mitad que el tratamiento con Insect 2, estos tratamientos corresponden a el Insect 3 de la dosis de 0.625 g/L, y el Bio-Pae (Cuadro 3).

Cuadro 3. Porcentaje de control promedio de ninfas de mosca blanca *Bemisia tabaci* en los ocho tratamientos y en las cuatro fechas de evaluación.

Trat	Días después			
	Primera Aplicación	Días después Segunda Aplicación		
	7 Días	7 Días	14 Días	21 Días
	Media	Media	Media	Media
Testigo	0.0 d	0 d	0 c	0 d
Insect 1	23.2±13.1 [†] bcd	23.3±15.9 [†] cd	22.1±15.8 [†] bc	10.0±13.4 [†] cd
Insect 2	13.9±9.5 [†] cd	27.4±18.8 [†] cd	72.2±31.6 [†] a	80.0±24.3 [†] a
Insect 3 0.625	39.3±9.3 [†] ab	41.6±6.8 [†] bc	39.8±12.2 [†] abc	28.3±19.7 [†] bcd
Insect 3 1.25	44.2±11.0 [†] ab	64.0±3.7 [†] ab	56.9±8.8 [†] ab	51.7±17.4 [†] abc
Insect 3 5.00	59.7±12.3 [†] a	75.2±7.0 [†] a	66.6±10.4 [†] a	59.4±6.4 [†] ab
Bio-Bea	43.0±13.9 [†] ab	50.1±16.0 [†] abc	56.4±15.5 [†] ab	40.1±30.7 [†] abcd
Bio-Pae	33.2±15.1 [†] bc	44.9±13.8 [†] bc	57.3±20.4 [†] ab	30.8±10.7 [†] bcd

En la Figura 3 se observa que el tratamiento con Insect 2 (*Bacillus thuringiensis*) conforme pasa el tiempo va aumentando cada vez más su capacidad de controlar las ninfas de mosca blanca, a los 7 días después de la segunda aplicación se puede observar como el porcentaje de control se incrementa al doble, a los 14 días después de la segunda aplicación el porcentaje de control se eleva hasta un 72% al igual que en el día 21 después de la segunda aplicación con un 80% de control, esto quiere decir que el producto tiene residualidad. Los resultados obtenidos para el tratamiento con Insect 2 son similares a los reportados por Y. Al-Shayji y N. Shahee en el 2006 quienes reportan un control sobre mosca blanca de un 68.2 y 60.0% de control, hay que resaltar que los datos de la investigación fueron obtenidos en laboratorio con temperaturas controladas.

Para el tratamiento con insect 3 de una dosis de 5.00 g/L a los 7 días después de la primera aplicación obtuvo una eficiencia de control del 59% siendo el más eficaz en esta fecha. 7 días después de la segunda aplicación fue el que mejor control obtuvo con un 75%, esto quiere decir que es de acción rápida en comparación con los demás tratamientos, a los 14 días después de la segunda aplicación se observó una mortalidad de 66%, éstos resultados son inferiores a los reportados por Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza en el 2003 de *Paecilomyces* contra Mosca Blanca quienes reportan a los 13 días una mortalidad del 90% (Figura 3).

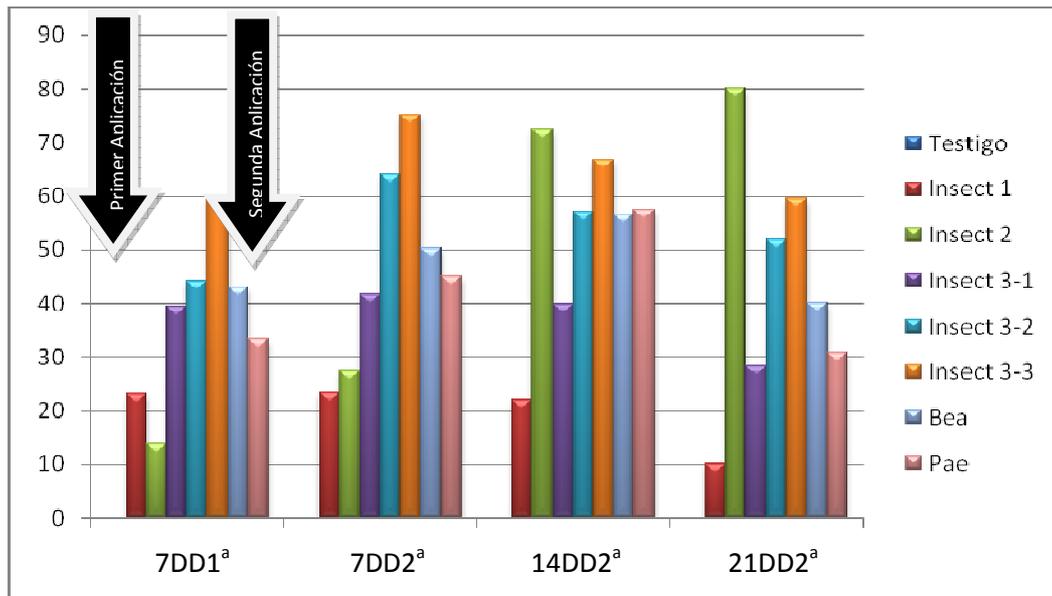


Figura 3. Porcentaje de control de mosca blanca en las diferentes fechas de evaluación.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones de invernadero en que se llevó a cabo el experimento: Evaluación De Entomopatógenos Para El Control De Mosca Blanca (*Bemisia tabaci* Genn.) En Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) se concluye lo siguientes:

El Insect 2 (*Bacillus thuringiensis*) a una concentración de 1×10^8 conidias g^{-1} , aplicando una dosis de 5.00 mL/L, mostró la mas alta efectividad en el control de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) logrando el 72.2 y el 80 % de control a los 14 y 21 dd2a aplic. Respectivamente.

El Insect 3 (*Paecilomyces fumosoroseus*) a una concentración de 1×10^8 conidias g^{-1} , aplicando una dosis de 5.00 g/L, mostró una efectividad en el control de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) a los 7 y 14 días con un porcentaje de 59 y 75%.

Los tratamientos con Bio Bea y Bio Pae lograron los porcentajes de control más altos a los 14 dd 2ª aplicación con 56.4 y 57.3 % de control respectivamente.

El Insect 1 a una dosis de 1.25 g/L cuyo ingrediente activo es *Beauveria bassiana* registró un control en las ninfas de mosca blanca menores a 23.3%.

LITERATURA CITADA

- Acosta, L. R. 1989. Ecología de Virus Transmisibles por mosquita blanca en frijol en el trópico mexicano. In: ecología de insectos vectores de virus en plantas cultivadas. Chapingo, Mex. Colegio de Posgraduados. 112p
- Acuna, W. 1993. Efecto de la infección de un Geminivirus sobre el rendimiento del tomate en diferentes estados del desarrollo de la planta. Tesis Ing. Agr. Turrialba, Costa Rica, Universidad de Costa Rica.
- Anónimo, 1992. The sweetpotato whitefly research and action plant working group, University of California. Davis Folleto 2p
- Ávila, V. J. y G. Ascencio, L. 1991. Efecto de fechas de siembra en el control de enfermedades virales transmitidas por *bemisia tabaci* Genn. (Hemíptera: Aleyrodidae). Soc. Mex. Entomol. Universidad Cristóbal Colon. Memorias XXVI Congreso Nacional de Entomología. Veracruz Ver. 144pp
- Ávila, G. M. 1993-1994. Situación actual de la mosquita blanca *bemisia tabaci* Genn en el Estado de Sinaloa, México. Investigador del Programa de Entomología. Campo Experimental Valle de Culiacán Sinaloa. INIFAP-SARH. 17p
- Barnett, H. L., Hunter, B. B. (1972): Illustrated Genera of Imperfect Fungi. 3rd Edition. Burgess Publishing Company, U. S. A.
- Bellotti Anthony *et al.*, 2006 Manejo integrado de la mosca blanca. Conferencia dictada en Espinal. Junio 2 de 2006.
- Butle, G. D. 1982. Development of sweet of potato whitefly and temperature. Imperial

Agricultural Briefs E.U.A. 4pp

Borror, A., J. D. M. DeLong And C.A. Triplehor 1898. An introduction to study of insects sixth edition Saunders College, Publishing E.U.A. 827p

Brinkman, M. A. y W. A. Gardner. 2000. Enhanced activity of *Beauveria bassiana* to red imported fire ant workers (Hymenoptera: Formicidae) infected with *Thelohania solenopsae*. J. Agric. Urban Entomol. 17(4):191-195.

Byrne, D. N., Moore, L., Palumbo, J. And Watson, T. 1991. Whitefly fact. Sheet. Departament of entomology. University of Arizona. 3p

Cabezas, M. F. 1994. Apuntes de Entomología. Universidad Autonomía Agraria Antonio Narro. 69p

Casanova, A. 1997. Medidas de combate cultural frente a Geminivirus transmitidos por moscas blancas. Informe IIHLD. La Habana, Cuba.

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza – CATIE. 2003. desarrollo de micoinsecticidas para el manejo integrado de la mosca blanca (*bemisia tabaci*) en cultivos frutales y hortícolas, en zonas neotropicales.

Clyde, S. 1992. California Agricultural Production Consultants. Asociation Whitefly Advisore Comite, Host Management. 45p

Conalgodon, 2007. Fondo de Fomento Algodonero

Dorta, B. y A. Arcas. 1996. Produccion de hongos entomopatogenos. pp: 195-206. En: Lecuona, R. (Ed.). Microorganismos patogenos empleados enel control microbiano de insectos plagas. Buenos Aires, Argentina.

Flores, P.I. 1980. Cultivo del tomate. ITESM. Monterrey, Nuevo Leon, Mexico. P 9.

- Guzmán, R.S.D. *et al* 1994. Control de plagas. Mosquita blanca de la hoja plateada. Guía para producción algodón en el valle de Mexicali B.C. y San Luis Rio Colorado, Son. INIFAP-CIRNO-CAE "Valle de Mexicali" B.C Norte. pp: 11.
- Jayaraj,, S.A. V. 1986. Pest And Disease Management Whitefly-A-Threat to Cotton Cultivacion. Centre for Plant. Protection Studies. Tamil Agricultural University Coimbatore. 3pp
- Lecuona, R., B. Papierok y G. Riba. 1996. Hongos Entomopatogenos. pp:35-60, En: Lecuona, R. (Ed.). Microorganismos patogenos empleados en elcontrol microbiano de insectos plagas. Buenos Aires, Argentina.
- Machuca A. 1995. Productores de Hortalizas. La Tecnología de Aplicación. Febrero. Boletín Informativo. 38-41p
- Moino, A. Jr., S. B. Alves, R. B. Lopes, P. M. O. J. Neves, R. M. Pereira And S. A. Vieira. 2002. External development of the entomopathogenic fungi 18 *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* in the subterranean termite *Heterotermes tenuis*. Sci. Agric. 2002. 59(2): 267-273.
- Morato-García, M. 1990. "Resultados de las determinaciones efectuadas en muestras de especies hortícolas comestibles". STTA, Moncada.
- NUEZ, F. 1995. Las plagas en el cultivo del tomate. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- ODEPA. 2004, Estimación de superficie, producción, rendimiento de hortalizas por especie. Tomate industrial.
- Ortega A. L. 1991. Mosquitas Blancas. (Homóptera: Aleyrodidae) Vectores de virus en hortalizas. Plagas de hortalizas y su manejo en México. Editores Anaya, S. y Bautista, N. Centro de Entomología y Acarología. C.P. y Sociedad Mexicana de Entomología. 20-40p Anónimo, 1981. Control de Plagas del Frijol en México. INIA-SARH. México. Folletos de Divulgación, No 69, 6-8p

- Ortega, A.L.D. y H., González H. 1989. Mosquitas Blancas (Homóptera: Aleyrodidae) Vectores de virus en hortalizas. Colegio de Posgraduados, Chapingo, México. 48-49p
- Ortega, A.D.L. 1996 Susceptibilidad a insecticidas de la mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* (West) Homoptera: Aleyrodidae procedente de Chapingo México y de la región tomatera de Npopualco, Mor. Agrociencia (en prensa).
- Pozo, C, O y J, Ávila, V. 1989. Avances de la investigación de hortalizas en el CIFAP, Reg., Panuco. Agromundo 1(6):6-9.
- Productores de Hortalizas, 2006. Guia. Plagas y Enfermedades del tomate
- Ramesh, K.; Selvasundaram, R.; Muraleedharan, N. 2002 Morphology and pathogenicity of *Paecilomyces fumosoroseus*, a fungal pathogen of leaf roller and aphids of tea.
- SAGARPA 2005. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera SIAP, SIACON, Anuario Agrícola por Municipio SAGARPA 2005. Consulta de Indicadores de Producción Nacional de Tomate.
- Samson, R., H. Evans And J. Latge. 1988. Atlas of entomopathogenic fungi. Spriger-Verlag, Netherlands.
- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH). 1992. Programa Nacional de Mosquita Blanca. Dirección General de Sanidad Vegetal. 44p
- Soberón, M. Bravo, A. 2007. Las toxinas CRY del *Bacillus thuringiensis*: modo de acción y consecuencias de su aplicación.
- Tanada, Y. Y H. K. Kaya. 1993. Insect Pathology. Academic Press, INC. San Diego, California.
- Terán, U. A. P. y P. Cruz R. 1991. Trasmisión de virosis en chile serrano por mosquita

blanca colectadas en diferentes hospederos en el sur de Tamaulipas.

Tobias Längle, 2006. *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill. – A biocontrol agent with more than 100 years of history of safe use

Urias, M. C. 1988. Introducción a la virología. Universidad Autónoma de Sinaloa. Culiacán Sin. México 46p.

Vargas F, Melisa Elisée, 2007. Caracterización de tres cepas de *Beauveria brongniartii* (Saccardo) Petch y su virulencia en *Phthorimaea operculella* (Zeller) y *Symmetrischema tangolias* (Gyen).

Y. Al-Shayji And N. Shaheen. 2006. Isolation of *Bacillus thuringiensis* Strain from Kuwait's Soil Effective Against Whitefly Nymphs Biotechnology Department, Kuwait Institute for Scientific Research, Shuwaikh, Kuwait.

APÉNDICE

22 DE DICIEMBRE 2009					
Tratamientos	I	II	III	IV	Promedio
Testigo	34.2	31.80	25.40	26.30	29.43
Insect 1	19.3	28.30	28.70	14.70	22.75
Insect 2	25.5	28.00	12.00	14.80	20.08
Insect 3 ¹	16.2	18.40	44.50	22.30	25.35
Insect 3 ²	19.8	19.80	35.40	17.80	23.20
Insect 3 ³	30.6	25.50	27.40	16.10	24.90
Bio-Bea	28.1	39.80	36.60	28.70	33.30
Bio-Pae	64.6	40.20	36.60	21.00	40.60

Cuadro 4. Datos de campo, promedio de ninfas de mosca blanca *Bemisia tabaci* por hoja antes de la primera aplicación.

29 DE DICIEMBRE 2009					
Tratamientos	I	II	III	IV	Promedio
Testigo	49.60	48.10	33.60	35.30	41.65
Insect 1	16.50	37.00	28.60	17.10	24.80
Insect 2	29.10	34.50	13.40	28.20	26.30
Insect 3 ¹	13.33	19.70	38.50	14.90	21.61
Insect 3 ²	14.10	21.60	22.90	12.70	17.83
Insect 3 ³	18.00	16.60	19.40	5.17	14.79
Bio-Bea	20.30	28.60	37.60	20.50	26.75
Bio-Pae	49.90	36.50	42.67	18.50	36.89

Cuadro 5. Datos de campo, promedio de ninfas de mosca blanca *Bemisia tabaci* por hoja 7 días después de la primera aplicación

05 DE DICIEMBRE 2010					
Tratamientos	I	II	III	IV	Promedio
Testigo	47.30	39.10	34.10	25.80	36.58
Insect 1	18.00	25.70	25.20	18.50	21.85
Insect 2	20.10	22.80	10.80	26.30	20.00
Insect 3¹	12.44	15.40	31.20	12.60	17.91
Insect 3²	10.80	9.30	16.70	5.40	10.55
Insect 3³	13.80	8.50	8.70	2.50	8.38
Bio-Bea	15.20	18.80	35.80	13.75	20.89
Bio-Pae	42.40	21.70	26.56	15.40	26.51

Cuadro 6. Datos de campo, promedio de ninfas de mosca blanca *Bemisia tabaci* por hoja 7 días después de la segunda aplicación

12 DE DICIEMBRE 2010					
Tratamientos	I	II	III	IV	Promedio
Testigo	48.10	36.80	35.20	26.90	36.75
Insect 1	19.10	25.40	25.30	19.50	22.33
Insect 2	5.00	23.60	4.00	0.00	8.15
Insect 3¹	17.43	10.80	31.33	14.30	18.47
Insect 3²	12.60	7.22	20.89	9.63	12.58
Insect 3³	12.00	12.25	8.10	7.00	9.84
Bio-Bea	13.11	14.00	32.70	13.50	18.33
Bio-Pae	13.30	24.30	21.14	13.30	18.01

Cuadro 7. Datos de campo, promedio de ninfas de mosca blanca *Bemisia tabaci* por hoja 14 días después de la segunda aplicación

19 DE DICIEMBRE 2010					
Tratamientos	I	II	III	IV	Promedio
Testigo	39.70	39.00	34.10	31.30	36.03
Insect 1	24.70	30.60	27.60	24.50	26.85
Insect 2	4.00	19.00	1.75	0.00	6.19
Insect 3¹	23.13	14.33	41.00	14.50	23.24
Insect 3²	7.00	17.50	22.50	9.13	14.03
Insect 3³	17.00	13.71	12.50	7.00	12.55
Bio-Bea	18.50	12.20	57.25	19.67	26.90
Bio-Pae	58.90	28.78	30.29	19.56	34.38

Cuadro 8. Datos de campo, promedio de ninfas de mosca blanca *Bemisia tabaci* por hoja 21 días después de la segunda aplicación