

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

**DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA
AGRÍCOLA**

**CONTROL DE NINFAS DE MOSCA BLANCA Y
LARVAS DE MINADOR EN EL CULTIVO DE
TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill) CON
INSECTICIDAS APLICADOS AL FOLLAJE**

TESIS:

**QUE COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:**

MAESTRO EN CIENCIAS



PRESENTA:

VÁZQUEZ AGUILAR VICENTE

DIRECCIÓN GENERAL ACADÉMICA
VICERRECTORADO ESCOLARES
OFICINA DE EXÁMENES PROFESIONALES

**DICIEMBRE DE 2009
CHAPINGO, EDO. DE MÉXICO**

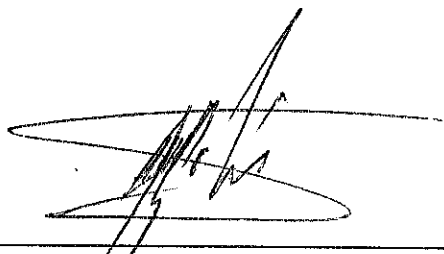


**CONTROL DE NINFAS DE MOSCA BLANCA Y LARVAS DE MINADOR EN
EL CULTIVO DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill) CON
INSECTICIDAS APLICADOS AL FOLLAJE**

Tesis realizada por **Vicente Vázquez Aguilar** bajo la dirección del Comité Asesor indicado, aprobado por el mismo y aceptado como requisito parcial para obtener el grado de:

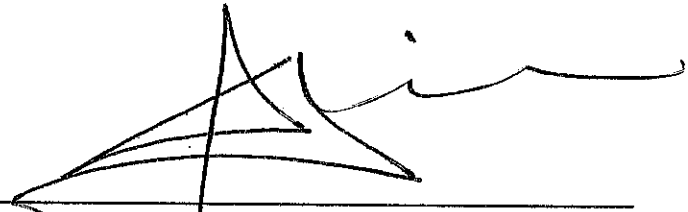
MAESTRO EN CIENCIAS EN PROTECCIÓN VEGETAL

DIRECTOR:



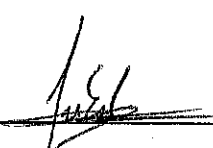
DR. JUAN FERNANDO SOLÍS AGUILAR

ASESOR:



DR. VÍCTOR MANUEL PINTO

ASESOR:



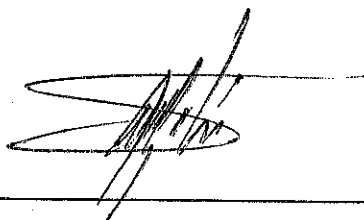
M.C. LUIS EMILIO CASTILLO MÁRQUEZ

Chapingo, Edo. de México. Diciembre del 2009.

**CONTROL DE NINFAS DE MOSCA BLANCA Y LARVAS DE MINADOR EN
EL CULTIVO DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill) CON
INSECTICIDAS APLICADOS AL FOLLAJE**

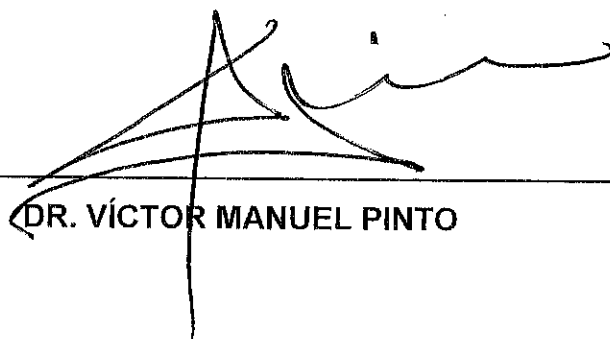
El jurado que revisó y aprobó el examen de grado de **Vicente Vázquez Aguilar** autor de la presente tesis de Maestría en Ciencias en Protección Vegetal estuvo constituido por:

PRESIDENTE:



DR. JUAN FERNANDO SOLÍS AGUILAR

ASESOR:



DR. VÍCTOR MANUEL PINTO

ASESOR:



M.C. LUIS EMILIO CASTILLO MÁRQUEZ

Chapingo, Edo. de México. Diciembre del 2009.

AGRADECIMIENTOS

A la **Universidad Autónoma Chapingo** y al **Programa de Maestría en Ciencias en Protección Vegetal del Departamento de Parasitología Agrícola** que me dieron la oportunidad de cursar mis estudios de Posgrado.

Al **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)** por el apoyo económico para realizar mis estudios de Maestría.

Al **Dr. Juan Fernando Solís Aguilar** por su valioso apoyo y facilidades para realizar este trabajo de investigación, por su enseñanza en el aula y confianza brindada.

Al **Dr. Victor Manuel Pinto** por sus acertadas correcciones para llevar a buen término el presente documento.

Al **M. C. Luis Emilio Castillo Márquez** por su apoyo en la fase de análisis estadístico y por las sugerencias para lograr este escrito.

A todos y cada uno de los maestros y personal administrativo que forman parte del programa de Maestría en Protección Vegetal que de una u otra manera contribuyeron a mi formación profesional.

A mis compañeros y amigos de la Maestría por su apoyo y amistad brindada en el transcurso de mi estancia en el posgrado.

DEDICATORIA

A mis padres:

Ofelia Aguilar Alfaro y Humberto Vázquez
Santiago, por su apoyo en todo momento,
por su ser la fuerza para mi superación y
por mantener la unión familiar.

A mis hermanos:

Por la unión que hasta ahora nos ha
mantenidos siempre fuertes, por sus
consejos en momentos difíciles y por que
estoy seguro que cuento con ustedes. Que
logren todas las metas que se han trazado.

Sinceramente: Vicente

DATOS BIOGRÁFICOS

El autor es originario de la Ciudad de Comitán de Domínguez, Chiapas. Realizó sus estudios de preparatoria en el Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios No. 108, de la Ciudad de Comitán de Domínguez, Estado de Chiapas, durante el periodo de 1994 – 1997, obteniendo la carta de pasante como Técnico Laboratorista Clínico. En el año de 1998 ingresó a la Universidad Autónoma Chapingo cursando el nivel propedéutico, iniciando sus estudios profesionales a nivel licenciatura en 1999, obteniendo el título como Ingeniero Agrónomo Especialista en Fitotecnia en el año 2004. En el aspecto laboral; ha prestado sus servicios a empresas del sector privado adquiriendo experiencia directamente con el sector productivo mediante el desarrollo y promoción de diversos productos dirigidos a la generación de mayor rendimiento y calidad de los cultivos. En el 2007, inició sus estudios de Maestría en el Departamento de Parasitología Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo, siendo parte, como alumno del Programa de Maestría en Ciencias en Protección Vegetal, finalizando en el 2009 con la presentación del este trabajo de investigación.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
ÍNDICE DE CUADROS.....	i
ÍNDICE DE FIGURAS	ii
ÍNDICE DE APÉNDICE.....	iv
RESUMEN	vi
SUMMARY.....	vi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	4
III. HIPOTESIS	4
IV. REVISIÓN DE LITERATURA	5
4.1 Importancia, producción y rendimiento del cultivo de tomate	5
4.2 Características ecológicas del tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill).....	11
4.2.1 Características botánicas	12
4.2.2 Temperatura	14
4.2.3 Luminosidad	15
4.2.4 Humedad	15
4.2.5 Suelo.	15
4.3 Plagas principales del tomate	16
4.3.1 Mosquita blanca: <i>Bemisia tabaci</i> Gennadius, <i>Bemisia argentifolii</i> Bellows & Perring, <i>Trialeurodes vaporariorum</i>	16
4.3.1.1 Importancia	16
4.3.1.2 Clasificación taxonómica	17
4.3.1.3 Hospederos	18
4.3.1.4 Distribución geográfica.....	18

4.3.1.5 Descripción	19
4.3.1.6 Biología	22
4.3.1.7 Daños	24
4.3.1.8 Umbral de acción	27
4.3.1.9 Manejo	28
4.3.2 Minador de la hoja: <i>Liriomyza sativae</i> Blanchard y <i>Liriomyza trifolii</i> Burgess	31
4.3.2.1 Importancia.....	31
4.3.2.2 Clasificación taxonómica.....	31
4.3.2.3 Hospederos de <i>Liriomyza sativae</i> Blanchard.....	32
4.3.2.4 Distribución geográfica de <i>Liriomyza sativae</i>	32
4.3.2.5 Hospederos de <i>L. trifolii</i>	33
4.3.2.6 Distribución geográfica de <i>L. trifolii</i>	33
4.3.2.7 Descripción.....	34
4.3.2.8 Biología y hábitos	36
4.3.2.9 Daños	38
4.3.2.10 Umbral de acción	39
4.3.2.11 Manejo	41
4.4 Control químico de insectos	43
4.4.1 Mezclas y sinergismo	45
4.4.2 Características de los organoclorados ciclodienos	46
4.4.3 Características de los insecticidas carbamatos	48
4.4.4 Características de los insecticidas piretroides	49
4.4.5 Características de las avermectinas	50
4.4.6 Características de los insecticidas neonicotinoides.....	51
4.4.7 Características de los insecticidas diamidas antranílicas (rynaxypyr)	54

V. MATERIALES Y MÉTODOS	57
5.1 Localización del experimento	57
5.2 Diseño del experimento	57
5.3 Aplicación de tratamientos	60
5.4 Parámetros de evaluación	61
5.5 Análisis de datos	62
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	63
6.1 Control de ninfas de mosca blanca (<i>Bemisia</i> spp).....	63
6.1.1 Evaluación previa	63
6.1.2 Primera evaluación	63
6.1.3 Segunda evaluación	66
6.1.4 Tercera evaluación	69
6.2 Control de larvas de minador (<i>Liriomyza</i> spp)	71
6.2.1 Evaluación previa	71
6.2.2 Primera evaluación	72
6.2.3 Segunda evaluación	75
6.2.3 Tercera evaluación	77
6.3 Promedio de las tres evaluaciones en el control de ninfas de mosca blanca (<i>Bemisia</i> spp) y larvas de minador (<i>Liriomyza</i> spp)	79
VII. CONCLUSIONES	81
VIII. LITERATURA CITADA	82
IX. APÉNDICE	93

ÍNDICE DE CUADROS

CONTENIDO	PÁGINA
Cuadro 1. Especies silvestres del género <i>Lycopersicon</i> (Philouze, 2002).	11
Cuadro 2. Temperaturas óptimas para el desarrollo del tomate (Chaux, 1972; en Maroto, 1987)..	14
Cuadro 3. Plan de muestreo y umbrales de acción para la mosca blanca en tomate (Webb <i>et al.</i> , 2002).....	28
Cuadro 4. Plan de muestreo y umbrales de acción para minador en tomate (Webb <i>et al.</i> , 2002).....	40
Cuadro 5. Clases de insecticidas comúnmente usadas para el control de mosca blanca (IRAC, 2005).....	45
Cuadro 6. Tratamientos evaluados para el control de ninfas de mosca blanca y larvas de minador en el cultivo de tomate.....	59
Cuadro 7. Comparación de medias de ninfas de mosca blanca presentes en un foliolo de cada hoja de la planta de tomate y su porcentaje de eficacia con base a la fórmula de Abbott (1925).....	64
Cuadro 8. Comparación de medias de larvas vivas de minador dentro de minas presentes en un foliolo de cada hoja de la planta de tomate y su porcentaje de eficacia con base a la fórmula de Abbott (1925).....	72
Cuadro 9. Comparación de medias de ninfas de mosca blanca y larvas vivas de minador dentro de minas presentes en un foliolo de cada hoja de la planta de tomate y su porcentaje de eficacia con base a la fórmula de Abbott (1925).....	79

ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	PÁGINA
Figura 1. Área cosechada de tomate en México (2001-2007). SIAP-SAGARPA	6
Figura 2. Superficie cosechada en los principales estados productores de tomate en el 2007. SIAP-SAGARPA	7
Figura 3. Producción de tomate en los principales estados productores durante 2007. SIAP-SAGARPA	8
Figura 4. Rendimiento promedio de tomate en los principales productores en el 2007. SIAP-SAGARPA	8
Figura 5. Precio medio rural por tonelada de tomate vendido en México. SIAP-SAGARPA	9
Figura 6. Precio medio rural de venta de tomate durante 2007, en los principales estados productores. SIAP-SAGARPA	10
Figura 7. Adulto y pupas con filamentos largos de <i>Bemisia</i> spp. University of California	20
Figura 8. Adultos y pupas con filamentos largos de <i>T. vaporariorum</i> . University of California	21
Figura 9. Planta de tomate infectada con <i>Tomato yellow leaf curl virus</i> . University of California	26
Figura 10. Adulto de minador de la hoja. <i>Liriomyza sativae</i> . University of California	35
Figura 11. Adulto de minador de la hoja. <i>Liriomyza trifolii</i> . University of California	35
Figura 12. Minas en hojas de tomate construidas por <i>Liriomyza sativae</i> . University of California.....	39
Figura 13. Localización del experimento en el municipio de Cuautla, Morelos, México	58

Figura 14. Distribución de los tratamientos en un diseño de bloques completos al azar para la evaluación de efectividad biológica de insecticidas para el control de ninfas de mosca blanca y larvas de minador en el cultivo de tomate	60
Figura 15. Efectividad biológica de los tratamientos en el control de ninfas de mosca blanca a los ocho días después de la primera aplicación (8DD 1A).....	65
Figura 16. Efectividad biológica de los tratamientos en el control de ninfas de mosca blanca a los ocho días después de la segunda aplicación (8DD 2A).....	68
Figura 17. Efectividad biológica de los tratamientos en el control de ninfas de mosca blanca a los ocho días después de la tercera aplicación (8DD 3A).....	70
Figura 18. Efectividad biológica de los tratamientos en el control de larvas vivas de minador dentro de minas a los ocho días después de la primera aplicación (8DD 1A).	73
Figura 19. Efectividad biológica de los tratamientos en el control de larvas vivas de minador dentro de minas a los ocho días después de la segunda aplicación (8DD 2A).....	75
Figura 20. Efectividad biológica de los tratamientos en el control de larvas vivas de minador dentro de minas a los ocho días después de la tercera aplicación (8DD 3A).	77
Figura 21. Efectividad biológica de los tratamientos en el control ninfas de mosca blanca y de larvas de minador dentro de minas durante el desarrollo de la investigación.....	80

ÍNDICE DEL APÉNDICE

CONTENIDO	PÁGINA
Apéndice 1. Características de los insecticidas usados en el ensayo y autorizados para el cultivo de jitomate	93
Apéndice 2. Condiciones climáticas presente durante el desarrollo del experimento (Abril-Mayo, 2008) en la zona de influencia de Cuautla, Morelos, México (Estación meteorológica, El Hospital, Cuautla, Morelos)	95
Apéndice 3. Análisis de Varianza del número de ninfas de mosca blanca (<i>Bemisia</i> spp) por foliolo en cada planta de tomate durante la primera evaluación.....	96
Apéndice 4. Análisis de Varianza del número de ninfas de mosca blanca (<i>Bemisia</i> spp) por foliolo en cada planta de tomate durante la segunda evaluación.....	96
Apéndice 5. Análisis de Varianza del número de ninfas de mosca blanca (<i>Bemisia</i> spp) por foliolo en cada planta de tomate durante la tercera evaluación.....	96
Apéndice 6. Análisis de Varianza del número promedio de larvas vivas de minador (<i>Liriomyza</i> spp) dentro de minas en un foliolo en cada planta de tomate durante la evaluación previa.....	97
Apéndice 7. Análisis de Varianza del número promedio de larvas vivas de minador (<i>Liriomyza</i> spp) dentro de minas en un foliolo en cada planta de tomate durante la primera evaluación.....	97
Apéndice 8. Análisis de Varianza del número promedio de larvas vivas de minador (<i>Liriomyza</i> spp) dentro de minas en un foliolo en cada planta de tomate durante la segunda evaluación.....	97

Apéndice 9. Análisis de Varianza del número promedio de larvas vivas de minador (<i>Liriomyza</i> spp) dentro de minas en un foliolo en cada planta de tomate durante la tercera evaluación.....	98
Apéndice 10. Análisis de Varianza del número promedio de ninfas de mosca blanca (<i>Bemisia</i> spp) en un foliolo en cada planta de tomate durante el desarrollo de la experimento.....	98
Apéndice 11. Análisis de Varianza del número promedio de larvas vivas de minador (<i>Liriomyza</i> spp) dentro de minas en un foliolo en cada planta de tomate durante el desarrollo del experimento.....	98

CONTROL DE NINFAS DE MOSCA BLANCA Y LARVAS DE MINADOR EN EL CULTIVO DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill) CON INSECTICIDAS APLICADOS AL FOLLAJE

CONTROL OF WHITE FLY NYMPHS AND LEAF MINERS LARVAE WITH FOLIAGE INSECTICIDES IN TOMATO (*Lycopersicon esculentum* Mill)

Vázquez, A. V¹.; Solís, A. J. F².

RESUMEN

Este trabajo se efectuó en el Municipio de Cuautla, Morelos, Méx., con el objetivo de evaluar la eficacia biológica de insecticidas en mezcla con Rynaxypyr para el control de mosca blanca y minador de la hoja en el tomate. Se realizaron tres aplicaciones con intervalos de ocho días, bajo el diseño de bloques completos al azar. Se cuantificó el número de ninfas de mosca blanca y larvas vivas dentro de las minas del envés de un foliolo de la hoja de tomate. Thiametoxam+Lambdacyhalotrina a dosis de 50 y 30 gr de i.a.ha⁻¹ tuvo una efectividad del 52% en control de ninfas a los ocho días de la aplicación y del 43% después de 24 días. Después de dos aplicaciones, Rynaxypyr + Acetamiprid a dosis de 2.3 y 5.0 gr de i.a.ha⁻¹, ejerció 71% de efectividad biológica sobre el control de ninfas a los 16 días. Por su parte, la aplicación de Rynaxypyr+Abamectina a dosis de 2.3 y 10.8 gr de i.a.ha⁻¹ a los 16 días, ejerció una efectividad biológica del 77% en el control de larvas de minador. A los 24 días, Rynaxypyr+Clothianidin a dosis de 2.3 y 100 gr de i.a.ha⁻¹ ejercieron una efectividad del 50% en el control de larvas de minador. Por sí solo, Rynaxypyr a dosis de 2.3 gr de i.a.ha⁻¹ tuvo 54% de efectividad en el control de minador a los 24 días de la evaluación.

Palabras clave: Rynaxypyr, Acetamiprid, Abamectina, Clothianidina. Morelos, México.

ABSTRACT

This work was carried out in Cuautla, Morelos, Mexico, with the objective of evaluating the biological efficacy of Rynaxypyr alone and mixed with other insecticides for controlling whiteflies and leafminers on tomato. There were three applications at intervals of eight days, under a randomized blocks design. It was quantified the whitefly nymphs and leaf miners alive on leaflet of the tomato leaf. Thiametoxam + Lambdacyhalotrina at dose of 50 and 30 g of A.I.ha⁻¹ had an effectiveness of 52% in whitefly nymphs control eight days after its application and 43% after 24 days. With two applications Rynaxypyr+ Acetamiprid (2.3 y 5.0 g of I.A.Ha⁻¹) reach up 71% of biological effectiveness 16 days after the first application. With Abamectin + Rynaxypyr (2.3 and 10.8 g of I.A.Ha⁻¹) had a 77% of effectiveness for leafminer larvae control. After 24 days, Rynaxypyr + Clothianidin (2.3 and 100 g of I.A.Ha⁻¹) reach a 50% of effectiveness for this pest. Rynaxypyr alone, 2.3 g of I.A.Ha⁻¹, had a 54% of effectiveness controlling leaf miners 24 days after its application.

Keywords: Rynaxypyr, Acetamiprid, Abamectin, Clothianidin. Morelos, México

¹ Autor de Tesis. Maestría en Protección Vegetal

² Asesor. Profesor-Investigador del Depto. de Parasitología Agrícola y Maestría en Protección Vegetal. UACh.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, en México, los insectos plaga constituyen una de las principales causas de pérdidas en el rendimiento y la calidad de las diferentes hortalizas cultivadas, como el tomate. Para cumplir con las normas de calidad exigidas por el mercado nacional y extranjero se genera la necesidad de hacer un uso creciente de plaguicidas (Huerta, 2007). A pesar de los avances en diversas áreas del conocimiento científico y métodos de combate de plagas, la dependencia del uso de plaguicidas para la protección de cultivo es incuestionable. Al aplicar un plaguicida en los cultivos, con frecuencia quedan residuos de éste en la cosecha, lo cual provoca una gran preocupación por los efectos negativos derivados del uso inadecuado de estos productos. La facultad de un plaguicida de persistir durante un cierto periodo puede ser conveniente y ha sido reconocida como importante para el combate de plagas (García, 2007).

El tomate constituye parte fundamental de la cocina y de los hábitos alimenticios del mexicano, el consumidor nacional lo adquiere generalmente en fresco para ser consumido crudo en ensaladas, comidas rápidas, salsas o acompañando diversos platillos, o cocido, para dar color y sabor (Manrrubio, *et al.*, 1995). Debido a su importancia en la cocina mexicana, su consumo per cápita es superior al de otros países. En 1992 el consumo per cápita de Estados Unidos fue de 7.6 y en Canadá de 2.8 kilogramos (Manrrubio, *et al.*, 1995) mientras que el consumo nacional se estimó en 13.0 kilogramos por habitante (ASERCA, 1998).

Este cultivo representa una de las fuentes de empleo del medio rural más importante en México, dado el carácter intensivo en el uso de mano de obra que lo caracteriza; como los jornaleros, productores que están al frente de la producción, trabajadores que laboran en empaques, en la industria procesadora de tomate y en general todo el personal dedicado a la prestación de servicios profesionales (Manrrubio, *et al.*, 1995).

El tomate se cultiva en la mayoría de los estados del territorio nacional, con un arraigo en el consumo familiar. Las áreas de siembra dedicada al cultivo de tomate abarcan superficies importantes en los diferentes estados productores de esta hortaliza. En el año 2007, el estado de Sinaloa fue el productor más importante en cuanto a superficie cosechada con 19,584 hectáreas, seguido de otros como Michoacán con 6,489 hectáreas. En el estado de Morelos se cosecharon alrededor de 2,591 hectáreas (SIAP-SAGARPA, 2007).

En la región de Cuautla, Morelos, la producción de tomate en campo abierto se ve fuertemente afectado por plagas como la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) y minador (*Liriomyza* sp). La mosca blanca provoca grandes pérdidas económicas, generando otros problemas fitosanitarios, tales como; la transmisión de enfermedades de tipo viral, además de la presencia de resistencia a algunos insecticidas (Price, 1987). Puede causar pérdidas del 100% en el cultivo cuando prolifera la transmisión del virus del enchinamiento del tomate (Gilbertson, 2008). Por su parte, Blanchard (1954), indica que muchos de los cultivos, destacando al tomate, crisantemos, apio, cebolla, chile y cucurbitáceas, sufren considerables daños debido al estrés foliar producido por los minadores de las hojas, específicamente de los géneros *Liriomyza* y *Agromyza*. *Liriomyza sativae* se ha reportado ocasionando daños económicos a al tomate en los Estados Unidos. Se ha documentado que *L. sativae* ha causado hasta un 30% de defoliación en una superficie de 80 hectáreas de jitomate en Estados Unidos (Spencer, 1982). *Liriomyza sativae* tiene el potencial de convertirse en una plaga de importancia en una amplia variedad de cultivos ornamentales y hortalizas en condiciones de invernadero y en campo abierto, se encuentra registrada como una plaga A1 para los países integrantes de la European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO) (OEPP/EPPO, 2008). *L. trifolii* apareció en California, Estados Unidos a finales de 1970 y principios de 1980, la cual es resistente a una amplia gama de

insecticidas y ha sido el minador de hoja mas común desde 1990 (Zalom *et al.*, 2008).

Actualmente existe en los mercados nacional e internacional una gran variedad de insecticidas que presentan variación con respecto a su composición química y modo de acción, esto permite que se pueda seleccionar el producto mas adecuado, de acuerdo con características técnicas; como la efectividad biológica, sobre los insectos plaga y efecto sobre la fauna benéfica. El conocimiento del tiempo de persistencia de los insecticidas en las plantas, resulta muy importante para evitar la residualidad prolongada y conocer la efectividad del insecticida. Por lo anterior, considerando la importancia que tienen estas dos plagas en tomate a campo abierto y con la finalidad de evaluar la eficacia de nuevos ingredientes activos contra estas plagas se plantearon los objetivos siguientes:

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Importancia, producción y rendimiento del cultivo de tomate.

El tomate constituye parte fundamental de la cocina y de los hábitos alimenticios del mexicano, el consumidor nacional lo adquiere generalmente en fresco para ser consumido crudo en ensaladas, comidas rápidas, salsas o acompañando diversos platillos, o cocido, para dar color y sabor. Pocos pueblos hacen uso tan frecuente y diverso de esta hortaliza, que además ha sido uno de los principales productos agrícolas de exportación (Manrrubio, *et al.*, 1995).

Debido a su importancia en la cocina mexicana, su consumo per cápita es superior al de otros países. En 1990 el consumo per cápita nacional se estimó en 17.7 kilogramos por habitante, mientras en Estados Unidos fue de 7.6 y en Canadá de 2.8. Sin embargo, el consumo per cápita nacional se comporta declinante desde 1988, año en el cual comenzó su punto máximo, 18.7, para descender (Manrrubio, *et al.*, 1995), hasta aproximadamente 13.0 kilogramos (ASERCA, 1998). El consumo per-cápita se ve afectado por el comportamiento de ingreso de los consumidores, el precio del producto en Estados Unidos, la oferta estacional y los precios en el mercado nacional, entre otros factores.

En términos de volumen y valor, el tomate y sus derivados son el principal producto hortícola de exportación y el sostén principal de la estructura productiva y comercial de este sector.

Aunado a la importancia estrictamente económica del tomate, este cultivo representa una de las fuentes de empleo del medio rural más importante en México, dado el carácter intensivo en el uso de mano de obra que lo caracteriza; como los jornaleros, productores que están al frente de la producción, trabajadores que laboran en empaques, en la industria procesadora

de tomate y en general todo el personal dedicado a la prestación de servicios profesionales (Manrubio, *et al.*, 1995).

La comercialización de productos agrícolas y su difusión han hecho que el tomate forme parte (a través del tiempo) de la dieta de diversas culturas en el mundo, lo anterior origina que actualmente ocupe el segundo lugar dentro del consumo mundial de hortalizas. En México y el mundo se consume de manera preferente en fresco, además de ser utilizado para elaborar pastas, salsas, purés, jugos, etc. Esta situación conlleva a exigencias de calidad del tomate para la venta en fresco (ASERCA, 1998).

El tomate se cultiva en la mayoría de los estados del territorio nacional, con un arraigo en el consumo familiar. Sin embargo, en los últimos años, las superficies cosechadas de tomate mostradas en la Figura 1 indican una tendencia a la baja. Fluctuando a lo largo de siete años, en el 2001, se cosecharon 74,450 hectáreas. En el año 2004 y 2005, se cosecharon alrededor de 71,000 hectáreas y recientemente en el 2007, se redujo hasta las 64,000 hectáreas.

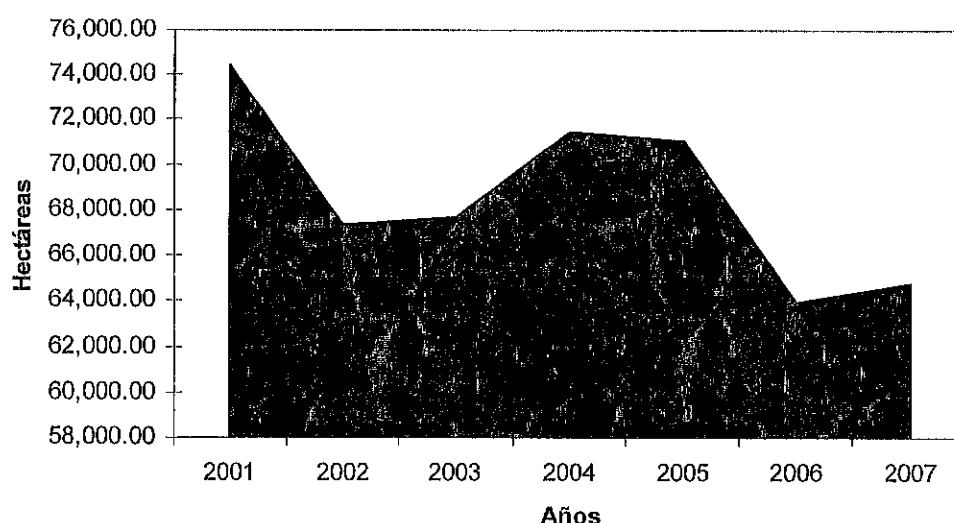


Figura 1. Área cosechada de tomate en México (2001-2007). SIAP-SAGARPA¹

¹ <http://www.siap.sagarpa.gob.mx>

Las áreas de siembra dedicadas al cultivo de tomate abarcan superficies importantes en los diferentes estados productores de esta hortaliza. En la Figura 2, se muestra que durante los años 2007 el estado de Sinaloa fue el productor más importante en cuanto a superficie cosechada con 19,584 hectáreas, seguido de otros como Michoacán con 6,489 hectáreas. En el estado de Morelos se cosecharon alrededor de 2,591 hectáreas.

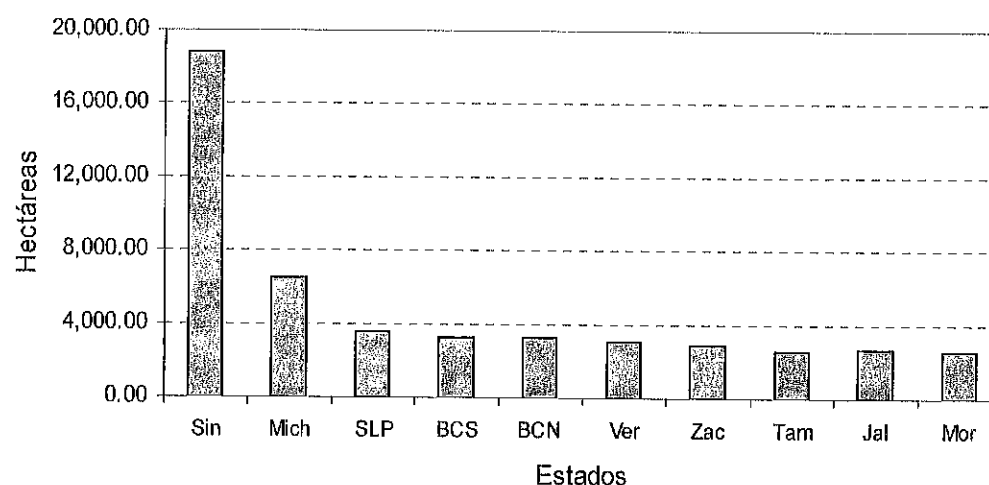


Figura 2. Superficie cosechada en los principales estados productores de tomate en el 2007.
SIAP-SAGARPA¹

La producción nacional durante el 2001 al 2007 en promedio fue de 2,198,682 toneladas, fluctuando de 1,989,979 en el año 2002 y 2,425,402 toneladas de tomate en el año 2007 (SIAP-SAGARPA, 2008). De acuerdo al aporte nacional, los estados de mayor importancia son; Sinaloa, Michoacán, San Luis Potosí, Baja California, Veracruz, Zacatecas, Tamaulipas, Jalisco y Morelos (Figura 3). La producción obtenida concuerda con la superficie cosechada en el mismo periodo.

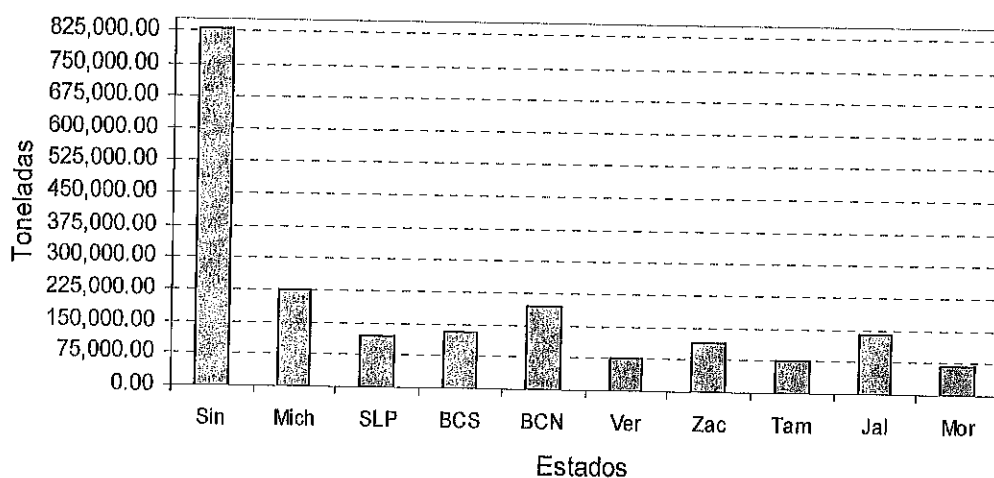


Figura 3. Producción de tomate en los principales estados productores durante 2007. SIAP-SAGARPA¹

En la relación entre la superficie sembrada y la producción se encuentra los principales factores de competitividad en el cultivo de tomate. Los rendimientos obtenidos por hectárea se han elevado en el transcurso del tiempo, como resultado de mejores técnicas de cultivo; sistemas de riego, nutrición, variedades mejoradas y manejo de la fitosanidad del cultivo. Esto ha permitido rendimientos con producto de mejor calidad. Durante el periodo 2001 al 2007, el rendimiento por hectárea en México se incrementó pasando de 28.88 a 37.44 t.ha⁻¹.

La intensificación de las técnicas de producción se ve reflejada en la producción del estado de Baja California, donde en el año 2007 se obtuvo un promedio de 59.19 t.ha⁻¹ (Figura 4), seguida de Jalisco con un promedio 53.02 toneladas, en tercer lugar se encuentra Sinaloa con 43.94 toneladas. Dentro de los principales estados productores a nivel nacional, los que presentan menor rendimiento son Veracruz y Morelos con 24.14 y 25.74 t.ha⁻¹ respectivamente.

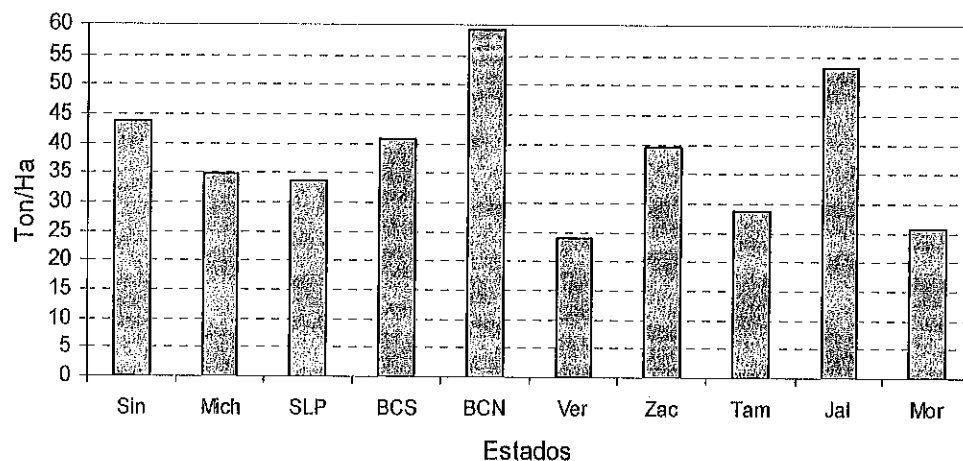


Figura 4. Rendimiento promedio de tomate en los principales productores en el 2007. SIAP-SAGARPA¹

Los precios medios rurales reportados por el SIAP indica que en un periodo de siete años se han incrementado (Figura 5). En el año 2001, se reportó un precio medio rural de \$ 3,047 tonelada, en el 2004 se incrementó a \$ 32.37 con una baja en su precio en el siguiente año, en el 2007 se mantuvo en un promedio de \$ 37.44 por tonelada.

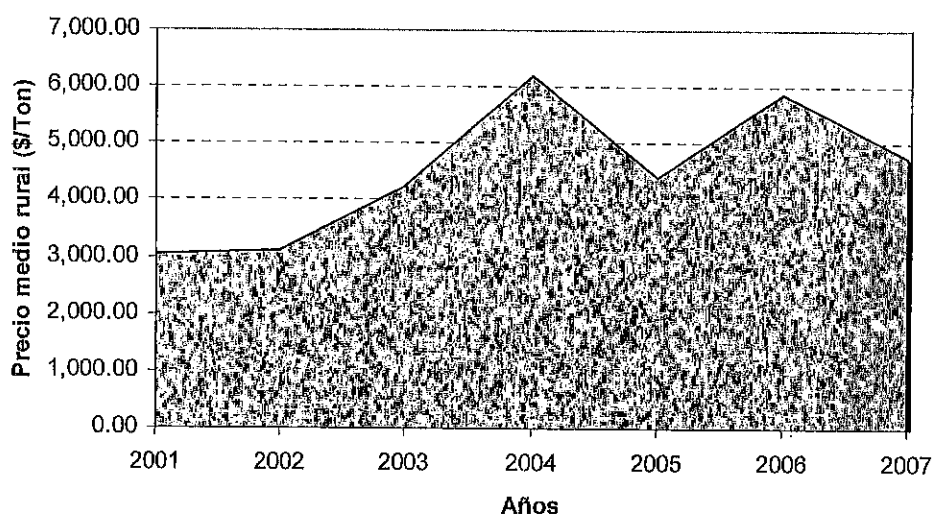


Figura 5. Precio medio rural por tonelada de tomate vendido en México. SIAP-SAGARPA¹

En el año 2007 se presentaron fluctuaciones en el precio medio rural de los principales estados productores de jitomate. En Baja California Sur y Morelos se obtuvo un precio de \$ 6,382 y \$6,569 por tonelada, lo anterior puede compensar la productividad requerida considerando los bajos rendimientos que se obtienen en el estado de Morelos (Figura 6). Por su parte Sinaloa, Michoacán y Veracruz se mantuvieron en \$3,782, \$3,092 y \$3,052 por tonelada, siendo los de menor productividad durante el año.

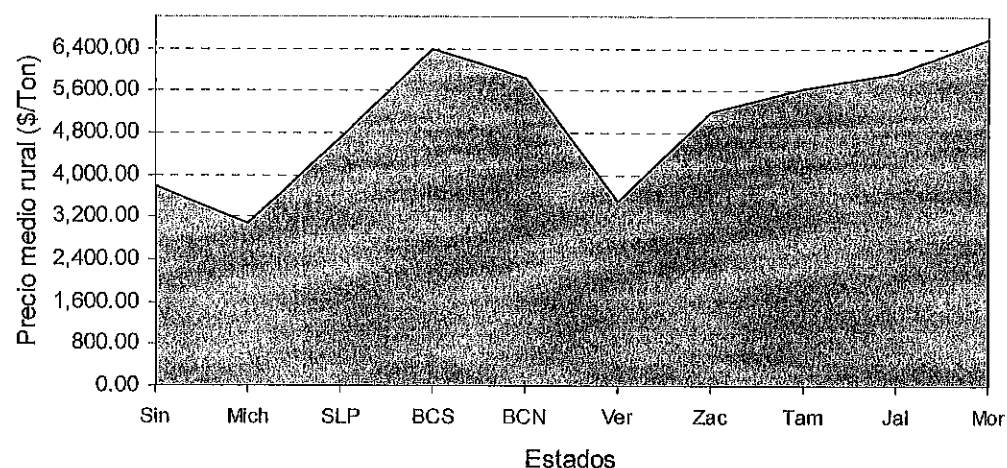


Figura 6. Precio medio rural de venta de tomate durante 2007, en los principales estados productores. SIAP-SAGARPA¹

4.2 Características ecológicas del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.)

La planta de tomate pertenece a la familia Solanáceae. Es una planta cultivada como anual, pero cuya duración vegetativa en condiciones climáticas favorables puede prolongarse varios años (Maroto, 1983).

El origen del género *Lycopersicon*, que no comprende más que nueve especies (Cuadro 1), se encuentra al noroeste de América del Sur, al sur de Colombia y al norte de Chile y desde el litoral del Pacífico, incluyendo a las Islas Galápagos a la Cordillera de los Andes. Las especies silvestres de *Lycopersicon* se encuentran en su zona de origen, con excepción de *L. esculentum* var. *cerasiforme*, antecesor del tomate, que ha emigrado hacia el norte y ha sido domesticada en México (Philouze, 2002). Mediante mutaciones se logró obtener tomates comerciales a partir de *cerasiforme* (León, 1987).

Cuadro 1. Especies silvestres del género *Lycopersicon* (Philouze, 2002).

Especie	Color del fruto maduro	Compatibilidad	Forma de reproducción
<i>L. esculentum</i> var. <i>cerasiforme</i>	rojo	Autofértil	Autógama
<i>L. pinpinellifolium</i>	rojo	Autofértil	Autógama
<i>L. cheesmanii</i>	naranja	Autofértil	Autógama
<i>L. hirsutum</i>	verde	Autofértil y Autoincompatible	Alógama
<i>L. parviflorum</i>	verde	Autofértil	Autógama
<i>L. peruvianum</i>	verde	Autoincompatible	Alógama
<i>L. chilense</i>	verde	Autoincompatible	Alógama
<i>L. pennelli</i>	verde	Autoincompatible	Alógama

Según Philouze (2002) las especies *L. hirsutum* y *L. cheesmanii* pueden presentar resistencia al ataque de minador (*Liriomyza* spp.), con genes del tipo oligogénico, la cual tiene un nivel de expresión parcial.

En México se cultivaba desde antes de la conquista, era un producto de importancia secundaria. La introducción a América tropical de los cultivares

mejorados en Estados Unidos y Europa, en particular de los tipos híbrido, ha ido eliminando los cultivares nativos de calidad inferior (León, 1987).

4.2.1 Características botánicas

Raíz: Su sistema radical consiste en una raíz principal que puede alcanzar hasta 50-60 centímetros (Maroto, 1983), de la que salen raíces laterales y fibrosas, abarcando un radio de hasta 1.5 m. Cuando se realiza transplante, la raíz principal se destruye, formándose un conjunto de raíces fibrosas (León, 1987). Pueden formarse raíces adventicias en la base del tallo (Maroto, 1983).

Tallo: Es herbáceo y triangular en plantas jóvenes y lignificadas, además de circulares en plantas viejas. Esta formando de una zona de colénquima que funciona como sostén del tallo. Sigue la región cortical formado por el parénquima y finalmente el cilindro vascular se compone, de afuera hacia adentro, de floema, en bandas aisladas unidas por conexiones delgadas y xilema que forma un tejido continuo. La médula, ocupa gran parte del tallo (León, 1987). El desarrollo del tallo es variable en función de su hábito de crecimiento, las variedades de tomate pueden ser; determinadas e indeterminadas. Las variedades de hábito determinado, son de tipo arbustivo, de porte bajo, compactas y su producción de fruto se concentra en un periodo relativamente corto. Las plantas crecen, florecen y fructifican en etapas bien definidas; poseen inflorescencias apicales. Las variedades de hábito indeterminado tienen inflorescencias laterales y su crecimiento vegetativo es continuo (Maroto, 1983), ya que en su ápice posee una yema vegetativa (León, 1987). La floración, fructificación y cosecha se extienden por periodos largos. Las plantas necesitan tutores para que conduzcan su desarrollo (CATIE, 1990).

Hoja: La hojas se encuentran distribuidas en el tallo de manera alternada, compuestas e imparipinadas (Maroto, 1987). La lámina foliar esta dividida en dos a 12 pares de foliolos lobulados o dentados de diferente tamaño;

frecuentemente se localizan entre dos pares de folíolos grandes hay de uno a tres pares más pequeños, con abundante pubescencia. Debajo de la epidermis superior hay una capa de células en empalizada, seguida de numerosos estratos de parénquima, con abundantes espacios aéreos (León, 1987).

Inflorescencia: Se produce en forma de racimos simples o ramificados, siendo lo normal que en cada inflorescencia pueda haber entre 3 y 10 flores (Maroto, 1987). Las flores se abren sucesivamente, de modo que en la misma inflorescencia puede haber tanto flores como frutos en diferentes etapas de desarrollo. Las flores poseen un pedúnculo corto y curvo hacia abajo. El pedúnculo tiene al centro un engrosamiento que corresponde a la zona de abscisión. El cáliz verde y persistente se forma de un disco y conforma de cinco a 10 sépalos agudos, verdes, pubescentes en su lado externo. La corola es amarilla verdosa, tiene cinco o más pétalos, seis por lo común en los cultivares comerciales, formando un tubo corto en su base, con su ápice doblado hacia fuera. Posee de cinco a 10 estambres en cada flor, con las anteras verticales y unidas, de unos cinco milímetros de largo. El pistilo constituye el ovario de varias celdas y un estilo largo que termina en estigma achatado (León, 1987).

Polinización: Las flores de un racimo (cima) no se abren todas de manera simultánea. La antesis ocurre comúnmente por las mañanas y 24 horas después ocurre la salida del polen, apareciendo en el lado interno de las anteras y por su posición pendiente de la flor, cae directamente sobre la superficie de los estigmas, ocurriendo la autopolinización en tomates cultivados. La polinización cruzada por el viento e insecto corresponde al 5% (León, 1987).

Fruto: Es una fruta climatérica en la que la maduración se acompaña por un incremento en la respiración como en la producción de etileno (Madhavi y Salunkhe, 2004). Es una baya. De forma oblonga y elipsoidales. La epidermis es una capa de células de paredes externas engrosadas por la cutícula. Debajo hay tres o cuatro estratos de colénquima que junto con la epidermis forman una

capa fina y resistente, en esta capa se encuentran los pigmentos rojos. El resto del fruto se forma de parénquima cargados de pigmentos rojos y amarillos que aparecen como cristales suspendidos en el líquido que rellenan las células. Las paredes de los lóculos son también de parénquima. Los tejidos de la placenta, en la cual se encuentran las semillas, contienen muchos haces, lo que le da el color mas claro. La capa de células que rodean las semillas se disuelven en la madurez, formando una masa gelatinosa rica en granos de almidón. Las semillas son planas y ovaladas, miden de dos a cinco milímetros de largo y están cubiertas de pelos finos. El embrión ocupa la mayor parte de la semilla (León, 1987). Las semillas no presentan latencia. La germinación de las semillas es epigea (Philouze, 2002).

4.2.2 Temperatura

Para la germinación, con buenas condiciones (25° C), se alcanza el estadio de cotiledones extendidos en 12 días aproximadamente (Philouze, 2002). El mayor desarrollo vegetativo en el tomate se consigue con temperaturas diurnas de 23° C y temperaturas nocturnas de 17° C (Maroto, 1987). Presenta una temperatura base de 10° C (Maroto, 2000). Las condiciones óptimas para que ocurra fecundación y amarre de fruto pueden variar de entre 14 y 17° C durante la noche y de 23 a 25° C durante el día. Para el desarrollo del fruto necesita requiere temperaturas óptimas de entre 15 y 20°C (Went, 1945; citado por Madhavi y Salunkhe, 2004). Con un máximo de 30 a 35°C y un mínimo de 10 a 13°C (Maroto, 1987). Cada etapa fenológica requiere grados diferentes de temperatura (Cuadro 2).

Cuadro 2. Temperaturas óptimas para el desarrollo del tomate (Chaux, 1972; en Maroto, 1987).

Etapas	Temperatura diurna (°C)	Temperatura nocturna (°C)
Germinación	18-20	-
Crecimiento	18-20	15
Floración	22-25	13-17
Fructificación	25	18

4.2.3 Luminosidad

Maroto (1987), hace referencia sobre investigaciones de diferentes autores, como; Went (1957) quien constató que aunque el tomate es una planta indiferente al fotoperiodo para la floración, la longitud del día tiene importancia para el crecimiento vegetativo. También se cita a Folquer (1976), indicó que la saturación luminosa del tomate se alcanza con valores relativamente bajos, del orden del 1,000 bujías, y, que a medida que la iluminación se reduce, la temperatura óptima de crecimiento disminuye. Según Veschambre y Luang (1979) una intensidad luminosa reducida hace descender el porcentaje de polen germinado, disminuyendo la germinación del tubo polínico.

4.2.4 Humedad.

Una humedad del 50% se considera muy seca y puede repercutir negativamente en la retención estigmática del polen. Mientras que una humedad del 85 al 95 % puede intervenir en la dehiscencia de las anteras y a la polinización, aún cuando se trate de polen fértil. La humedad relativa óptima es del 70% (Maroto, 1987).

4.2.5 Suelo.

El tomate puede ser cultivado en una amplia variedad de suelos que varían desde arenosos o franco-arenosos de textura ligera. Crece mejor y tiene rendimientos más altos cuando se cultiva en suelos franco-arenosos (Madhavi y Salunkhe, 2004). En términos generales, la mayor parte de las hortalizas se desarrollan mejor para valores del pH ligeramente ácido. El tomate se desarrolla mejor entre 5.5 y 7.5 y es moderadamente tolerante a la acidez. Presenta un umbral de salinidad máxima en el extracto de saturación del suelo sin pérdidas productivas de 2.5 CE dS/m, llegando a haber una pérdida del 13% en el rendimiento por cada dS/m que haya sobre el umbral (Maroto, 2000).

4.3 Plagas principales del tomate

4.3.1 Mosca blanca: *Bemisia tabaci* Gennadius, *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring, *Trialeurodes vaporariorum*.

4.3.1.1 Importancia

Actualmente se encuentran reportadas aproximadamente 1200 especies de mosca blanca (Martínez, 1998), incluidas en 126 géneros. En México sólo son reconocidos como especies de importancia económica *Bemisia tabaci*, *Trialeurodes vaporariorum* y más recientemente *B. argentifolii* (Ortega, 2007). El género *Bemisia* contiene 37 especies y se cree que procedieron de Asia (Montículo y Burban, 1994; citado por OEPP/EPPO, 2004). La mosca blanca provoca grandes pérdidas económicas, ocasionado por la transmisión de enfermedades de tipo viral, además de la presencia de resistencia a algunos insecticidas. A mediados de la década de los ochenta, grandes poblaciones de una nueva raza de mosca blanca, conocida como raza de las "Poinsettias" o Biotipo "B", actualmente identificada como *Bemisia argentifolii* devastaron cultivos de melón, brócoli, col y coliflor en el Valle Imperial de USA (Price, 1987 y Solís, 2007). Esta nueva especie después de introducirse a México en 1991 ha causado pérdidas significativas en diferentes cultivos no solamente en Mexicali, Baja California, sino en diferentes localidades de México, donde se ha venido presentando esta plaga (Solís, 2007) y en este mismo año, causó pérdidas cercanas a medio billón de dólares en el sur de Estados Unidos (Perring, 1993). Por su parte Gilbertson (2008), menciona que puede causar pérdidas del 100 % en el cultivo cuando prolifera la transmisión del virus del enchinamiento del tomate.

Bemisia argentifolii prácticamente tiende a desplazar a *B. tabaci* por poseer entre otras, las características siguientes:

- a) Produce más huevecillos por hembra en menor tiempo que *B. tabaci* (Solís, 2007 y Barinaga, 1993).
- b) El rango de hospederas es más amplio que el de *B. tabaci*, es decir; se presenta en otros cultivos u hospederas en los cuales no se presenta *B. tabaci*. *B. argentifolii* ataca frutales, pastos y ornamentales.
- c) *B. argentifolii* extrae 4 o 5 veces más cantidad de savia que la que consume *B. tabaci*, excretando mayores cantidades de mielecilla.
- d) Aparte de ser vector de Geminivirus, causa ciertos desordenes fisiológicos como: la hoja plateada de la calabaza, estriado blanco de los tallos del brócoli y la maduración irregular del tomate.
- e) *B. argentifolii* es capaz de moverse continuamente sobre los cultivos (mayor desplazamiento).
- f) Sobrevive alimentándose de plantas urbanas, como los rosales, nochebuena, obeliscos y otras ornamentales. También en algunas malezas como malva, quelite y trébol.

4.3.1.2 Clasificación taxonómica

Según la OEPP/EPPO (2004) y Bautista (2006), puede clasificarse de la forma siguiente:

Clase: Insecta
 Orden: Hemíptera
 Familia: Aleyrodidae
 Género: *Bemisia*
 Especie: *Bemisia tabaci* Gennadius, *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring

Sinónimos:

Mound y Halsey (1978) y OEPP/EPPO (2004), reportaron que el género *Bemisia* contiene 37 especies reconocidas, de las cuales *B. tabaci* (Gennadius)

es la especie a la cual se le han atribuido 22 sinónimos; *Bemisia tabaci* Gennadius = *Aleyrodes tabaci* Gennadius = *Aleyrodes inconspicua* Quaintance = *Bemisia emiliae* Corbett = *Bemisia costalima* Bondar = *Bemisia signata* Bondar = *Bemisia bahiana* Bondar = *Bemisia gossypiperda* Mistra & Lamba = *Bemisia acyranthes* Singh = *Bemisia hibisci* Takahaschi = *Bemisia longispina* Priesner & Hosny = *Bemisia goldini* Corbett = *Bemisia nigeriensis* Corbett = *Bemisia rhodesiaensis* Corbett = *Bemisia manihotis* Frappa = *Bemisia vassyierei* Frappa = *Bemisia lonicerae* Takahashi = *Bemisia minima* Danzing = *Bemisia minuscula* Danzing.

4.3.1.3 Hospederos

La mosca blanca es una plaga polífaga, encontrada en áreas tropicales comprendidas entre los paralelos 30. En el trópico ocupa el nicho ecológico que correspondería a los áfidos en las áreas templadas del mundo (Ortega, 1992). Se reporta que ataca mas de 500 plantas hospederas a nivel mundial, entre ellas numerosas malezas. *Bemisia* spp. se ha convertido en una gran amenaza para la producción de cultivos hortícolas; cucurbitáceas, solanáceas, oleaginosos, frutales y ornamentales (Bautista, 2006 y Solís, 2007). Hasta hace poco *B. tabaci* era la principal plaga de cultivos en zonas tropicales y subtropicales, tales como; yuca (*Manihot esculenta*), algodón (*Gossypium* sp.), tabaco (*Nicotiana* sp.), tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Con la aparición de *Bemisia argentifolii* (*Bemisia tabaci*, biotipo "B") se han convertido en plagas severas de *Capsicum annum*, *Cucurbita pepo*, *Cucumis sativus*, *Lactuca sativa*, *Euphorbia pulcherrima*, *Lycopersicon esculentum* (OEPP/EPPO, 2004).

4.3.1.4 Distribución geográfica

Se encuentra presente en la región EPPO y en los continentes de; Asia, África, Norte América, América Central y el Caribe, América del Sur y Oceanía (OEPP/EPPO, 2004).

B. tabaci, es una plaga muy extendida del algodón, tabaco, frijol y tomate irrigado en Centroamérica (Saunders, *et al.*, 1999). En México, *Bemisia argentifolii* se encuentra prácticamente en todo país, causando mayor impacto en los estados del noroeste del territorio. Las mayores infestaciones se presentan en los estados de Baja California, Baja California Sur, Sonora y Sinaloa; y desde 1995 se registra provocando daños en los estados de Coahuila, Chihuahua, Nuevo León, Tamaulipas, Durango, Colima, Jalisco, Distrito Federal, Oaxaca y Chiapas (Alonso, 1998; citado por Cepeda y Gallegos, 2008). En Estados Unidos, actualmente la mosca blanca de la hoja plateada (*B. argentifolii*) sólo es problema en tomates cultivados en el sur de California y áreas de del Valle de San Joaquín (Zalom *et al.*, 2008a).

4.3.1.5 Descripción

El adulto de *Bemisia* sp sostiene sus alas inclinadas verticalmente, en forma de tejado, encima del cuerpo, sus alas están dispuestas hacia atrás con un pequeño espacio que los separa (Figura 7) y el adulto de *T. vaporariorum* presenta similitud en apariencia con *Bemisia* sp, la cual sostiene sus alas hacia atrás (Figura 8), sin embargo estas son mas anchas y no presentan espacio alguno entre ellas (Zalom *et al.*, 2008a). Los adultos son de color amarillento con alas que presentan una cubierta cerosa blanquecina, ojos rojo oscuro, miden aproximadamente dos milímetros de longitud (Saunders, *et al.*, 1999 y Bautista *et al.*, 2008). Los adultos de *B. argentifolii* miden entre 1 y 1.5 mm de longitud (Martínez, 1998 y Zalom *et al.*, 2008a).

Bautista *et al.*, (2008), menciona que los huevecillos son de forma elíptica, individuales en forma aislada. Estos tienen pedicelo corto de 300 micras aproximadamente cuando están recién ovipositados son verde pálido, miden en promedio de 0.089 a 0.186 mm y presentan el corión completamente liso y brillante (Ortega, 1992), después adquieren una coloración castaño oscuro o

color café cuando están próximo a eclosionar (Ortega, 1992 y Bautista *et al.*, 2008).

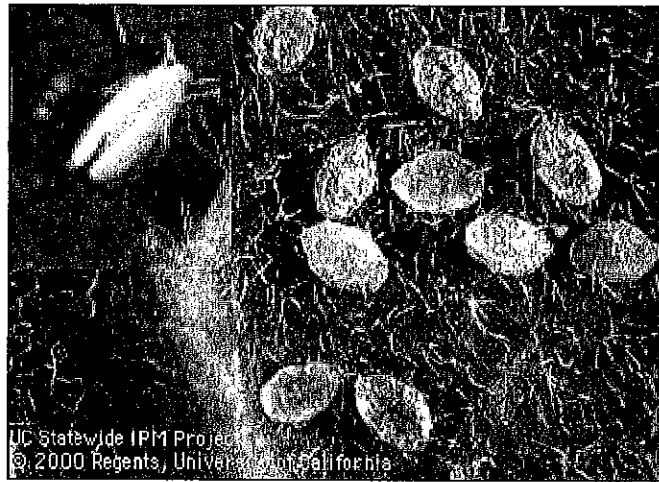


Figura 7. Adulto y pupa de *Bemisia* spp. University of California

La ninfa recién emergida es de forma oval, aplanada, semitransparente y de color verde pálido (Bautista, 2006). Se encuentra en el envés de las hojas, dando la apariencia de una pequeña escama. Se encuentra rodeado por un anillo angosto de cera blanca. Las ninfas pasan por cuatro instares, el último recibe el nombre de “pupa”. El primer instar mide 0.308 mm de largo y 0.155 mm de ancho; el segundo instar de 0.486 mm de largo y 0.307 mm de ancho; el tercer instar de 0.696 mm de largo y 0.458 mm de ancho; el cuarto instar o pupa de 0.805 mm de largo y 0.302 mm de ancho (Ortega, 1992). Según Bellows *et al.*, (1994) citado por Mejía *et al.*, (2007), indica que la ninfa número cuatro mide de 710 a 790 μm de largo x 480 a 570 μm de ancho, en hembras y los machos miden de 580 a 640 μm x 380 a 430 μm .

Existen diferencias entre ninfas de *Bemisia* spp y *Trialeurodes vaporariorum*. Las pupas de *T. vaporariorum* presenta filamentos largos (Figura 8). Por su parte, las pupas de *Bemisia tabaci* y *B. argentifolii* presentan filamentos cortos o aparentemente ausentes (Figura 7) (Zalom *et al.*, 2008a). Las diferencias biológicas entre *B. tabaci* y *B. argentifolii* permitieron la separación de las

poblaciones a través de técnicas modernas tales como la electroforesis (Perring *et al.*, 1992; citado por Mejía *et al.*, 2007).

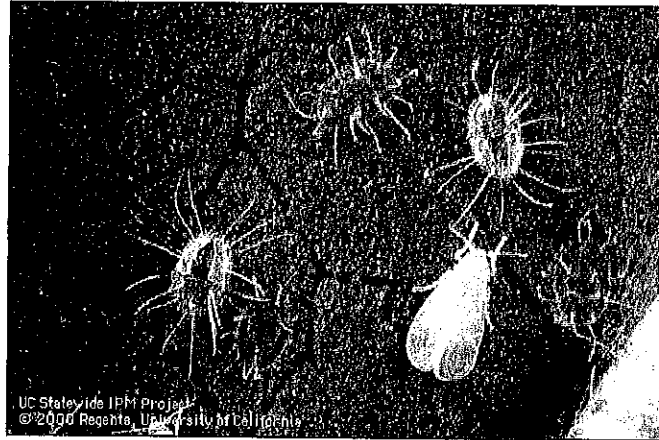


Figura 8. Adultos y pupas con filamentos largos de *T. vaporariorum*. University of California

Bemisia argentifolii se diferencia de *B. tabaci* en su cuarto instar ninfal, también llamado "pupas", particularmente por la ausencia de la cuarta cerda anterior submarginal, conocida como ASMS₄ (Pacheco, 1998). El cuarto instar ninfal o pupa de *B. argentifolii* Bellows y Perring, se caracteriza por que es parcialmente incoloro y las ornamentaciones de cera no son evidentes. La forma del cuerpo es semioval y su margen tiende a ser liso, puede presentar invaginación por la presencia de tricomas de la hoja del hospedero (Bellows *et al.*, 1994; citado por Mejía *et al.*, 2007). La forma general de la pupa de *B. tabaci*; es muy similar a la de *B. argentifolii*; se diferencia en su tamaño, la pupa de *B. tabaci* es mas grande con 860 µm de largo x 360 µm de ancho, en promedio (Hill, 1969 y Bethke *et al.*, 1991; citado por Mejía *et al.*, 2007). Una de las principales diferencias morfológicas entre *B. tabaci* y *B. argentifolii* y que puede verse en especímenes vivos con la ayuda de un microscopio, son una proyecciones cerosas que surgen de la parte distal de los pliegues traqueales del tórax y posteriores; en *B. argentifolii* tales proyecciones están formadas por filamentos cortos y poco densos; la longitud del margen corporal cubierta por estas proyecciones es menor que en *B. tabaci* (Mejía, *et al.*, 2007).

4.3.1.6 Biología

Todas las especies de mosca blanca presentan tres estados diferenciados: huevecillo, ninfa y adultos, localizados principalmente en el envés de las hojas (Bautista *et al.*, 2008). Los adultos vuelan en el momento que han sido perturbadas las plantas (Zalom *et al.*, 2008a).

Huevecillo. Es ovipositado en el envés de las hojas superiores (Zalom *et al.*, 2008a y Bautista *et al.*, 2008). El huevecillo contiene un pedicelo que le sirve para que sean insertados en la hoja. El contacto directo del huevecillo con las hojas le permite sobrevivir a la deshidratación y probablemente le proporciona nutrimentos durante su desarrollo (Martínez, 1998). Es común que se presenten altas poblaciones, debido a su ciclo corto y a la habilidad de la hembra en ovipositar hasta 300 huevecillos, de los cuales 2/3 partes serán hembras, es decir; se generan 200 hembras adultas listas para ovipositar. A la segunda generación habrán 400 mil hembras, en la tercera generación serán 8 millones de hembras, generadas solamente de una mosca adulta hembra (Solís, 2007). Los huevecillos se disponen de forma aislada, ocasionalmente están cubiertos por una secreción cerosa blanca (Bautista *et al.*, 2006). El tiempo de incubación del huevecillo depende de la temperatura; a 20° C tarda 11.5 días, en cambio si la temperatura es de 30° C, la incubación tardará 5.4 días (Butler, 1982; citado por Ortega, 1992). Otros autores indican que los huevecillos eclosionan en cinco días (Saunders, *et al.*, 1999). A temperaturas superiores a los 36° C no hay eclosión (Butler *et al.*, 1983; citado por Martínez, 1998).

Ninfa. La ninfa presenta cuatro instares ninfales, durante los tres primeros, la ninfa se alimenta succionando savia de la planta (Bautista *et al.*, 2008). El primer instar tiene patas y antenas y es móvil. El segundo instar es sésil, comienza mudar, pierde sus patas y antenas y el tercer instar también es sésil, de color transparente y cremoso (Zalom *et al.*, 2008a). Cada estadio tiene una

duración que varía de 5 a 6 días para el primero, 2 a 4 días para el segundo y 4 a 6 días para el tercero (Ortega, 1992).

Pupa. La última fase de desarrollo de la ninfa se llama pupa o crisálida o “ninfa de los ojos rojos”. La mosca blanca es de metamorfosis incompleta, en el cual se identifica a la pupa como el instar numero cuatro, apareciendo filamentos cerosos. Dentro de la pupa se desarrolla el adulto y cuando emerge deja un agujero notorio en la pupa. El agujero en forma de “T” en la ninfa vacía indica que salió un adulto sano de mosca blanca, mientras que si se observa un agujero redondo, entonces ha emergido un adulto de un parasitoide (Zalom *et al.*, 2008a). La fase de pupa dura aproximadamente de 6 a 10 horas (Ortega, 1992), sin embargo Saunders, *et al.*, (1999), indica que el tiempo que tarda el estado de pupa es de 2 a 4 días. Cuando la temperatura fluctúa entre los 20 y 28° C, la duración de la ninfa incluyendo a la pupa, es de 10 a 14 días (Ortega, 1992). Durante este ultimo instar, no se alimenta (Bautista, 2006).

Adulto. Una vez que emerge el adulto tarda de una a ocho horas para poder efectuar la cópula y su periodo en el cual permanece receptivo se prolonga por tres días. A menudo la emergencia de adultos hembras y machos ocurre en la misma hoja. La copulación tiene lugar después de un cortejo que dura de 2 a 4 minutos. Cada hembra puede cruzarse gran cantidad de veces con diferentes machos; en caso de no encontrar machos disponibles, la hembra llega a reproducirse por sí sola a través del proceso de partenogénesis, originando solamente machos en su descendencia (Byrne y Bellows, 1991). Presentan de once a doce generaciones al año (Butler, 1982; citado por Ortega, 1992). Una vez que las hembras están listas para la oviposición, realizan picaduras en las hojas del hospedero. Si el hospedero es joven, entonces utilizando su ovipositor, rompen el tejido de la hoja e insertan el pedicelo del huevecillo (Walter y Perring, 1994). La hembra oviposita en el envés de la hoja en forma aislada, pero un gran numero de huevecillos por hoja. Los adultos se posan en el envés de las hojas superiores de plantas de tomate (Solís, 2007).

La duración del ciclo biológico varía con la especie vegetal donde se presente la mosca blanca y de las condiciones del clima, principalmente de la temperatura de $26.7^{\circ}\text{C} \pm 1$ (Solís, 2007). Si la temperatura es de 20°C , el tiempo que tarda para completar su ciclo biológico es de 34.7 días y si la temperatura es de 30°C , dura 16.6 días (Butler, 1982; citado por Ortega, 1992). Todo el ciclo se completa en el envés de la hoja. En el cultivo de jitomate dura alrededor de 27 días, en el cultivo de chile; 23 días, en melón; 22 días, en pepino; 21 días y en lechuga; 19 días (Solís, 2007). En general, un incremento de temperatura favorece el desarrollo y aumenta su actividad, reduciendo el tiempo requerido para completar su desarrollo (Ortega, 1992).

Si el invierno es benigno y no escasea el alimento, el insecto puede continuar activo todo el año, de lo contrario, inverna en estado adulto en hospederas silvestres (Malváceas) o plantas ornamentales de traspatio o jardines. A partir de malezas hospederas o residuos de cultivo, la hembra migra al cultivo de jitomate. Algunas especies hospederas son: *Chenopodium album*, *Convolvulus arvensis* (Solís, 2007).

Dentro del cultivo, los adultos de mosca blanca parecen presentar disposiciones espaciales muy agregadas, lo cual puede deberse a sus características biológicas comunes, tales como la diferencia entre un estado de adulto altamente móvil, en comparación con los estados inmaduros relativamente sésiles, hábitos de oviposición y comportamiento migratorio (Nava, 1998).

4.3.1.7 Daños

Las moscas blancas dañan al cultivo de muy diversas formas:

Daño directo. Lo causan las ninfas y adultos por la succión de grandes cantidades de savia de las plantas a través de su aparato bucal (Ortega, 1992 y

Solís, 2007). Esta actividad ocasiona el amarillamiento de la planta, la cual detiene su crecimiento e incluso puede morir cuando la población de mosca blanca es abundante (Ortega, 1992). El exceso de savia azucarada es excretado como “mielecilla” que atrae a los hongos que producen la “fumagina”, produciendo una costra oscura. La fumagina interfiere con la fotosíntesis y metabolismo de la planta, afectando la calidad de los frutos (Solís, 2007). Los hongos que se desarrollan sobre esta sustancia son; *Meliola camellialli*, *Ichne* sp. y *Capnodium* sp (Ortega, 1992).

Daño indirecto. Produce la enfermedad del “enchinamiento amarillo del tomate”, también conocido como TYLCV (Tomato Yellow Leaf Curl Virus), en plantas pequeñas e infectadas inicialmente producen retraso en el crecimiento, achaparradas y encarrujadas (Figura 9), las hojas de las plantas se tornan pequeñas con curvatura hacia arriba, con coloración marginal amarilla (Conti *et al.*, 2000 y Gilbertson, 2008), además las flores formadas, no se desarrollan completamente y se provoca abscisión. Puede ser diseminado en cortas distancia a través de *B. tabaci* y a grandes distancia a través de plántulas infectadas, el cual puede tardar hasta 3 semanas en manifestarse los síntomas. En California fue encontrado en el año 2007, pero aún no se ha establecido esta enfermedad (Gilbertson, 2008). Los virus provocan daños, aún cuando la planta ya presenta frutos: reduciendo el área foliar, situación que hace que los frutos queden bastante expuestos a los rayos solares, y por tanto se efecte su desarrollo y presentación. *B. argentifolii* causa maduración irregular del tomate produciendo frutos duros internamente y sin jugo (Saunders, *et al.*, 1999; Ortega, 1992 y Solís, 2007). Este virus pertenece a la familia Geminiviridae, no puede ser transmitido mecánicamente y semilla de jitomate (Conti, *et al.*, 2000 y Gilbertson, 2008).

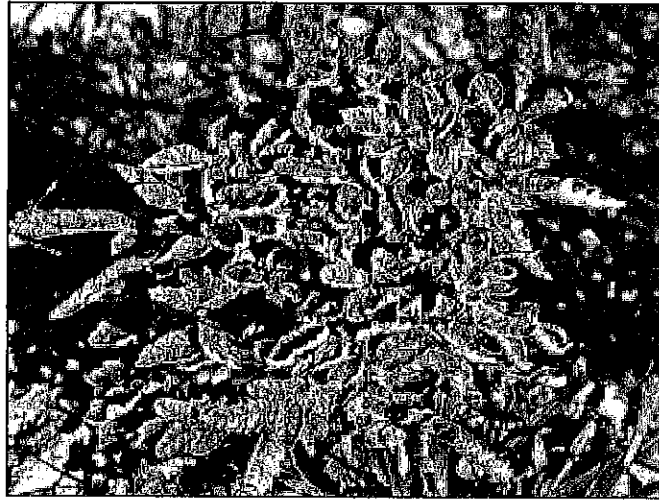


Figura 9. Planta de tomate infectada con *Tomato yellow leaf curl virus*. University of California

Tanto ninfas como adultos del insecto son capaces de adquirir el virus de las plantas infectadas durante la fase de alimentación que por lo general esta alrededor de 15 a 30 minutos. A la adquisición sigue un periodo de latencia de 17 a 21 horas durante el cual el insecto no esta en condiciones de transmitir el virus. Después de haber adquirido el virus, especialmente en estado ninfal, el insecto o vector está en condiciones de transmitirlo durante 25 a 50 días, durante toda la vida del adulto. (Conti *et al.*, 2000). Por su parte Gilbertson (2008), menciona que la mosca blanca puede adquirir el virus tras 10 a 15 minutos de alimentarse de una planta infectada, después de 10 horas de haberla adquirido puede transmitir el virus a plantas sanas, con un tiempo de 5 a 10 minutos de alimentación. Durante este periodo, el virus invade el sistema circulatorio del insecto. La transmisión del virus por medio de *B. tabaci* se define como persistente, aunque aun no se ha aclarado aún si ésta es de tipo circulatorio o propagativo. (Conti *et al.*, 2000).

Los daños de la mosca blanca se incrementan cuando el cultivo es muy susceptible, desconocimiento de su biología y de los insecticidas solos y en mezcla aplicados o bien cuando no hay ningún tipo de control; cultural, biológico, químico, manejo integrado adecuado (Solís, 2007).

4.3.1.8 Umbral de acción

Las inspecciones se realizan generalmente sobre los adultos o en los dos últimos instares, incluyendo al llamado "pupa", ya que los huevecillos y los dos primeros instares son difíciles de detectar. Los adultos de las moscas blancas son atraídos por el color amarillo, por lo que las trampas adhesivas de este color son una de las principales herramientas en el muestreo de la población de adultos. Para el muestreo del tercer y cuarto instares ninfales, se debe hacer un conteo de ninfas presentes en una sola hoja, también puede hacerse un conteo tomando una parte de esta y contando los individuos dentro de el área seleccionada para realizar una estimación (Ortega, 1992), se deberá considerar que en una sola planta la distribución de moscas blancas sigue un patrón típico, en las hojas más jóvenes sólo son encontrados adultos y huevecillos, en las siguientes hojas más viejas predominan los últimos instares, es decir; las ninfas de tercer y cuarto instar están concentradas en esta región (Ohnesroge y Rapp, 1986, citado por Ortega, 1992). Otro investigador, como Avilés (1995), determinó la distribución vertical de la mosca blanca en el Valle de Culiacán, Sinaloa, dividiendo a la planta en cinco estratos (el primero basal y el quinto fue el terminal), en el cual los huevecillos fueron más abundantes en el cuarto estrato, las ninfas chicas se localizaron principalmente en el segundo y tercer estrato, mientras que las ninfas grandes se concentraron en el primer estrato.

Debido a que es vector de muchos virus, se utiliza en la mayoría de los casos un umbral de prácticamente cero, principalmente en cultivos recién transplantados o de exportación (Solís, 2007). Roset (1987) citado por Nava (1998a), determinó la relación entre porcentaje de pérdida de rendimiento del tomate y densidad de adultos de mosca blanca en Nicaragua, el autor estimó los umbrales económicos para diferentes rendimientos esperados y diferentes precios de venta de cosecha, los cuales variaron de 0.040 a 0.891 adultos en 4 hojas compuestas. Por su parte Zalom *et al.*, (2008a) indica que el umbral para el control de *B. argentifolii* es aproximadamente cuatro adultos por hoja en una

muestra aleatoria de 30 hojas sanas. Aún no se han establecido los umbrales para *T. vaporariorum* conocida como mosca blanca del invernadero. Webb *et al.*, (2002) recomiendan un plan de muestreo para adultos y ninfas en función del desarrollo de la planta de tomate (Cuadro 3).

Cuadro 3. Plan de muestreo y umbrales de acción para la MBHP en tomate (Webb *et al.*, 2002).

Estado biológico	Desarrollo de planta	Unidad de muestreo	Umbral de acción
Adultos	≤ 3 hojas verdaderas	Planta	10 por planta
	>3 hojas verdaderas	Folíolo terminal de 3ª. hoja	1 por folíolo
Ninfas	≤ 7 hojas verdaderas	Folíolo terminal de 3ª. hoja	0.5 por folíolo
	>7 hojas verdaderas	Folíolo terminal de 7ª. hoja	0.5 por folíolo

Tamaño de muestra: 6 plantas ó 6 folíolos por 2 m de surco por hectárea.

Osborne (1982), realizó estudios sobre las condiciones ambientales de desarrollo de mosca blanca en tomate, encontrando que la temperatura mínima base es de 8.3°C y la máxima de 32°C. Para completar la fase de huevecillo requiere de 122.9° C, para ninfas; 257.8° C, acumulando un total de 380.7° C para completar su ciclo al pasar de huevecillos a adultos.

4.3.1.9 Manejo

Cultural: Se enumeran varias prácticas comúnmente usadas. Solís (2007), hace las recomendaciones siguientes; manejo de fechas de siembra o de transplante en épocas en que las poblaciones de mosca blanca son bajas además de sembrar o transplantar un 10% de plantas más de lo recomendado, uso de barreras vivas (sorgo y maíz), uso de acolchado que actúa como repelentes cuando se presentan días soleados y plantas recién transplantadas, uso de trampas amarillas pegajosas y barreras de plástico alrededor del cultivo. Gilbertson (2008) recomienda el uso de cubiertas flotantes de malla fina como agril o agribón, eliminación de residuos de cosecha además y buen control de malezas.

Natural: Se pueden hacer aplicaciones de tricarboxilos vegetales, sales potásicas de ácidos grasos, aceites vegetales, extracto de ajo, uso de aceites refinados (Solís, 2007). Otros productos naturales derivados de plantas se han utilizado por muchos años como insecticidas. Lagunes (1984), planteó el uso de *Nicotiana rustica* para el combate de mosca blanca.

Biológico: Se reportan cerca de 33 especies de depredadores en el mundo. Se han observado a los adultos y larvas de Coccinellidae alimentarse de ninfas de mosca blanca. Así como lavas de *Chysoperla* sp. y *Orius* sp alimentarse de ninfas de *Bemisia tabaci*. Dentro del combate biológico inducido, la liberación de crisopa es la actividad más desarrollada en el noroeste de México (Pacheco, 1998a).

Además, se puede hacer uso de parasitoides de la familia Eulophidae, los cuales ayudan en el parasitismo de ninfas de mosca blanca. Dentro de esta familia se encuentran los géneros *Encarsia* y *Eretmocerus*. Especies como: *Encarsia formosa*, *Encarsia luteola*, *Eretmocerus californicus*, *Eretmocerus mundus*, llegando a un nivel de parasitismo que va del 16-30%. *Encarsia formosa*, se ha usado en el invernadero, de manera exitosa (Solís, 2007 y Zalom, et al., 2008a).

Para el control de ninfas se aplican productos comerciales que contienen hongos entomopatógenos, tales como; *Aschersonia aleyrodis*, *Paecilomyces fumosoroseus*, *Verticillium lecanii*, *Beauveria bassiana* (Solís, 2007).

Químico: Este tipo de combate se puede implementar durante la fase lineal de la población (Pacheco, 1998a). El control químico se debe realizar en forma preventiva, en plantas de tomate en crecimiento. Se deberá iniciar tan pronto se detecten los primeros adultos. Es conveniente proteger a la fauna benéfica existente en el cultivo, para lograrlo se requiere usar insecticidas sistémicos aplicados al suelo como imidacloprid, combinarlas con aplicaciones al follaje

con productos que dañen lo menos posible a la fauna benéfica, como; buprofezin es un regulador de crecimiento que tiene efecto en ninfas inhibiendo la síntesis de quitina, Pyriproxyfen análogo de la hormona juvenil y los productos en el control natural (Solís, 2007).

Antes de la siembra se debe hacer tratamiento a la semilla con Gaucho® (Imidacloprid) a una dosis de 100-150 g.Kg⁻¹ de semilla, se deben colocar las charolas en un vivero cubierto con mucha sombra con aplicaciones constantes para el control de insectos que causan daño de importancia en plantas chicas como: minador de la hoja, pulga saltona, gusanos. Debido a que en etapa de plántula no interesa proteger fauna benéfica se puede hacer uso de insecticidas de amplio espectro como; metamidofos, clorpirifos y metomilo. Antes del transplante se debe sumergir la charola en una solución de imidacloprid a dosis de 10 ml de i.a.L⁻¹ de agua. Aproximadamente 10 a 15 días después del transplante es necesario hacer aplicaciones de imidacloprid a la base del tallo en drench a una dosis de 1.2 L de producto comercial por hectárea, aplicando de 40 a 60 ml de la mezcla/planta. Puede hacerse la aplicación en el sistema de riego por goteo (Solís, 2007). Con la aparición de adultos, se debe iniciar las aplicaciones al follaje de imidacloprid, con un máximo de tres aplicaciones a una dosis de 0.4 L/ha como límite. Desde las primeras semanas hasta un poco antes de la floración aplicar al follaje alguno de estos productos de primera generación: endosulfan, metamidofos, dimetoato, triazofos, oxamyl y amitraz. Posteriormente realizar aplicaciones de segunda generación; bifentrina, lambda cihalotrina, imidacloprid+cyflutrin y fenpropatrin. Además de aplicación de insecticidas de tercera generación, para mosca blanca; imidacloprid, thiametoxam, pymetrozine, acetamiprid, thiacloprid (Solís, 2007). Por su parte Arcos (2004), hace referencia que en el cultivo de chile, para el control de mosca blanca se realizan aplicaciones de diversos insecticidas como; Endosulfán en dosis de 717 g de i. a. ha⁻¹, Oxamyl a dosis de 2.0 L .ha⁻¹, Pymetrozine 250 g de i.a. ha⁻¹, Piriproxifen 41.2 g de i.a. ha⁻¹, Buprofezin 446 g. de i. a. ha⁻¹ y aceite parafínico de petróleo a dosis de 1200 g de i.a. ha⁻¹.

4.3.2 Minador de la hoja: *Liriomyza sativae* Blanchard y *Liriomyza trifolii* Burgess

4.3.2.1 Importancia

Blanchard (1954), indica que muchos de los cultivos, destacando al tomate, crisantemos, apio, cebolla, chile y cucurbitáceas, sufren considerables daños debido al estrés foliar producido por los minadores, específicamente de los género *Liriomyza* y *Agromyza*. Se reportan cerca de 376 especies descritas en el género *Liriomyza* (Henshaw, citado por OEPP/EPPO, 2005). *Liriomyza sativae* se ha reportado ocasionando daños económicos a un amplio rango de hortalizas en Estados Unidos, como; *Lycopersicon esculentum*, *Solanum tuberosum* y *Cucurbita* sp. Se ha documentado que *L. sativae* ha causado hasta 30% de defoliación en una superficie 80 hectáreas de tomate en USA (Spencer, 1982). *L. sativae* tiene el potencial de convertirse en una plaga de importancia de las ornamentales y hortalizas en condiciones de invernadero y en campo abierto, está registrada como una plaga A1 para los países integrantes de la European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO) (OEPP/EPPO, 2008). *L. trifolii* apareció en California, USA a finales de 1970 y principios de 1980, la cual es resistente a una amplia gama de insecticidas y ha sido el minador mas común desde 1990 (Zalom *et al.*, 2008).

4.3.2.2 Clasificación taxonómica

Según la OEPP/EPPO (2005), puede clasificarse de la forma siguiente:

Clase:	Insecta
Orden:	Diptera
Familia:	Agromyzidae
Género:	<i>Liriomyza</i>
Especie:	<i>L. sativae</i> (Blanchard, 1938)

Sinónimos: *Liriomyza pullata* (Frick, 1952)
Liriomyza canomarginis (Frick, 1952)
Liriomyza minutiseta (Frick, 1952)
Liriomyza propepusilla (Frost, 1954)
Liriomyza munda (Frick, 1957)
Liriomyza guytona (Freeman, 1958)

4.3.2.3 Hospederos

Prefiere especies de la familia Solanáceae y Fabáceae, también se ha observado en siete familias diferentes. Puede infestar a *Medicago sativa*, *Amaranthus* spp., *Aster* spp., *Capsicum annum*, *Cucurbita pepo*, *Cucumis sativus*, *Dahlia* spp., *Apium* sp., *Vicia faba*, *Cucumis melo*, *Phaseolus vulgaris*, *Solanum tuberosum* y *Lycopersicon esculentum* (OEPP/EPPO, 2008).

4.3.2.4 Distribución geográfica

Ausente de la región EPPO (A1). Asia: India, Oman, Tailandia y Yemen. África; Camerún, Sudan y Zimbabwe. Norteamérica; en Canadá (en invernadero, en Ontario), México, Estados Unidos (Hawai campo abierto e invernadero en Ohio, Maryland y Pennsylvania). Centroamérica y el Caribe; Antigua y Barbuda, Barbados, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, Jamaica, Martinica, Guadalupe, Montserrat, Nicaragua, Panamá, Puerto Rico, St. Vicente y Granadinas y Trinidad y Tobago. Sudamérica; Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Perú y Venezuela. Oceanía; Islas Cook, Polinesia Francesa, Guam, Nueva Caledonia, Islas Mariana del Norte (OEPP/EPPO, 2008).

Para *L. trifolii*, según la OEPP/EPPO (2005) indica la clasificación siguiente:

Clase: Insecta
Orden: Díptera

Familia: Agromyzidae
Género: *Liriomyza*
Especie: *L. trifolii* (Burgués, 1880)

Sinónimos: *Liriomyza alliovora* (Frick, 1955)

4.3.2.5 Hospederos

Ha sido registrada en 25 familias con preferencia por la familia Asteráceae, sin embargo se incluyen cultivos importantes como; *Aster* spp., *Bidens* spp., *Brassica chinensis*, *Capsicum annum*, *Apium* spp. *Chrysanthemum morifolium*, *Gossypium* sp., *Cucumis sativus*, *Dahlia* pp, *Gerbera* spp., *Medicago sativa*, *Allium sativum*, *Allium cepa*, *Phaseolus coccineus*, *P. vulgaris*, *P. lunatus*, *Solanum tuberosum* y *Lycopersicon esculentum* (Stegmaier, 1968; citado por OEPP/EPPO, 2008).

4.3.2.6 Distribución geográfica

Esta plaga es originaria de Norteamérica, de donde se ha diseminado a otras partes del mundo. Región EPPO; está presente en esta región (A2), se detectó en 1976 por primera vez. Actualmente se localiza en Austria, Bélgica, Bulgaria, Egipto, Francia, Grecia, Irlanda, Israel, Italia, Líbano, Malta, Portugal, Rumania, Eslovaquia, Slovenia, España (Islas canarias), Turquía, Yugoslavia. Erradicado en la Republica Checa, Dinamarca, Finlandia, Alemania, Hungría, Noruega y Reino Unido. Asia; India, Israel, Japón, Korea, Filipinas, Taiwán y Líbano. África; Etiopía, Kenia, Mauricio, Nigeria, Reunión, Senegal, Sudáfrica y Tanzania. Norteamérica; Canadá (Alberta, Nova Scotia, Notario, Quebec), México (no confirmado), Estados Unidos (en campo abierto en Nuevo México y en invernadero en California, Florida, Nueva Jersey, Wisconsin, Iowa). Centroamérica y el Caribe; Bahamas, Barbados, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, Guadalupe, Guatemala y Martinico, Trinidad y Tobago).

Sudamérica; Brasil, Colombia, Guyana Francesa, Guyana, Perú y Venezuela. Oceanía; Guam, Micronesia, Samoa Americana, Samoa, Islas mariana y Tonga (OEPP/EPPO, 2008).

Liriomyza spp., se encuentra distribuido en México, Centroamérica y el Caribe. Reportada en el Valle de México, atacando ornamentales y hortalizas (Bautista, 2006).

4.3.2.7 Descripción

Los adultos de minador de la hoja son moscas pequeñas, con partes negra y amarillo. El adulto de *Liriomyza sativae* (Figura 10) es negra brillante en la superficie superior del tórax a excepción de un triángulo amarillo entre la base de las alas. La parte frontal y lateral de la cabeza también son amarillos. El área detrás de los ojos es predominantemente negra (Zalom *et al.*, 2008). Los adultos van de 2 a 3 mm de longitud del cuerpo (Bautista *et al.*, 2008). Las hembras son ligeramente más grandes que los machos. Los huevecillos tiene dimensiones de 0.2 a 0.3 mm x 0.10 a 0.15 mm, de color blanco y ligeramente translúcido y de forma ovalada. Las larvas recién emergidas miden alrededor de 0.5 mm, en su máximo desarrollo puede alcanzar hasta 3 mm de longitud (OEPP/EPPO, 2005). En una larva bien desarrollada, su cabeza puede llegar a medir hasta 3 mm. Las larvas de primer instar pueden ser incoloros, volviéndose de color amarillo-naranja pálido, posteriormente se torna de color amarillo-naranja. Las pupas son ovaladas, ligeramente aplanado ventralmente, midiendo de 1-3-2.3 x 0.5-0.75 mm., de color amarillo-naranja pálido a menudo oscurece a marrón (OEPP/EPPO, 2008), de color café oscuro cuando está próximo a emerger el adulto (Bautista *et al.*, 2008).



Figura 10. Adulto de minador de la hoja. *Liriomyza sativae*. University of California

Por su parte *L. trifolii* (Figura 11) presenta el tórax cubierto de setas entrelazadas que le dan una coloración gris plateado. La porción de la cabeza detrás de los ojos es de color amarillo en la mayoría del insecto, con una zona negra tocando el borde posterior del ojo (Zalom *et al.*, 2008).



Figura 11. Adulto de minador de la hoja. *Liriomyza trifolii*. University of California

Las características morfológicas del huevecillo, larva y pupa de *L. trifolii* son similares a *L. sativae*. La diferenciación de larvas y pupas, se puede realizar solamente mediante técnicas electroforéticas y de PCR (OEPP/EPPO, 2005). Esta afirmación coincide con lo que citan Miura *et al.*, (2004), quienes utilizaron un método molecular basado en la reacción de la cadena de la polimerasa

amplificando una región del gen ADN mitocondrial citocromo oxidasa, para diferenciar las características morfológicas de *L. sativae* y *L. trifolii* en el cultivo de tomate.

4.3.2.8 Biología y hábitos

Huevecillo. *Liriomyza sativae* y *L. trifolii* presentan un comportamiento similar (Zalom *et al.*, 2008). Son depositados en la superficie adaxial y abaxial de la hoja de forma individual pero cerca uno del otro, el huevecillo incrementa su tamaño posterior a la oviposición (Leibee, 1982; citado por Cruz, 1995). El 20% de los huevecillos son viables, desarrollándose en 2 a 5 días dependiendo de la temperatura (Saunders, *et al.*, 1999 y Harris & Tate, 1933; citado por OEPP/EPPO, 2008). A 1.1 °C en un tiempo aproximado de 16 días o más, se puede causar mortalidad hasta el 100% de huevecillos (Leibee, 1982; citado por Cruz, 1995).

Larva. Esta aparece primero como un hilo y se ensancha a medida que la larva crece (Saunders, *et al.*, 1999). Se alimentan del contenido de la hoja, específicamente del mesófilo esponjoso y de empalizada, o de ambos, dependiendo de la especie; *Liriomyza trifolii* se alimenta del parénquima en empalizada. La alimentación se realiza con los ganchos bucales esclerotizados (Parella, 1987; citado por Cruz, 1995 y Zalom *et al.*, 2008). La larva presenta tres instares larvales (OEPP/EPPO, 2005). El periodo de desarrollo va de 7 a 10 días (Saunders, *et al.*, 1999). Con poblaciones altas, las minas pueden cubrir el total de la superficie foliar. Las larvas dejan las minas, cayendo al suelo para pupar (Saunders, *et al.*, 1999 y Zalom *et al.*, 2008).

Pupa. Al completar la alimentación de la larva, deja la mina a través de un corte semicircular de salida cerca de la parte final de la mina (Spencer, 1969; citado por Cruz, 1995). La larva emerge de la mina mediante movimientos peristálticos y cae al suelo donde pupa. En ocasiones, este insecto pupa en la base de las

hojas, tallos o ramas. Lo anterior, normalmente ocurre en las primeras horas de luz del día, llegando a ser en mayor número antes de las 8:00 a.m. (Oatman y Michelbacher, 1958; citado por Cruz, 1995). La pupación está relacionada inversamente con la temperatura. En invernadero y campo dura de 8 a 11 días; la humedad relativa óptima es de 30 a 70%.(Parella, 1987; citado por Cruz, 1995). La temperatura óptima va de 20 a 30° C (Leibee, 1982, citado por OEPP/EPPO, 2008). La pupa sobrevive varios meses y ser viable inclusive a temperaturas de congelación, sobreviviendo grandes periodos de tiempo para infestar cultivos en invernadero o campo después del invierno (Parella, 1987; citado por Cruz, 1995).

Adulto. Cuando el adulto se encuentra completamente desarrollado, ocurre la emergencia de este a través de la parte anterior dorsal del puparium, ejerciendo presión con la ayuda del "ptilinum". Este proceso dura de 5 minutos a 1 hora (Oatman y Michelbacher, 1958; citado por Cruz, 1995). Las hembras emergen de puparios más grandes, ambos sexos emergen en las primeras horas de la mañana; la proporción de sexos es de 1:1 o ligeramente inclinado a las hembras (Parella, 1983; citado por Cruz, 1995). Los adultos recién emergidos se desplazan a zonas altas de tallos o ramas permaneciendo inmóviles por alrededor de 20 minutos, para expandir las alas, esclerotizar su cuerpo y colorearse (Parella, 1987; citado por Cruz, 1995).

Los adultos se aparean poco después de la emergencia, las hembras copulan después de 24 horas (Oatman y Michelbacher, 1958, citado por Cruz, 1995). El tiempo de espera para la cópula se le llama pre-cópula, la cual está inversamente relacionada a la temperatura y difiere considerando los sexos; los individuos pueden permanecer juntos por periodos de 10, 30 y 60 minutos, pudiendo copular más de una vez, para producir el máximo de huevecillos. La cópula comienza en las primeras horas de la mañana y las hembras comienzan a ovipositar después de 24 a 48 horas de haber emergido (Dimetry, 1979, Spencer y Steyskal, 1979; citado por Cruz, 1995).

Las hembras hacen punciones en las hojas para alimentarse y ovipositar (Parella, 1987; citado por Cruz, 1995). Hacen las punciones con el ovipositor de forma rápida y en forma continua, pudiendo tener forma de hélice o tubular, siendo esta última en donde comúnmente se localizan los huevecillos. Ambos tipos de punción son usadas para conseguir alimento; los machos aprovechan aquellas realizadas por las hembras (Bethke y Parella, 1985; citado por Cruz, 1995). Las hembras ovipositan individualmente, insertando los huevos en la epidermis del tejido, prefiriendo el haz de la hoja (Bautista, *et al.*, 2008). Para el caso de *Liriomyza sativae* las punciones de alimentación aparecen como marcas blancas de 0.13 a 0.15 mm de diámetro. Las punciones de oviposición son más pequeñas y tienen una forma redondeada. Los adultos de *L. sativae* viven entre 15 y 30 días. En promedio los machos viven mas tiempo que las hembras (OEPP/EPPO, 2008).

El ciclo de vida tiene una duración de dos semanas en un clima cálido, produciendo de siete a diez generaciones al año (Zalom *et al.*, 2008). *Liriomyza sativae* completa su ciclo de vida en un tiempo de 24 a 28 días durante el invierno (diciembre – enero) en California (Wolfenbarger, 1947; citado por OEPP/EPPO, 2008). Ambas especies se alimentan de gran variedad de cultivos y malezas, el desarrollo continúa durante todo el año y la población se desplaza de un hospedero a otro (Zalom *et al.*, 2008).

4.3.2.9 Daños

Después de la emergencia, la larva comienza a construir una galería, se alimenta de la savia liberada al separar la epidermis del parénquima. La mina se extiende a lo largo de la hoja, es sinuosa; las larvas se pueden observar a contra luz (Bautista *et al.*, 2008). Las galerías generalmente tienen forma de “S” (Figura 12) y pueden estar ensanchadas en el extremo final (Zalom *et al.*, 2008), pueden juntarse en el margen de las hojas o estar siempre en el centro;

ocasionalmente pueden seguir la línea de la nervadura con algunas salidas laterales (Cruz, 1995). En hojas dañadas, se reduce la eficacia fotosintética, incluso puede ocurrir defoliación. Si esto ocurre al inicio del periodo de fructificación, disminuye el rendimiento y tamaño del fruto, además de exponerse directamente a los rayos del sol. Las plantas de crecimiento indeterminado presentan mayor susceptibilidad, debido al tiempo de exposición (Saunders, *et al.*, 1999 y Zalom *et al.*, 2008).

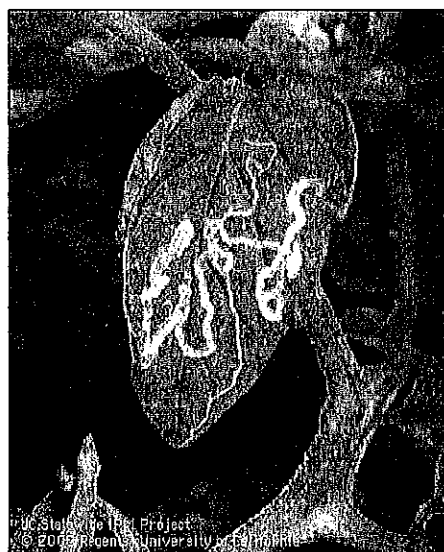


Figura 12. Minas en hojas de tomate construidas por *Liriomyza sativae*. University of California

Las plantas de tomate en etapa vegetativa pueden tolerar un 30% de infestación en hojas y 60% en plantas en post-floración (Spencer, 1982; citado por Cruz, 1995).

4.3.2.10 Umbral de acción

El muestreo de este insecto se puede realizar mediante inspección visual de hojas (trifolios) o plantas completas para contabilizar larvas o minas, y colocación de charolas debajo de las plantas para conteo de pupas. También se recomienda el monitoreo de adultos mediante trampas amarillas con pegamento en la base del tallo. Spencer (1982), citado por OEPP/EPPO (2008) menciona

que el umbral económico de *L. sativae* en tomates es de un minador adulto de la hoja por cada tres folíolos terminales o 25 minas por cada 18 folíolos. Otra forma de monitoreo consiste en colocar bandejas de plástico de dimensiones 30 por 38 centímetros por debajo de las plantas elegidas al azar sobre el terreno. Las larvas maduras que caen del follaje se acumulan en la bandeja y ahí mismo pupan, las cuales proporcionan una medida de la actividades de los minadores. El umbral de aplicación de control es cuando se tiene un promedio de 10 pupas por bandeja por día en tres o cuatro días acumulados (Zalom *et al.*, 2008). Por su parte Webb *et al.*, (2002) recomiendan un plan de muestreo en función del desarrollo de la planta de tomate (Cuadro 4).

Cuadro 4. Plan de muestreo y umbrales de acción para minador en tomate (Webb *et al.*, 2002).

Desarrollo de planta	Unidad de muestreo	Umbral de acción
≤ 2 hojas verdaderas	Planta	0.7 larvas por planta
3 a 7 hojas verdaderas	Trifolio terminal de 3ª. hoja	0.7 larvas por trifolio
> 7 hojas verdaderas	Trifolio terminal de 7ª. hoja	0.7 larvas por trifolio

Tamaño de muestra: 6 plantas o 6 trifolios por 2 m de surco por hectárea.

Algunos investigadores han realizado estudios monitoreando la biología de *Liriomyza* spp. Leibe (1894), determinó la influencia de la temperatura en el desarrollo y fecundidad de *L. trifolii* en apio, determinando que la temperatura umbral de desarrollo es de 9.7 (temperatura base) a 35° C. Este autor indica que para completar la fase de huevecillo necesitó 45.4° C, para larva; 129.8° C, para la fase de pupa; 138° C. Con una acumulación de 313.7 grados días de desarrollo de huevecillo a adulto. Por su parte, Millar e Isger (1985) indican que *L. trifolii* en el cultivo de crisantemo con una temperatura base de 10.6° C, requiere de 140° C para la fase de huevecillo y larva, 141° C para completar la de pupa. Requiriendo un total de 281.7° C acumulados para pasar de huevecillo a adulto.

4.3.2.11 Manejo

L. sativae es difícil de controlar una vez que está presente en poblaciones altas, tanto por su resistencia como por su hábito de minador que lo protege de las aspersiones (Saunders, *et al.*, 1999).

Cultural: Bautista *et al.*, (2006), recomienda eliminar el follaje del primer tercio de la planta de jitomate para reducir la población de pupas y larvas de minador. Por su parte Zalom *et al.*, (2008) indica que se debe destruir las plantas infestadas alrededor del cultivo, usar variedades menos susceptibles al daño de minadores y destrucción de plantas inmediatamente después de la última cosecha.

Natural: Aplicaciones de Spinosad es aceptado para uso en cultivo orgánico certificado (Zalom *et al.*, 2008). La aplicación de extractos vegetales con propiedades repelentes o insecticidas constituye otra forma de control de esta plaga en el cultivo de tomate. Montes y Jiménez (1994), encontraron que la aplicación del extracto hexánico de *Nicotiana glauca* redujo en 63.2% el daño a las hojas; y *Punica granatum*, en 44.5%; la mezcla de extractos (acuoso, etanólico y hexánico) de *Ricinus communis*, en 51.8%; y *Matricaria matricaroides*, en 62.8%.

Biológico: Las avispas parasitoides permiten mantener un nivel bajo de la población de minadores. Las especies mas comunes son: *Chrysocharis parksi* Crawford (Hymenoptera: Endotontidae) y *Diglyphus begini* (Hymenoptera: Eulophidae) atacando larvas (Zalom *et al.*, 2008). Por su parte King y Saunders, citado por Cervantes (2007), reportan otros parasitoides atacando larvas como son; *Opius insulares* (Hymenoptera; Braconidae), *Brachymeria* sp., *Sympiesis* sp. (Hymenoptera; Chalcididae); *Derostenus* sp., *Diaulnopsis callichroma* Crawford (Hymenoptera: Eulophidae); *Halticoptera* spp., *Neocatolaccus filia* Gir. (Hymenoptera: Pteromalidae). Se han realizado evaluaciones de insecticidas

con cepas de *Bacillus thuringiensis* var. Kurstaki y Permetrina sobre el efecto que tiene en los parasitoides (Eulophidae y Braconidae) en Culiacán Sinaloa, observándose que no disminuía el porcentaje de parasitismo respecto al testigo (Valdés y Portillo, 1992).

Químico: Los insecticidas de amplio espectro eliminan a sus enemigos naturales y es común que su densidad aumente después de una aplicación. Para controlar un brote ya iniciado hay dos alternativas: suspender las aplicaciones de productos de amplio espectro o utilizar un producto de acción translaminar contra la cual *L. sativae* no ha presentado resistencia (Saunders, *et al.*, 1999). Se debe realizar aplicaciones cuando existe presencia de pupas. Si no se observan estas, indica que el control natural está ejerciendo cierta función. Según Zalom *et al.* (2008), en California *Liriomyza* presenta elevada resistencia a organofosforados, carbamatos y piretroides. Se recomienda hacer aplicaciones en rotación de abamectina y ciromazina. Lo anterior, coincide con la recomendación de Bautista *et al.*, (2006), quienes recomiendan la aplicación de ciromazina a dosis de 100 -150 g/ha, cuando se observa un promedio de 0.7 larvas vivas o minas por hoja; Abamectina, a 0.5 L/ha de efecto translaminar y clorpirifos etil a 1.5 L/ha cuando se observen 20 a 25 larvas vivas por cada 100 hojas. Arcos (2005), indica que se debe realizar de manera intercalada para evitar la resistencia. En el chile jalapeño, se evaluaron tres dosis de cyromazina 75 Ph, 50, 100, 15 g, metamidofos 600, 1.01 y Permetrina 34, 0.4 L, encontrando mayor economía y efectividad en el control con la dosis de 100 g/ha de cyromazina (Morales, *et al.*, 1993, citado por Cervantes, 2008). Algunos autores como Metcalf y Flint (1987) afirman que los minadores pueden ser combatidos por medio de la aspersión y espolvoreo con paratión etílico a razón de 0.5 Kg. o diazinón con 0.625 Kg/ha. Arcos (2005) indica que en el cultivo de chile se recomienda realizar las aplicaciones después de que ya ha pasado el efecto de los insecticidas neonicotinoides (en caso de haberlos hecho, contra mosca blanca) al inicio del cultivo.

4.4 CONTROL QUIMICO DE INSECTOS

Para diseñar un programa de control de insectos, se debe identificar cuales son las plagas a las cuales se debe dirigir. En el uso de insecticidas se debe considerar el estado biológico de la plaga susceptible a los insecticidas y que la aplicación se realice en el área donde se necesite para ocasionar menor impacto sobre el sistema ecológico, manejando algunas variables como; el momento oportuno, el lugar y la frecuencia de las aplicaciones. También es necesario conocer la relación que guardan las plagas con el cultivo considerando la etapa fenológica, densidad y nivel de daño, enemigos naturales y factores naturales que contribuyen a la regulación de las poblaciones. Para ello es necesario utilizar un método de muestreo adaptado a las características de la población que se quiere controlar que sirva para obtener información para su combate mediante el conocimiento del nivel de infestación de las plagas. Actualmente, el criterio que se utiliza para decidir la aplicación de un insecticida es el umbral económico, definido en términos de cantidad de insectos (larvas, ninfas o adultos) por unidad de superficie, por hoja, por planta, etc., aunque algunos autores sugieren que se debe considerar los niveles de daño aceptable y no en términos de cantidad de insectos (Huerta, 2007).

La selección del insecticida se puede hacer considerando ciertas condiciones técnicas, como; el efecto de sobre los insectos plagas y fauna benéfica, se requiere un insecticida que presente mayor acción sobre las plagas y menor sobre la fauna benéfica con una residualidad adecuada, con persistencia en el medio suficiente para mantener el control de la plaga durante el ciclo de cultivo, sin que ello represente problemas de residuos superior al nivel permitido en frutos y ambiente. Además se debe tener presente la forma de acción (estomacal sin penetración, sistémica, de contacto o fumigante) del insecticida. Considerando lo anterior, las plagas que se protegen en el envés de la hoja, debajo de las telarañas, hojas enrolladas, como algunos minadores, pulgones, mosca blanca, trips, araña roja, etc., se puede combatir mejor con productos

Para el manejo integrado de mosca blanca (*Bemisia* sp) y minador de la hoja (*Liriomyza* sp) se deben considerar el uso de insecticidas de diferente mecanismo de acción. La mayoría de los insecticidas usados actualmente tienen su mecanismo de acción sobre el sistema nervioso central de los insectos (Cuadro 5). Es por eso que los carbamatos y organofosforados actúan como inhibidores de la Acetil colinesterasa en la sinapsis nerviosa, lo cual produce hiperactividad en el sistema nervioso. Los organoclorados (ciclodienos) ejercen una función sobre el canal de sodio y GABA (ácido gamma amino-butírico) evitando su unión e inhibiendo la acción de GABA, provocando hiperactividad neuronal. Otros insecticidas actúan como moduladores del canal de sodio, estos actúan mediante la propagación de los impulsos a lo largo de los nervios, es por esto que los piretroides interfieren rápidamente provocando hiperactividad y bloqueo del nervio. Los neonicotinoides actúan uniéndose a

sistémicos. Existen insecticidas con efecto simultánea sobre varias especies y productos específicos sobre una especie de interés con mayor daño al cultivo y pérdidas económicas; en el tomate con frecuencia es necesario combatir varias especies con una sola aplicación, por lo que si es un producto las controla, ello representa un ahorro de tiempo y recurso económico para el agricultor; de lo contrario es necesario recurrir a la mezcla de varios productos o de una serie de aplicaciones. El uso de mezclas de campo es frecuente buscando mayor efectividad en el control del complejo de plagas, por ello es necesario elegir los productos que además de llenar requisitos como fácil manejo y economía, puedan mezclarse sin perder su eficiencia y sin aumentar la posibilidad de daños al cultivo y sus frutos (Huerta, 2007). Según Lagunes y Villanueva (1994) para el uso de mezclas se deben considerar las recomendaciones siguientes: a) diferentes modos de acción, b) diferentes rutas metabólicas, c) igual proporción de intemperización, d) no exista antagonismo entre ingredientes activos, e) exista seguridad de efectos interactivos entre los componentes de la mezcla, f) no exista incompatibilidad entre las formulaciones de insecticidas y g) realizar las mezclas en campo.

los receptores de la acetilcolina, provocando sobreestimulación e hiperactividad del insecto y finalmente los que comprenden al grupo de las diaminas antranílicas que actúan sobre los receptores de la rianodina (IRAC, 2005). Además del sistema nervioso central, los insectos pueden ser combatidos con productos que ejercen su acción sobre el proceso de metamorfosis interrumpiendo la muda, mediante el la inhibición de la síntesis de quitina como el buprofezin. La pimetrozina es otro grupo importante selectivo para mosca blanca, que provoca la inhibición de la alimentación, los insectos mueren como resultado de la inanición (IRAC, 2005).

Cuadro 5. Clases de insecticidas comúnmente usadas para el control de mosca blanca (IRAC, 2005).

Mecanismo de acción	
Inhibidores de la Acetil colinesterasa	Carbamatos
Inhibe la unión de GABA- canal cloro	Organofosforados
Impide el cierre de los canales de sodio	Piretroides
Agonista al receptor Acetil colina	Neonicotinoides
Mimico de la hormona juvenil	Piriproxyfen
Desconocido (bloqueo de alimentación)	Pimetrozina
Inhibidores de la fosforilación oxidativa, disruptores de la formación de ATP	Diafenthuron
Inhibidores de la biosíntesis de quitina	Buprofezin
Inhibidores de la síntesis de lípidos	Derivados del ácido tetrónico: Spiromesifen
Inhiben el cierre de canales calcio	Chlorantraniliprole (rynaxypyr)

GABA: Acido gama - aminobutírico.

4.4.1 Mezclas y sinergismo

Las razones para el uso de mezclas de insecticidas son dos; a) la baja probabilidad de que un organismo de una población no expuesta a insecticidas tenga genes de resistencia para dos o más insecticidas que posean diferentes modos de acción y diferentes rutas de degradación y detoxificación y b) existe la probabilidad de efectos interactivos en los ingredientes activos de la mezcla, uno de ellos produciendo mayor toxicidad al otro (sinergismo) y se da cuanto la toxicidad de la mezcla es mayor que la suma de las toxicidades de los

componentes en forma separada, uno de los dos no debe tener acción tóxica. Si los dos ingredientes activos son insecticidas y la toxicidad conjunta es mayor que la suma por separado, se considera que hay potenciación en la mezcla y cuando el resultado obtenido es menor a la esperada, ocurre antagonismo (Lagunes y Villanueva, 1994).

Según Bingham *et al.*, (2008) se puede llegar a producir sinergismo temporal entre carbamatos en general y los neonicotinoides, incrementando de manera efectiva la actividad de dichos insecticidas contra plagas resistentes. O'Brien (1967) menciona que Moorefield en 1958 indicó la sinergia de carbamatos usados con la mosca casera, utilizando piretrina sinergista, como; butóxido de piperonilo. También actúa como sinergista contra *Drosophila*. Por su parte Bielza *et al.*, (2009), realizaron un estudio para verificar la eficacia de las mezclas de acrinathrin (piretroide) con insecticidas carbamatos (carbaryl, tiodicarb, pirimicarb y oxamil), estudiando una cepa de *Frankliniella occidentalis*, mediante la combinación de estos dos grupos de insecticidas con un aumento de las concentraciones de acrinathrin y una tasa subletal del carbamato como sinergista. Se evaluaron en campo y en laboratorio, no mostraron sinergismo en laboratorio pero sí en condiciones de campo, se llegó a la conclusión que pirimicarb, oxamil y propamocarb podrían ser candidatos para ser usados como sinergista en campo contra esta y otras plagas con resistencia metabólica.

4.4.2 Características de los organoclorados ciclodienos

Dentro de este grupo, los insecticidas más comunes son: heptacloro epóxido, aldrin que al epoxidarse forma el dieldrin, mirex, clordano, clordecono y el endosulfan. Son moléculas lipofílicas muy persistentes, no son tan fáciles de biodegradar y tienden a acumularse en el ambiente (Lagunes y Villanueva, 1994). Los ciclodienos son altamente neurotóxicos, afectan al sistema nervioso central, en el cual el insecto responde a los estímulos externos con temblores violentos. Bloquean la transmisión del impulso nervioso a nivel neuromuscular,

bloqueando el flujo clorinado dependiente del ácido gama-aminobutírico (GABA) hacia el complejo acarreador de iones del receptor clorinado de GABA (Soderlund *et al.*, 1989; citado por Lagunes y Villanueva, 1994).

El metabolismo de los ciclodienos se presenta de dos maneras: a) hidroxiación alifática; se lleva a cabo en cadenas rectas que carecen de dobles ligaduras y b) epoxidación; se presenta en los ciclodienos con dobles ligaduras en su anillo. Estas dos reacciones de oxidación, se deben a las enzimas de la Función Oxidativa Mixta (FOM), localizados en la fracción microsomal del retículo endoplásmico. El proceso de epoxidación ha sido aprovechado por las empresas fabricantes de agroquímicos, que generalmente es un mecanismo de activación de la molécula y no de degradación, siendo más tóxicos que el producto original. El metabolismo del endosulfan se lleva a cabo a través del proceso de hidrólisis y oxidación, del cual se forma el alcohol endosulfan (Lagunes y Villanueva, 1994).

El endosulfan también es acaricida, extensamente comercializado y sin restricciones en México. Su uso está siendo restringido para algunos cultivos, está condicionado a ser usado mediante supervisión de personal autorizado y capacitado. Es una herramienta útil en el combate de mosquitos blanca en hortalizas (Lagunes y Villanueva, 1994).

Patel *et al.*, (1998) realizaron un experimento en campo durante los años 1994-95 y 1995-96 para evaluar la efectividad de cyromazina en comparación con el endosulfan y dimetoato para controlar minador (*Linomyza trifolii* Burges) en tomate. La cyromazina a dosis de 225 g de i.a. ha⁻¹ fue la más efectiva. El endosulfan a 140 g de i.a. ha⁻¹ y dimetoato a 120 g de i. a. ha⁻¹ se encontró la misma efectividad con dosis mas baja de cyromazina (150 y 75 g de i. a. ha⁻¹). El endosulfan es un insecticida efectivo para el control de barrenador del fruto y *Helicoverpa armigera*.

4.4.3 Características de los insecticidas carbamatos

El estudio de la planta conocida como haba de Calabar (*Physostigma venenosum* Balfour), indujo al descubrimiento del ingrediente activo conocido como alcaloide fisostigmina o eserina, con actividad anticolinesterásica. Las propiedades fisiológicas de dicho alcaloide se debían al fenil-metilcarbamato de la estructura de dicho alcaloide.

Este grupo de insecticidas apareció por los años 60. Presentan una persistencia y toxicidad intermedia entre los organofosforados y organotiorfosforados (Lagunes y Villanueva, 1994). No son de amplio espectro (O'Brien, 1967). Se distinguen por su carácter de selectividad (Lagunes y Villanueva, 1994).

Los carbamatos son inhibidores de la acetil colinesterasa, enzima importante para llevar a cabo los impulsos nerviosos del insecto (O'Brien, 1967, Lagunes y Villanueva, 1994). Cuando la Acetil Colinesterasa es inhibida por el carbamato se recupera espontáneamente debido a que existe una correlación positiva entre la toxicidad de los carbamatos y la semejanza que presenta con la acetilcolina, entre mas parecido exista entre el carbamato y la acetilcolina se espera mayor toxicidad, pero en los carbamatos el proceso puede ser reversible (Lagunes, y Villanueva, 1994).

Se han hecho estudios en el cual se incluyen carbamatos sobre minador de la hoja (*Liriomyza huidobrensis*) en el cultivo de crisantemo. El oxamil a una dosis de 240 cc de l.a. en 200 litros de agua produjo el mejor combate al proteger las plantas durante cinco semanas (Masís- Chacon, 1991). Se han realizado otros experimentos, en el cual se evalúa la eficacia del oxamil sobre minador. Schuster (2006) realizó un experimento para el control de minador (*Liriomyza sativae*) en el cultivo de pepino, melón y berenjena, este insecticida redujo en gran medida los daños de minador.

4.4.4 Características de los insecticidas piretroides

Los piretroides son relativamente seguros para los mamíferos y extremadamente tóxicos para los artrópodos. La disminución de la eficacia de los piretroides está relacionado con la aparición de resistencia de las plagas a estos ingredientes. Actúan sobre el sistema nervioso central o en los nervios periféricos, aunque no se sabe con certeza en que sistema ejerce su mayor acción. Presentan coeficientes de temperatura negativos a la toxicidad, es decir, son más tóxicos a temperaturas frías (Cotas, 1982). Estos insecticidas causan hiperactividad, convulsiones y una parálisis eventual en los insectos.

Wolffenbarger y Loera-Gallardo (2006), realizaron un experimento aplicando tratamientos contra la mosca blanca (*Bemisia argentifolii*), evaluando la eficacia de bifentrina y endosulfán, aplicados en forma individual y en mezcla de tanque. Las poblaciones de adultos de mosca blanca se redujo de 27 a 60% después de 10 aplicaciones de bifentrina o de bifentrina + endosulfán en mezcla de tanque. Los tratamientos aplicados redujeron el número de ninfas de 2da y 3ra etapa. La bifentrina fue más efectiva para el control que el endosulfán solo.

Por su parte Marciano y Gonzáles (1992) probaron la efectividad de diversos insecticidas sobre ninfas y huevecillos de mosca blanca en el cultivo de tomate, aplicados al follaje. Estos investigadores encontraron que los productos con mayor porcentaje de eficiencia para el control de ninfas fueron los siguientes: Confidor (imidacloprid) a una dosis de 1.25 L.ha⁻¹ (91.67 %), Baytroid TM (ciflutrina + metamidofos a una dosis de 1.0 L .ha⁻¹ (87.85%), Applaud (buprofezin) a una dosis de 500 gr.ha⁻¹ (86.1%), Karate (lambdacyhalotrina) a una dosis de 400 ml.ha⁻¹ (86.1%), Tambo (profenofos + cipermetrina) a una dosis 1.0 L.ha⁻¹ (85.93%) y finalmente brigada (bifentrina) a una dosis de 500 ml.ha⁻¹ (85.82%).

4.4.5 Características de las avermectinas

Este insecticida es aislado del micelio del hongo *Streptomyces avermiltis*. Desarrollados contra nemátodos, se encontró acción contra ácaros e insectos que atacan vertebrados y mamíferos. En los insectos, la transmisión neuromuscular es mediada por el ácido gama-aminobutírico (GABA). Estos insecticidas ejercen su acción imitando la función del GABA, bloqueando el flujo clorinado que depende del GABA hacia el complejo acarreador de iones de su receptor clorinado (Lagunes y Villanueva, 1994).

Kumar y Poehling (2007), estudiaron los efectos de insecticidas naturales como la abamectina, azaridactina y spinosad en diferentes etapas de desarrollo de la mosca blanca, en tomate de invernadero. La abamectina evitó la oviposición en hojas de tomate. Los plaguicidas influyeron en la eclosión del huevo y murieron después de 24 horas de realizar la aplicación. La máxima mortalidad se encontró después de 10 a 15 días de la aplicación.

Pluschkeil *et al.*, (1999) estudiaron el efecto de la milbamectina, parecida a la avermectina. Se observó su toxicidad sobre mosca blanca en condiciones de laboratorio y campo. Los resultados obtenidos en laboratorio, indican que afectó el primer instar de *B. tabaci*, las ninfas fueron poco afectadas. Es un insecticida altamente fotodegradable. A una dosis de 2 mg de i.a. L⁻¹ en combinación con un aceite mineral presenta una actividad residual del 67% de mortalidad de adultos de mosca blanca 10 días después de la aplicación. En campo se comparó el efecto de milbamectina, cipermetrina y sin tratar, resultando ser mas efectiva la milbamectina, aun sin adicionarle aceite mineral. No afecta a los enemigos naturales. La adición de aceite mineral incrementa su efecto sobre adultos y ninfas. Con respecto al control de minadores, la información es poca, sin embargo Kaspi y Parella (2005), indican que la abamectina sigue siendo uno de los insecticidas más usados para su control en hortalizas.

4.4.6 Características de los insecticidas neonicotinoides

El uso de insecticidas neonicotinoides ha crecido considerablemente. El imidacloprid se introdujo en el mercado en 1991. Actualmente siete ingredientes activos se encuentran conformado esta clase de insecticidas. Para el control de mosca blanca (*Bemisia tabaci* y *Trialeurodes vaporariorum*), estos productos deben ser usados bajo el concepto de manejo integrado de plagas, ya que pueden crear resistencia (IRAC, 2009).

El insecticida de este tipo mimetiza a la acetilcolina, al combinarse con el receptor de la Acetil Colina en la membrana postsináptica de la unión neuromuscular. El receptor acetilcolínico, es un sitio de acción en la membrana postsináptica, que reacciona con la acetilcolina alterando la permeabilidad de las membranas, la actividad del insecticida ocasiona la generación de nuevos impulsos que provocan contracciones espasmódicas, convulsiones y la muerte (Lagunes y Villanueva, 1994). Muestran muy buen control de insectos picadores y chupadores, ya que tienen la capacidad de actuar como de ingestión y contacto, cuando se aplican al suelo, son transportados mediante el xilema (Maiefisch *et al.*, 2001; citado por Fuentes-Contreras *et al.*, 2005).

Los neonicotinoides comprenden siete ingredientes activos comúnmente comercializados: imidacloprid, acetamiprid, nitenpyram, thiamethoxam, thiacloprid, clothianidin y dinotefuran. Los perfiles técnicos y las principales diferencias entre los insecticidas neonicotinoides, incluido su espectro de eficacia, son; el uso para el control de vectores, las propiedades y versatilidad de aplicación en el tratamiento de semillas. Se están desarrollando formulaciones con piretroides y otros insecticidas con el objetivo de ampliar el espectro de los neonicotinoides (Elbert *et al.*, 2008).

Diversos investigadores se están enfocando al estudio del efecto de los neonicotinoides en el control de plagas de las hortalizas, como el tomate, es por

esto que el IRAC en el 2007, realizó un experimento en el laboratorio, aplicando diferente concentración de imidacloprid a adultos de mosca blanca. De acuerdo a la fórmula de Abbott, encontró que a 0.06 ppm el porcentaje de mortalidad fue de 2.4 %, a 0.1 ppm fue de 9.5%, a 0.6 ppm fue de 30.0, siendo la concentración de 3 ppm en la que se obtuvo 89.3% de efectividad.

Ozawa *et al.*, (2002) realizaron un experimento para verificar la efectividad de Clotianidina granulado o polvo mojable contra *Liriomyza trifolii* (Burguess) en comparación con nitenpyram y acetato. Encontraron que las larvas de minador no se presentaron durante 3 semanas en las hojas de tomate. La aplicación de clothianidina WP fue mas eficaz que acetato WP y flufenoxuron CE, y la mortalidad de larvas por clothianidina estuvo entre 36.6 y 54.2%. Este autor consideró que clothianidina tiene el potencial para convertirse en uno de los principales insecticidas en el cultivo de tomate.

Por su parte Scotta *et al.* (2006) realizaron evaluaciones con insecticidas del grupo de los neonicotinoides para el control de mosquita blanca en tomate en campo e invernadero. En los tratamientos en campo, la aplicación de thiametoxam a 10 g de l. a en 100 L⁻¹ el cual produjo una reducción de adultos del 36 al 97% entre 3 y 14 días después del tratamiento. Por su parte, el imidacloprid con 10 g de l. a en 100 L⁻¹ y tiacloprid con 24 g de l. a en 100 L⁻¹ con una eficacia del 32 al 36% en el mismo periodo. Thiametoxam provocó la máxima mortalidad de ninfas en un 86% con respecto al testigo después de siete días de la aplicación del tratamiento. Imidacloprid y tiacloprid causaron una mortalidad del 61%. La mayor acción insecticida de thiametoxam en adultos y ninfas pudo deberse a que este ingrediente activo se metaboliza en clotianidina, cuyo compuesto tiene una actividad 100 veces mayor sobre la enzima acetil colinesterasa que el imidacloprid (Mainesfisch *et al.*, 2001; Nauen *et al.*, citado por Scotta *et al.*, 2006). En invernadero, el tratamiento con acetamiprid (10 g l.a 100 L⁻¹) redujo la población de adultos de mosca blanca en un 60 a 70 % a los 3 días después del tratamiento, con un periodo de 13 días

de residualidad en el cultivo. Imidacloprid y tiacloprid a 15 y 50 g.i.a. 100 L⁻¹ causan una mortalidad inicial de adultos de 37 %, no se observó efectos importantes posteriormente, solamente durante tres días después de la observación. La aplicación de acetamiprid produjo una disminución de la población de ninfas del 75% 7 días después de la aplicación. Los demás tratamientos no tuvieron diferencias con el testigo.

Autores como Wang *et al.*, (2003) realizaron estudios en laboratorio con ninfas y adultos de *Trialeurodes vaporariorum* para determinar la toxicidad de varios insecticidas como abamectina, buprofezin, imidacloprid, acetamiprid, fenpropatrin y profenotós. Todos los insecticidas fueron tóxicos en huevecillos de 6 días de edad y ninfas del primer instar. La abamectina fue más tóxica en huevecillos y ninfas. Segundo de imidacloprid, acetamiprid, buprofezin, fenpropatrin y profenotós. El imidacloprid fue el más tóxico para adultos, seguida de acetamiprid, buprofezin, abamectina, fenpropatrin y profenotós.

Otros investigadores como Horowitz *et al.*, (1998) realizaron ensayos bajo condiciones de laboratorio y de campo con dos acetamiprid e imidacloprid, contra la mosca blanca, utilizando aplicaciones foliares y sistémicas. Bajo condiciones controladas la actividad ovicida en aplicaciones foliares de acetamiprid en plantas de algodón fue mucho mayor que el imidacloprid en algodón, aproximadamente 18 veces. En condiciones de campo, en plantas de algodón, el efecto residual de la aplicación foliar de 60 g de i.a. ha⁻¹ de acetamiprid y 210 g de i. a. ha⁻¹ de imidacloprid, fue de 10 días aproximadamente en el acetamiprid y en imidacloprid fue de tres días.

4.4.7 Características de los insecticidas diamidas antranílicos (rynaxypyr)

El tallo del arbusto *Ryania speciosa* Vahl, fué introducido como material insecticida. El tallo de la planta era finamente molido y utilizado como polvo seco (en un 30-40%), o bien; pulverizado como una suspensión acuosa. Su actividad se descubrió durante un examen sistemática de plantas con propiedades insecticidas. La mayor aplicación de ryania ha sido en América, donde se ha comprobado ser eficaz para el control del barrenador del maíz (*Ostrinia nubilalis*) (Fevell, 1965), y contra el barrenador de la caña de azúcar (*Diatraea saccharalis*) (Lagunes y Villanueva, 1994). Un componente activo ha sido aislado; el alcaloide ryanodina, el cual es extraído fácilmente de la madera con agua o solventes orgánicos (Fevell, 1965), excepto éter de petróleo y benceno (de Ong, 1947). Se considera que tiene excelente acción en los insectos, actuando de contacto e ingestión, contra larvas de lepidópteros (Vélez, 1977).

La rianodina es un compuesto molécula sintética la cual actúa activando a las RYR, debido a lo anterior se desarrolló un insecticida de amplio espectro de acción, principalmente de lepidópteros (Lahm *et al.*, 2005).

De manera comercial Coragen® 20 SC, es un insecticida de acción rápida contra larvas de lepidópteros, minadores y ninfas de mosca blanca en el cultivo de tomate y además de otros cultivos hortícola importantes. Ejerce un tiempo largo de control de 14 a 21 días, un tiempo de espera de reentrada al cultivo de cuatro horas y un corto tiempo aplicación a la cosecha. Puede ser aplicado de forma foliar o en sistema de riego al suelo, lo que contribuye a la protección de fauna benéfica dentro del agroecosistema del cultivo y un bajo impacto negativo en el ambiente. Está formulado con el ingrediente activo rynaxypyr, el cual, corresponde al grupo químico de las Diamida antranílico con un nuevo mecanismo de acción sobre los receptores de la ryanodina. Su modo de acción

Chlorantraniliprole es un insecticida efectivo en lepidópteros y hemípteros. Dentro de este último orden se encuentra las especies de mosquita blanca (*Bemisia tabaci* y *B. argentifolii*). Portillo *et al.*, (2006), indica que existe diferencia en el nivel de control de mosca blanca con diferentes métodos de aplicación (foliar y en riego), por la capacidad de movimiento trasladar en aplicación foliar, intensidad de infestación y el tiempo de aplicación en relación a la presión de la plaga. Este mismo autor indica que ejerce un control en ninfas

Se recomienda no hacer más de dos aplicaciones consecutivas en la temporada, de decir, no más de 90.7 gramos por cultivo por temporada. Así mismo evitar insecticidas con el mismo mecanismo de acción con el fin de evitar generar resistencia de la plaga al insecticida (Dupont, 2008).

Rynaxypyr (Chlorantraniliprole) es el primer miembro del grupo de las diamidas antranilicas sintetizado a partir de la rianodina, con excepcional efectividad contra lepidópteros, ejerce su acción al incitar la liberación descontrolada de calcio al realizarse la unión con el receptor de rianodina celular de los insectos, ocasionado contracciones musculares y parálisis (Lahm *et al.*, 2005). Afecta directamente los músculos impidiendo su contracción y ocasionalmente parálisis aunque se desconoce como la provoca (Lagunes y Villanueva, 1994). Chlorantraniliprole tiene baja toxicidad en mamíferos y algunos insectos son 500 veces más susceptibles (Córdoba *et al.*, 2006).

huidobrensis y *L. langei* (Dupont, 2008). insectida. Ejerce control sobre todas especies de *Liriomyza* excepto para *L.* en el estado larvario, fase en los que son de mayor susceptibilidad al vulnerable; para el caso de mosquita blanca en la etapa de ninfas y minadores aplicaciones, cuando los insectos se encuentran en la fase de desarrollo llegando a morir en un rango de tiempo de 1 a 3 días. Se recomienda hacer las expuestos los insectos a rynaxypyr, estos se paralizan y dejan de comer, es por contacto e ingestión por parte del insecto. Después de haber sido

de mosca blanca a través de la ingesta del insecticida, en los adultos la conducta de alimentación y reproducción se ve afectada.

Schuster *et al.* (2006) realizaron un experimento para evaluar la efectividad y actividad residual de rynaxypyr de *Bemisia argentifolii* (= *Bemisia tabaci* Biotipo B) bajo condiciones de invernadero estudiando el proceso de transmisión del virus Tomato yellow leaf curl virus (TYLCV). Se realizaron aplicaciones foliares y en drench en plántulas, trasplantadas siete días después del tratamiento en drench y un día después de la aplicación foliar. La presencia o ausencia de TYLCV se confirmó mediante PCR después de tres semanas. Rynaxypyr no fue tan efectivo al eliminar los adultos de mosca blanca y reducción de la transmisión del virus como el estándar observado en pymetrozine aplicado de manera foliar o el imidacloprid en drench. Sin embargo, el efecto de la aplicación foliar de rynaxypyr fue significativo e igualmente comparable con el nivel de control obtenido con los neonicotinoides en campo.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Localización del área de estudio.

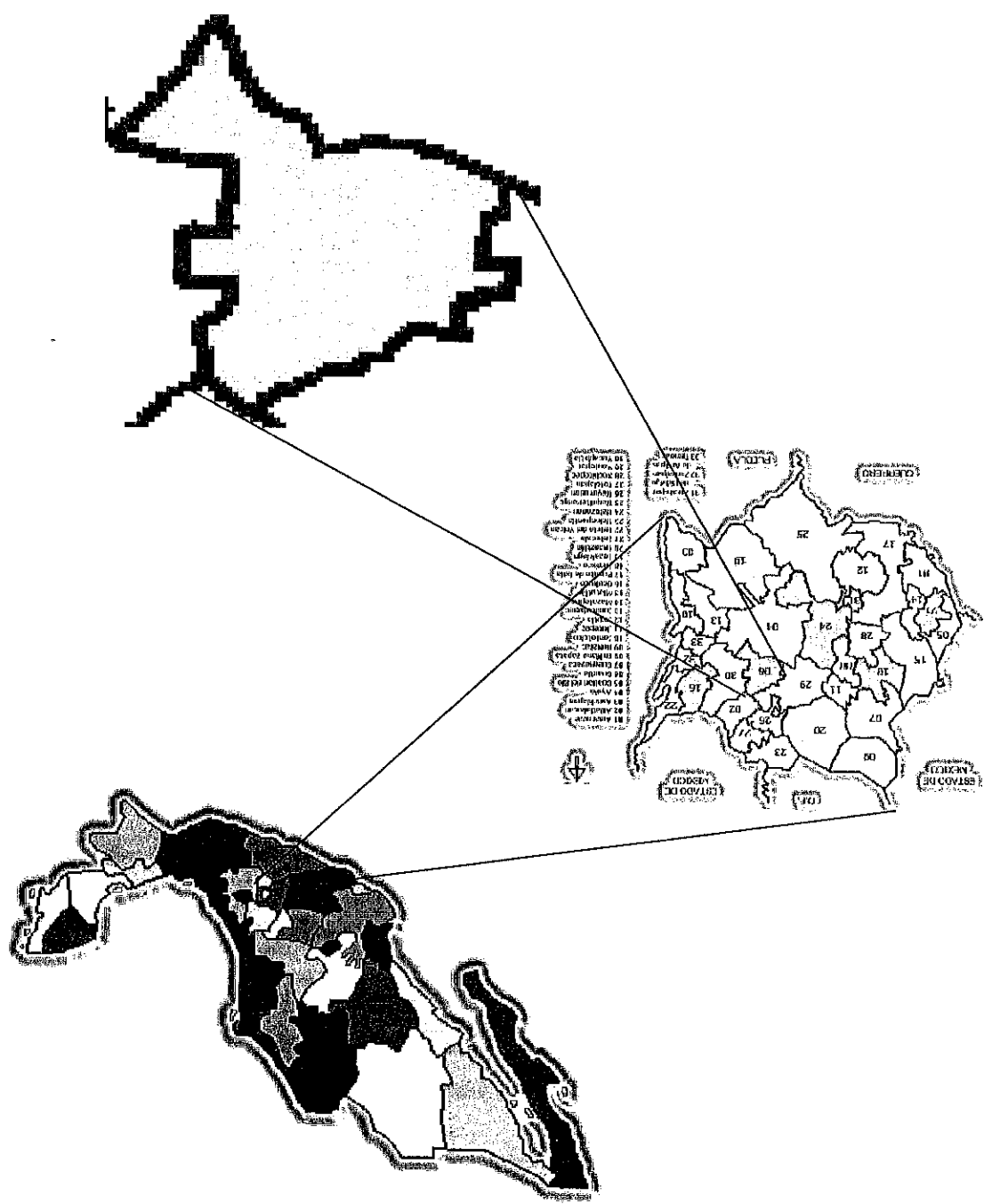
El experimento se estableció el día ocho de abril del 2008 al 17 de mayo del mismo año, en el municipio de Cuautla, Morelos, México.

El municipio de Cuautla, se localiza en la parte oriente del estado. Se encuentra entre las coordenadas: al norte 18° 19', al sur 18° 49' de latitud norte; al este 98° 57'; al oeste 99° 01' de longitud oeste (Figura 13). Se encuentra a una altura de 1,300 m.s.n.m. Con una precipitación pluvial promedio anual de 800 – 1000 mm. El tipo de clima predominante es de tipo (aw) cálido subhúmedo con lluvias en verano y temperaturas promedio de 20.5 grados centígrados. Con suelos predominantes del tipo redzina, con capa superficial blanda de color oscuro rica en materia orgánica y nutriente. Tiene colindancias con los municipios de Yautepac, Atlaltlahucan, Yecapixtla y Ayla (SEGOB, 2005).

5.2 Diseño del experimento

El transplantante del tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) variedad yaqui, se realizó el día ocho de abril del 2008, en condiciones de campo abierto a una distancia entre surcos de 1.2 m y 0.3 m, de separación entre plantas. La unidad experimental estuvo constituida por tres surcos, cada uno con un ancho de 1.2 m y 6 m de largo, con un total de 21.6 m² de superficie. La primera aplicación de los tratamientos se efectuó el día 18 de abril del mismo año. En este experimento se usó un diseño de bloques completos con tratamientos aleatorizados, aplicando 11 tratamientos (Cuadro 6) y cuatro repeticiones (Figura 14), de los cuales uno fue testigo regional y otro testigo absoluto sin aplicación.

Figura 13. Localización del experimento en el municipio de Cuautla, Morelos, México.



Cuadro 6. Tratamientos evaluados para el control de ninfas de mosca blanca y larvas de minador en el cultivo de tomate.

Trat	Ingrediente	Producto	Dosis, ha ⁻¹	I.a. ha ⁻¹	Intervalo de aplicación
1	Rynaxypyr + Acetamiprid	Coragen® 20 SC + Rescate® 20 SP	0.125 L + 0.25 Kg	2.3 gr **	3 aplic. cada 8 días
2	Rynaxypyr + Clothianidin	Coragen® 20 SC + Clutch® 50 WDG	0.125 L + 0.2 Kg	2.3 gr	3 aplic. cada 8 días
3	Rynaxypyr + Thiamethoxam	Coragen® 20 SC + Actara® 25 WG	0.125 L + 0.2 Kg	2.3 gr	3 aplic. cada 8 días
4	Rynaxypyr + Lambda-cyhalotrina	Coragen® 20 SC + Karate Zeon® 5CS	0.125 L + 0.6 L	2.3 gr	3 aplic. cada 8 días
5	Rynaxypyr + Abamectina	Coragen® 20 SC + Agrimec® 1.8% CE	0.125 L + 0.6 L	2.3 gr	3 aplic. cada 8 días
6	Rynaxypyr + Oxamyl	Coragen® 20 SC + Vydate® L	0.125 L + 2.5 L	2.3 gr	3 aplic. cada 8 días
7	Rynaxypyr	Coragen® 20 SC	0.125 L	2.3 gr	3 aplic. cada 8 días
8	Imidacloprid + Cyflutrin	Leverage®	0.3 L	57.6 gr	3 aplic. cada 8 días
9	Thiamethoxam + Lambda-cyhalotrina	Actara® 25 DW + Karate Zeon® 5 CS	0.2 Kg + 0.6 L	50 gr	3 aplic. cada 8 días
10	Testigo regional	Tres mezclas*	Diferente	Diferente	3 aplic. cada 8 días
11	Testigo absoluto	Sin aplicar	Sin aplicar	Diferente	Sin aplicar

En cada aplicación se agregó a la mezcla 2 ml Dyne-Amic® (Polyaquilenoóxido) como surfactante.

* En cada aplicación se utilizó mezclas diferentes:

Primera aplicación: Karate Zeon® 5 CS + Endosulfan® 3 CE (Lambda-cyhalotrina + Endosulfan) a dosis de 0.4 L.ha⁻¹ y 1.0 L.ha⁻¹ (20 gr + 360 gr de i.a. ha⁻¹) respectivamente.
 Segunda aplicación: Talstar® 100 CE + Saf T Side® (Bifentrina + Aceite parafínico de petróleo) a dosis de 0.25 L.ha⁻¹ y 0.8 L.ha⁻¹ (25 gr + 640 gr de i.a. ha⁻¹) respectivamente.
 Tercera aplicación: Karate Zeon® 5 CS + Agrimec® 1.8 CE (Lambda-cyhalotrina + Abamectina) a dosis de 0.4 L.ha⁻¹ y 0.4 L.ha⁻¹ (20 gr + 7.2 gr de i.a. ha⁻¹) respectivamente.

** Dupont, 2008. <http://www.tifton.uga.edu/Veg/Alerts/CoragenLabel.pdf>

Se utilizaron insecticidas con formulaciones sólidas (gránulos y polvo soluble en agua) y formulaciones líquidas (suspensión, solución y concentrado).

5.3 Aplicación de tratamientos

Figura 14. Distribución de los tratamientos en un diseño de bloques completos al azar para la evaluación de efectividad biológica de insecticidas para el control de ninfas de mosca blanca y larvas de minador en el cultivo de tomate.

BLOQUE I		BLOQUE II		BLOQUE III		BLOQUE IV	
T11	T17	T8	T1	T10	T10	T12	
T2	T3	T2	T4	T6	T1		
T8	T2	T6	T10	T1	T11	T4	
T9	T3	T5	T7	T5	T2		T10
T9	T3	T5	T7	T5	T2		T10
T3	T1	T7	T5	T2	T11		
T4	T8	T6	T9	T11			
T1	T11	T6	T4	T8		T2	
T9	T3	T10	T6	T7			

La mayoría de los ingredientes activos usados en la investigación presentan un movimiento acropetal y translaminar en la planta y otros solamente quedan depositados sobre la misma planta. Su modo de acción en el insecto es por contacto e ingestión y de diferente mecanismo de acción (Cuadro 6 y Apéndice 1).

Se hicieron tres aplicaciones de tratamientos a intervalos de ocho días, lapso que cubrió parte de la fase vegetativa de la planta de tomate. La primera aplicación se llevó a cabo el día 18 de abril; la segunda, el día 26 de abril y la tercera el 03 de mayo del 2008.

La cantidad de producto aplicado se obtuvo al extrapolar la dosis comercial por hectárea a la superficie de la parcela experimental. Se usó un equipo de aspersión de aire comprimido de CO₂ y una boquilla con punta Conejet TXVS-8 con la finalidad de mantener una presión constante de 40 PSI (3 bar) y un gasto homogéneo en cada unidad experimental. Se calibró el equipo de aspersión para aplicar un volumen de agua adecuado para cubrir en su totalidad el área foliar de las plantas tratadas en cada aplicación; durante la primera se aplicaron 87 litros por hectárea, en la segunda 144.7 litros por hectárea y finalmente en la tercera 231.5 litros por hectárea.

5.4 Parámetros de evaluación

Se efectuaron cuatro evaluaciones. La primera corresponde a la evaluación previa (18 de abril) y en las tres restantes (26 de abril, 03 y 10 de mayo de 2008) se evaluó el efecto de aplicación de los tratamientos.

Antes de realizar la primera aplicación de tratamientos, se hizo un muestreo previo y representativo en cada una de las unidades experimentales para saber el nivel de infestación de ninfas de mosca blanca y larvas de minador, con la finalidad de conocer su nivel de distribución y homogeneidad y poder comparar

la población inicial y final durante el tiempo de evaluación del experimento, para establecer el porcentaje de efectividad de los tratamientos aplicados.

En cada evaluación se efectuó un conteo directo de ninfas de mosca blanca, revisando el envés de los folíolos de una hoja en desarrollo de la parte media de cada una de las cinco plantas de tomate seleccionadas al azar dentro de cada parcela útil.

El conteo de larvas de minador se hizo de manera indirecta en cinco plantas, mediante la identificación de larvas vivas dentro de las minas "transparentes" en las hojas de tomate, contando el número de larvas en el envés de dos folíolos de una hoja de la parte media de la planta, número que finalmente se promedió para obtener un valor por folíolo.

5.5 Análisis de datos

La información obtenida se analizó por medio de un análisis de varianza (ANOVA) mediante el paquete de análisis estadístico de SAS (Statistical Analysis System) y la comparación de medias se realizó a través de la prueba de Tukey con un $\alpha = 0.05$. Para obtener el porcentaje de efectividad biológica de los ingredientes activos y mezclas de los insecticidas evaluados, se aplicó la fórmula establecida por Abbott en 1925.

$$\% \text{ de Efectividad} = [(A-B)/A] * 100$$

A= Número promedio ninfas de mosca blanca o larvas de minador vivos en el testigo después de la aplicación de producto insecticida en el ensayo.

B= Número promedio de ninfas de mosca blanca o larvas de minador vivos en el tratamiento de ensayo después de la aplicación del producto insecticida.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Control de ninfas de mosca blanca (*Bemisia* spp)

6.1.1 Evaluación previa

Esta evaluación se llevó a cabo con la finalidad de conocer el nivel de infestación de las plantas a los 10 días de haber sido trasplantada. Para el presente estudio se consideró el número de ninfas de mosca blanca en un folio de la hoja de tomate. Al momento de realizar esta evaluación hubo presencia de adultos de mosca blanca en las mismas hojas donde se hizo el conteo de las ninfas. Durante el periodo transcurrido desde el establecimiento en campo de la plantas (trasplante) hasta el momento de la evaluación previa, únicamente se observó la presencia de adultos de mosca blanca, que arribaron de los alrededores del lugar ocupado por la parcela experimental.

Debido a los requerimientos de tipo estadístico y a la nula presencia de ninfas de mosca blanca en las unidades experimentales durante el muestreo previo fue imposible realizar el análisis de varianza (Cuadro 7). Con base en lo anterior se consideró que las condiciones generales para iniciar la prueba de efectividad biológica fueron homogéneas, tal circunstancia apoyó el posterior análisis de efectividad mediante la prueba de Abbott.

6.1.2 Primera evaluación

Esta evaluación se llevó a cabo ocho días después de haber aplicado los tratamientos. Con los datos obtenidos se realizó el análisis de varianza, encontrándose que con un $\alpha = 0.05$ (Apéndice 3) no hubo diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ($P > F = 0.7104$). Lo anterior se confirmó al realizar la prueba de medias Tukey (Cuadro 7).

No hubo presencia de ninfas de mosca blanca durante la evaluación previa, pero si de adultos. Lo anterior permite pensar que el número de ninfas de mosca blanca cuantificadas en esta evaluación se debió a que el efecto de los tratamientos aplicados fueron similares sobre los adultos, es decir, no hubo un control total. Es factible considerar otros aspectos que contribuyeron en el desarrollo y presencia de ninfas durante esta evaluación, tales como; que la mosca blanca tiene un ciclo de vida relativamente corta y la habilidad de la hembra de ovipositar aproximadamente 300 huevecillos de manera aislada por generación y en conjunto con las condiciones ambientales en la que según Ortega (1992) y Saunders, *et al.*, (1999) a temperatura de 30° C, los huevecillos eclosionan alrededor de los cinco días, estos datos coinciden con las temperaturas que se presentaron en el periodo de evaluación, las cuales

Promedios de número de ninfas de mosca blanca con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $\alpha = 0.05$).
8DD1A = 8 días después de la primera aplicación, 8DD2A = 8 días después de la segunda aplicación.
8DD3A = 8 días después de la tercera aplicación.

Trat	Promedio de ninfas de mosca blanca						Eficacia Abbott (%)		
	Ev. Prev.	8DD 1A	8DD 2A	8DD 3A	8DD 1A	8DD 2A	8DD 3A		
T1	0.0	7.35 a	0.90 a	7.00 a	0.0	71.0	39.4		
T2	0.0	9.35 a	4.90 a	8.55 a	0.0	0.0	26.0		
T3	0.0	10.00 a	1.45 a	11.20 a	0.0	53.2	3.0		
T4	0.0	13.05 a	3.90 a	6.10 a	0.0	0.0	47.2		
T5	0.0	14.00 a	2.20 a	9.55 a	0.0	29.0	17.3		
T6	0.0	8.10 a	1.50 a	11.55 a	0.0	51.6	0.0		
T7	0.0	15.70 a	5.10 a	33.68 a	0.0	0.0	0.0		
T8	0.0	9.05 a	2.20 a	3.60 a	0.0	29.0	69.0		
T9	0.0	3.25 a	2.00 a	7.20 a	52.0	35.5	37.7		
T10	0.0	18.35 a	3.15 a	38.45 a	0.0	0.0	0.0		
T11	0.0	6.75 a	3.10 a	11.55 a	0.0	0.0	0.0		

Cuadro 7. Comparación de medias de ninfas de mosca blanca presentes en un folio de cada hoja de la planta de tomate y su porcentaje de eficacia con base a la fórmula de Abbott (1925).

estuvieron alrededor de los 25° C como promedio y 34° C como máximo (Apéndice 2).

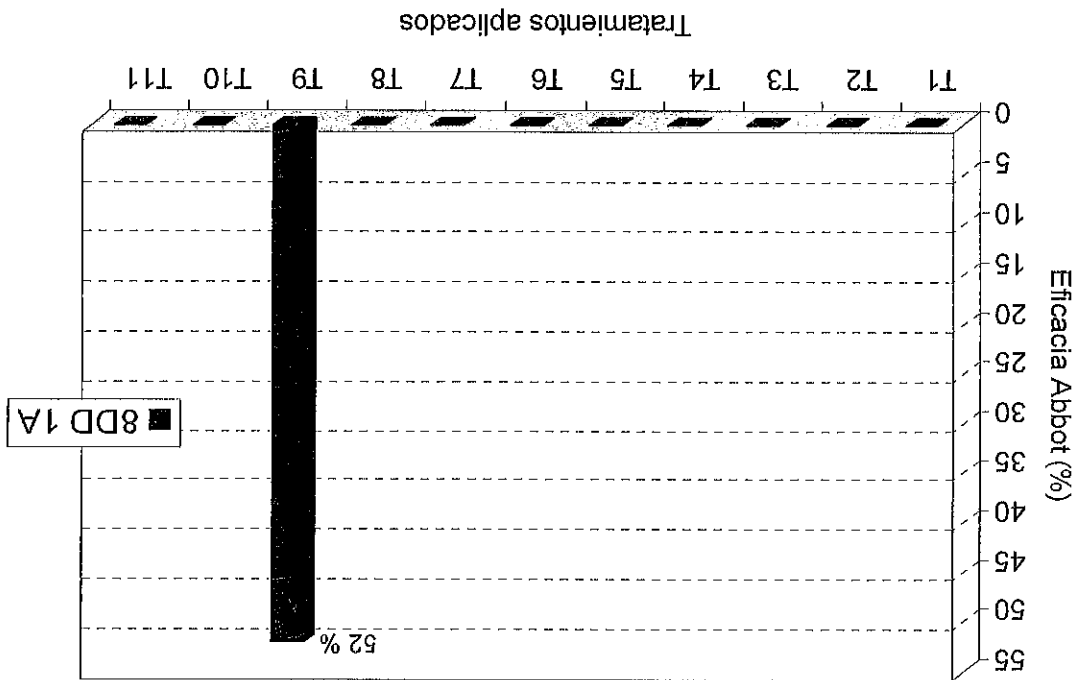


Figura 15. Efectividad biológica de los tratamientos en el control de ninfas de mosca blanca a los ocho días después de la primera aplicación (8DD 1A).

En esta evaluación se puede observar que el tratamiento 9 (Thiametoxam + Lambda-cyhalotrina a dosis de 50 y 30 gr de i.a.h⁻¹, respectivamente) es el único que ejerció un impacto sobre las ninfas de mosca blanca, el cual presentó un 52% de efectividad biológica sobre el control de ninfas con respecto al testigo absoluto (sin aplicación) (Figura 15). Dicho resultado es debido a la acción conjunta de los dos ingredientes activos usados en la mezcla en este tratamiento. El resultado obtenido concuerda con lo encontrado por Scotta *et al.* (2006) indicando que el thiametoxan a una dosis de 10 gr de i.a en 100 litros de agua provocó una mortalidad de ninfas en un 86% con respecto al testigo después de siete días de la aplicación del tratamiento. Por su parte Mainesfisch *et al.*, (2001); citado por Scotta *et al.*, (2006) mencionan que esta acción pudo haber sido por la capacidad de este ingrediente activo en metabolizarse a clothianidina la cual ejerce una actividad mayor sobre la enzima Acetil

En esta evaluación hubo una reducción de alrededor del 70% en el número de ninfas por folio (Cuadro 7) con respecto a la evaluación anterior, por ejemplo el tratamiento 9 (Thiametoxam + Lambda cyhalotrina a dosis de 50 y 30 gr de i.a.h⁻¹, respectivamente) redujo la población de ninfas en un 38%, fue el tratamiento con menor población dado que desde la primera evaluación había disminuido. La razón del efecto de los ingredientes activos ya fue explicado anteriormente. Por su parte el tratamiento 1 (Rynaxypyr + Acetamiprid a dosis de 2.3 y 50 gr de i. a. h⁻¹, respectivamente) provocó la reducción de ninfas de mosca blanca en un 88% con respecto a la primera evaluación. Esto implica

Se llevó a cabo a los ocho días después de la segunda aplicación y 16 días después de la primera. Con los datos obtenidos se hizo el análisis de varianza (ANOVA) con un $\alpha = 0.05$ (Apéndice 4), encontrándose que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ($Pr > F = 0.2226$). Lo anterior se confirmó al realizar la prueba de medias Tukey (Cuadro 7).

6.1.3 Segunda evaluación

El uso de la mezcla de estos dos ingredientes activos produce expectativas, ya que considerando sus distintos mecanismos de acción (Apéndice 1), favorece su incorporación en un programa de manejo integrado de la mosquita blanca, contribuyendo de esta manera a evitar el incremento de resistencia a los insecticidas aplicados en esta plaga. el presente ensayo.

Colinesterasa con respecto a otros insecticidas como el imidacloprid. Es resultado ya que contribuyó en gran medida al control de ninfas de mosca blanca tal como Marciano y Gonzales (1992) lo indican en el resultado de su experimento para el combate de ninfas, quienes encontraron que este insectida por si solo ejerció un control del 86% en dosis similares aplicadas en

que en todos los tratamientos hubo un efecto reduccional en el número de ninfas de mosca blanca en cada folio de la planta de tomate muestreada. Incluso, en el tratamiento testigo hubo disminución en el número de ninfas. Lo anterior puede ser explicado por que en este periodo ocurrieron lluvias en el área de estudio (Apéndice 2), afectando el nivel poblacional de adultos de mosca blanca y por ende el número de huevos y ninfas presentes.

En esta evaluación se puede observar que el tratamiento 1 (Rynaxypyr + Acetamiprid a dosis de 2.3 y 50 gr de i. a. h⁻¹, respectivamente) tuvo un 71% de efectividad biológica sobre el control de ninfas de mosca blanca con respecto al testigo absoluto (sin aplicación) (Figura 16). Dicho efecto es debido a la acción conjunta de los dos ingredientes activos usados en la mezcla de este tratamiento. Algunas recomendaciones indican que el momento oportuno para realizar las aplicaciones de rynaxypyr es durante la etapa más vulnerable de la mosca blanca, es decir, en etapa ninfal, siendo la fase en la que se ejerce mayor efectividad el control de esta plaga (Dupont, 2008). Aunado a lo anterior Portillo *et al.*, (2006), indican que el rynaxypyr tiende a moverse en forma transaminar entre las hojas de la planta cuando se realizan aplicaciones foliares ejerciendo un control en ninfas de mosca blanca a través de la ingesta del insecticida. Por su parte el Acetamiprid es un ingrediente activo que produce una acción muy importante en el control de ninfas. El acetamiprid produce toxicidad sobre huevecillos de seis días de edad y ninfas de mosca blanca del invernadero (*Trialeurodes vaporariorum*) (Wang *et al.*, 2003). Los resultados anteriores también coinciden con los obtenidos por Horowitz *et al.*, (1998), los cuales indican que el acetamiprid en condiciones de campo con asperciones foliares de 60 g de i. a. ha⁻¹ en el cultivo de algodón ejerce una acción residual por aproximadamente 10 días. Por su parte Scotta, *et al.*, (2006) afirman que el acetamiprid produce una disminución de ninfas de mosca blanca que ataca al tomate por alrededor del 75% después de siete días de la aplicación. Esta cualidad pudo haber sido un factor que permitiera obtener los resultados observados en el T1 (Figura 16).

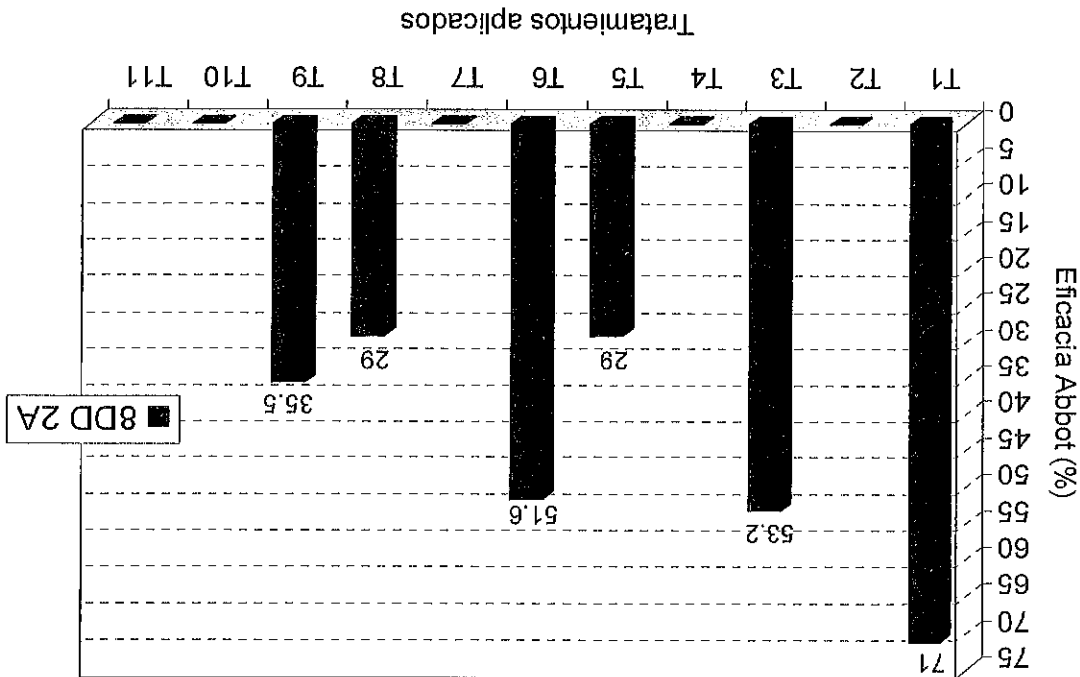
Los tratamientos 9 (Thiametoxam + Lambda cyhalotrina a dosis de 50 y 30 gr de i. a. h^{-1} , respectivamente), tratamiento 5 (Rynaxypyr + Abamectina a dosis de 2.3 y 10.8 gr de i. a. h^{-1} , respectivamente) y tratamiento 8 (Imidacloprid + Cyflutrin a dosis de 57.6 y 39.6 gr de i. a. h^{-1} , respectivamente), ejercieron un control menor al 50% de efectividad biológica en ninfas de mosca blanca

(Figura 16).

Por su parte, el tratamiento 3 (Rynaxypyr + Thiametoxam a dosis de 2.3 y 50 gr de i. a. h^{-1} , respectivamente) produjo una efectividad biológica del 53.2% en el control de ninfas de mosca blanca. Los resultados obtenidos son debidos a las características que presentan el rynaxypyr y thiametoxam por separado. Un efecto similar se presentó en el tratamiento 6 (Rynaxypyr + Oxydemeton-Methyl a dosis de 2.3 y 600 gr de i. a. h^{-1} , respectivamente) ejerciendo un control de ninfas de mosca blanca por alrededor del 51.6% en comparación con el testigo absoluto

(Figura 16).

mosca blanca a los ocho días después de la segunda aplicación (8DD 2A).



6.1.4 Tercera evaluación

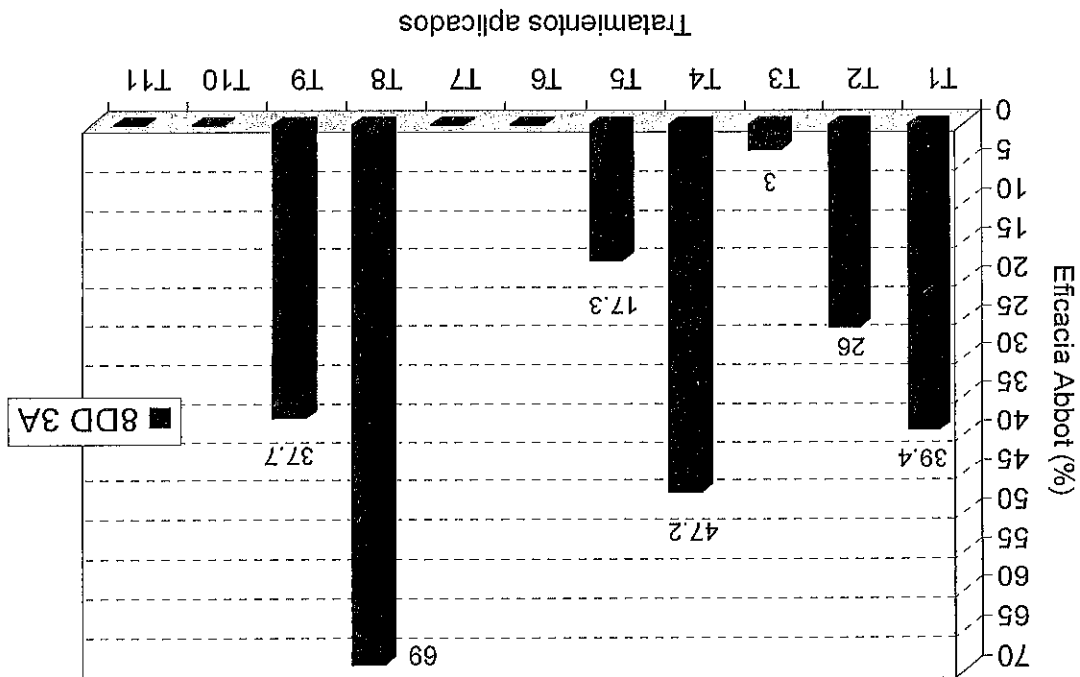
Se llevó a cabo a los ocho días después de la tercera aplicación, 16 días después de la segunda y 24 días después de la primera. Con los datos obtenidos se hizo el análisis de varianza (ANOVA) con un $\alpha = 0.05$ (Apéndice 5), encontrándose que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ($P_r > F = 0.0664$). Lo anterior se confirmó al realizar la prueba de medias Tukey (Cuadro 7).

Se observó un incremento significativo del número de ninfas en el envés de los folíolos muestreados en cada una de las unidades experimentales (Cuadro 7). En los resultados de esta evaluación se puede observar que el tratamiento 8 (imidacloprid + Cyfluthrin a dosis de 57.6 y 39.6 gr de i. a. h⁻¹, respectivamente), el cual es un producto comercial formulado como mezcla, tuvo un 69% de efectividad biológica sobre el control de ninfas de mosca blanca con respecto al testigo absoluto (sin aplicación) (Figura 17). Lo anterior es congruente con lo que reportan Wang *et al.*, (2003) indicando que el imidacloprid es demasiado tóxico para adultos de mosca blanca, lo cual lleva a inferir que el efecto sobre el control de ninfas se hizo de forma indirecta a través de la supresión de los adultos, siendo el imidacloprid el ingrediente activo más eficaz para su combate en esta etapa de desarrollo de la plaga. Por su parte, el efecto primario del cyfluthrin al ocasionar el derribe de los insectos voladores ejerciendo una acción importante en el proceso de potenciación en mezcla con imidacloprid, siendo este de acción más tardada por su movimiento sistémico en la planta.

de las dos primeras evaluaciones. En los otros tratamientos se obtuvieron porcentajes de efectividad biológica inferiores al 50% en el control de ninfas de mosca blanca (Figura 17).

El resultado obtenido en la evaluación del tratamiento 4 (Rynaxypyr + Lambda cyhalotrina a dosis de 2.3 y 30 gr de l. a. h⁻¹, respectivamente) produjo un resultado cercano al 50% de efectividad del control de ninfas de mosca blanca. Lo anterior se debe principalmente a los efectos de cada ingrediente activo sobre el control de ninfas los cuales fueron explicados en los resultados

Figura 17. Efectividad biológica de los tratamientos en el control de ninfas de mosca blanca a los ocho días después de la tercera aplicación (8DD 3A).



6.2 Control de larvas de minador (*Liriomyza* spp)

6.2.1 Evaluación previa

Esta evaluación se llevó a cabo con la finalidad de conocer el nivel de infestación de las plantas a los 10 días de haber sido transplantada. Para el presente estudio se consideró el número de larvas vivas de minador dentro de las minas de los folíolos de la hoja de tomate.

Se encontraron alrededor de 1.25 a 2.45 larvas de minador por folíolo, con un promedio de dos larvas en cada una de las unidades experimentales (Cuadro 8). Este nivel de infestación se consideró aceptable para el establecimiento y ejecución del estudio, debido a que superaba el umbral económico establecido por algunos investigadores como Spencer (1982), citado por OEPP/EPPPO (2008) el cual menciona que es necesario tomar medidas de combate, cuando se observen 0.7 larvas vivas de minador por folíolo en plantas de tomate, por su parte Webb *et al.*, (2002) son mas estrictos en este sentido ya que indican un umbral económico de 0.7 larvas por cada tres folíolos.

Con los datos obtenidos se hizo el análisis de varianza (ANOVA) con un $\alpha = 0.05$ (Apéndice 6), encontrándose que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ($Pr > F = 0.7187$). Lo anterior se confirmó al realizar la prueba de medias Tukey (Cuadro 8).

Tomando en cuenta los resultados obtenidos en el muestreo y el análisis estadístico en relación al número de larvas de minador, se determinó que las condiciones para iniciar la prueba de efectividad biológica fueron las adecuadas, ya que no hubo diferencia estadísticas con respecto al testigo. Las larvas se encontraban distribuidas de manera uniforme en toda la parcela experimental, tal situación sirvió como base para el posterior análisis de efectividad biológica utilizando la prueba de Abbott.

6.2.2 Primera evaluación

Esta evaluación se llevo a cabo ocho días después de haber aplicado los tratamientos. Con los datos obtenidos se realizó el análisis de varianza encontrándose que con un $\alpha = 0.05$ (Apéndice 7) no hubo diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ($Pr > F = 0.5469$). Lo anterior se confirmó al realizar la prueba de medias Tukey (Cuadro 8).

Cuadro 8. Comparación de medias de larvas vivas de minador dentro de minas presentes en un folio de cada hoja de la planta de tomate y su porcentaje de eficacia con base a la fórmula de Abbott (1925).

Trat	Promedio de larvas vivas de minador						Eficacia Abbot (%)		
	Ev. Prev.	8DD 1A	8DD 2A	8DD 3A	8DD 1A	8DD 2A	8DD 3A		
T1	1.82 a	0.70 a	0.17 a	0.45 a	0.0	43.3	35.7		
T2	1.97 a	0.57 a	0.12 a	0.35 a	15.0	60.0	50.0		
T3	1.52 a	0.65 a	0.30 a	0.55 a	3.0	0.0	21.0		
T4	1.82 a	0.72 a	0.30 a	0.50 a	0.0	0.0	28.5		
T5	2.12 a	0.37 a	0.07 a	0.55 a	45.0	77.0	21.4		
T6	2.07 a	0.52 a	0.15 a	0.45 a	22.0	50.0	35.7		
T7	2.10 a	0.70 a	0.27 a	0.32 a	0.0	10.0	54.0		
T8	1.77 a	0.87 a	0.27 a	0.42 a	0.0	10.0	40.0		
T9	2.45 a	0.62 a	0.22 a	0.65 a	7.46	27.0	7.14		
T10	2.02 a	0.70 a	0.22 a	0.42 a	0.0	27.0	40.0		
T11	1.25 a	0.67 a	0.30 a	0.70 a	0.0	0.0	0.0		

Promedios de número de minas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $\alpha = 0.05$).
 8DD1A = 8 días después de la primera aplicación. 8DD2A = 8 días después de la segunda aplicación.
 8DD3A = 8 días después de la tercera aplicación.

En esta evaluación hubo una reducción del 65% en el número de larvas vivas de minador por folio con respecto a la evaluación previa, por ejemplo, el tratamiento 11 (testigo sin aplicar) se redujo la población larvas de minador en un 38%, fue el tratamiento con menor margen de decremento y con mayor número de larvas en esta evaluación. Por su parte, en el tratamiento 5

(Rynaxypyr + Abamectina a dosis de 2.3 y 10.8 gr de i. a. h⁻¹, respectivamente) provocó el 83% de la reducción de larvas de minador, fue el tratamiento con menor número de larvas presentes en esta evaluación. Todos los tratamientos mantuvieron la población de larvas de minador en el límite del umbral económico (Cuadro 8).

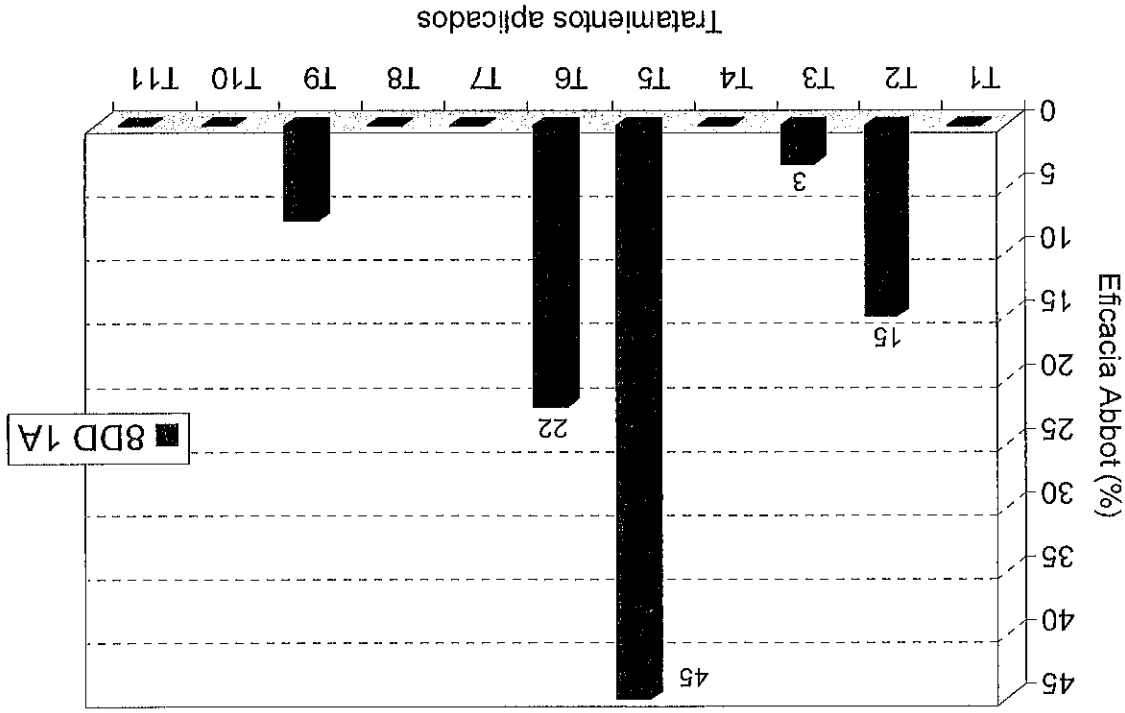


Figura 18. Efectividad biológica de los tratamientos en el control de larvas vivas de minador dentro de minas a los ocho días después de la primera aplicación (8DD 1A).

Los resultados de esta evaluación indican que el tratamiento 5 (Rynaxypyr + Abamectina a dosis de 2.3 y 10.8 gr de i. a. h⁻¹, respectivamente) ejerció un 45% de efectividad biológica sobre el control de larvas de minador con respecto al testigo absoluto (sin aplicación) (Figura 18). Dicho efecto es debido a la acción conjunta de los dos ingredientes activos usados en la mezcla en este tratamiento. Existen pocos estudios en campo sobre la efectividad biológica con abamectina para el control de minador, sin embargo, Kaspi y Parella (2005)

indican que la abamectina sigue siendo uno de los insecticidas más usados para el control de esta plaga en hortalizas. El resultado obtenido coincide con lo que mencionan Bautista *et al.*, (2006) los cuales afirman que se puede realizar aplicaciones de abamectina, a dosis de 0.5 g de i. a. ha⁻¹ cuando se observen 0.25 larvas vivas por cada hoja de tomate. Por su parte el ingrediente activo rynaxypyr es un nuevo insecticida destinado para una gran variedad de familias de insectos, sin embargo, tiene mayor efectividad en lepidópteros y larvas de minador (Dupont, 2008). Ambos ingredientes activos presenta propiedades favorables para combatir larvas de minador dentro de sus minas por sus movimientos sistémico y translaminar.

El tratamiento 6 (Rynaxypyr + Oxamyl a dosis de 2.3 y 600 gr de i.a. h⁻¹, respectivamente) tuvo un 22% de efectividad biológica sobre el control de larvas, reduciendo en un 75% la población por folio con respecto al muestreo previo. Resultados similares a este presente trabajo fueron obtenidos en Masís-Chacon (1991) y Schuster (2006) quienes realizaron experimentos en cultivos de pepino, melón y berenjena para el control de minador (*Liriomyza huidobrensis* y *L. sativae*) a partir de la aplicación de oxamyl a 240 c.c. de i.a. en 200 litros de agua, concluyeron que el oxamyl es un buen insecticida para el control de minador. Por su parte el ingrediente activo rynaxypyr es efectivo para el control de larvas de minador (Dupont, 2008), en este prueba se obtuvieron mejores resultados al mezclarlo con oxamyl (tratamiento 6) y abamectina (tratamiento 5).

Ambos ingredientes activos presenta propiedades favorables para el control de larvas de minador en el interior de sus minas debido a su movimiento de tipo sistémico. Es interesante destacar los resultados obtenidos en estos dos tratamientos ya que se trata de ingredientes activos registrados para el combate de minador en el cultivo de tomate.

6.2.3 Segunda evaluación

Se llevó a cabo a los ocho días después de la segunda aplicación y 16 días después de la primera. Con los datos obtenidos se realizó el análisis de varianza encontrándose que con un $\alpha = 0.05$ (Apéndice 8) no hubo diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ($P > F = 0.5388$). Lo anterior se confirmó al realizar la prueba de medias Tukey (Cuadro 8).

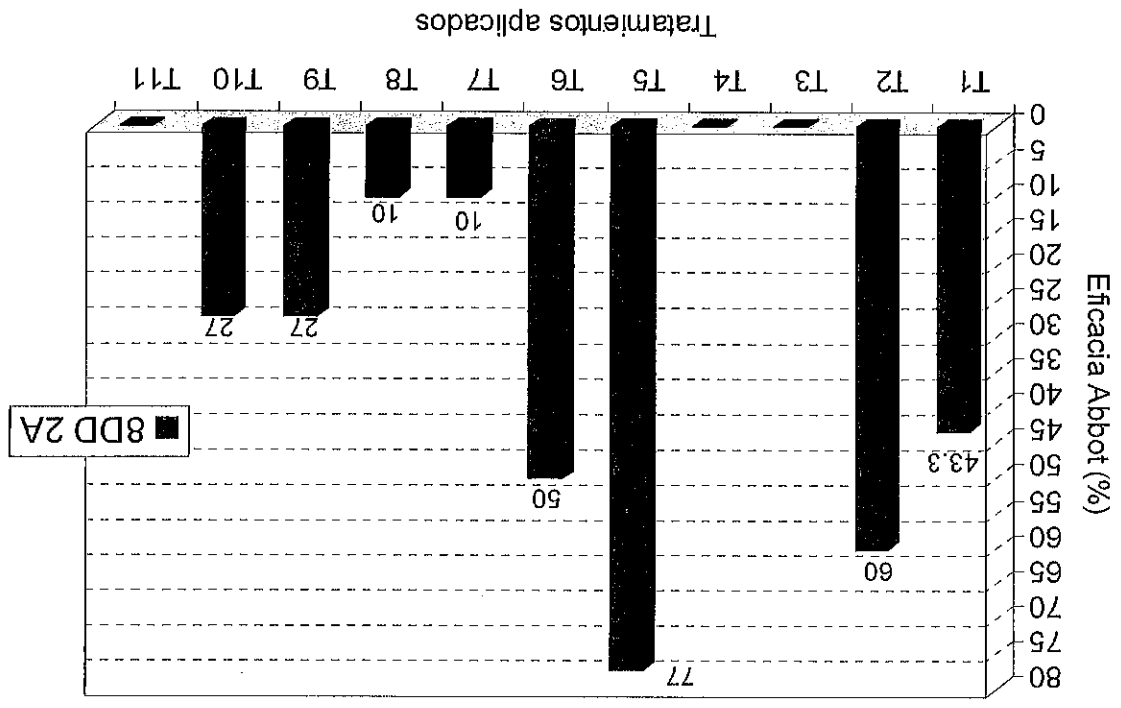


Figura 19. Efectividad biológica de los tratamientos en el control de larvas vivas de minador dentro de minas a los ocho días después de la segunda aplicación (8DD 2A).

En esta evaluación, de manera general disminuyó en un 67% el número de larvas vivas de minador por folio con respecto a la primera evaluación, por ejemplo el tratamiento 11 (testigo sin aplicar) y tratamiento 3 (Rynaxypyr + Thiametoxam a dosis de 2.3 y 50 gr de i.a. h^{-1} , respectivamente) redujeron en un 55 y 54% la población de larvas, siendo los tratamientos con menor margen de decremento, al mismo tiempo fueron los tratamientos con mayor número de

larvas por folio. Por su parte, el tratamiento 5 (Rynaxypyr + Abamectina a dosis de 2.3 y 10.5 gr de l. a.h⁻¹, respectivamente) continuó presentando mayor margen de reducción del número de larvas de minador por folio, ya que se obtuvo un decremento del 81% de la población, observándose menor número de estas. Todos los demás tratamientos mantuvieron la población de larvas de minador por debajo del umbral económico (Cuadro 8).

En esta evaluación, el tratamiento 5 (Rynaxypyr + Abamectina a dosis de 2.3 y 10.8 gr de l.a. h⁻¹, respectivamente) nuevamente ejerce el mayor efecto con un 77% de efectividad biológica sobre el control de larvas de minador con respecto al testigo absoluto (sin aplicación) (Figura 19). Dicho efecto es debido a la acción conjunta de los dos ingredientes activos usados en la mezcla de este tratamiento. La abamectina con el rynaxypyr ejercieron un control eficiente sobre las larvas. La efectividad del rynaxypyr solo (tratamiento 7) se ve incrementado en un 10% en esta segunda evaluación, lo cual permite inferir que es necesario realizar la mezcla de estos dos ingredientes activos para lograr mayor control de esta plaga.

El tratamiento 6 (Rynaxypyr + Oxamyl a dosis de 2.3 y 600 gr de l.a. h⁻¹, respectivamente) se mantuvo entre la mezcla de insectidas con mejor resultado con un 50% de efectividad biológica sobre el control de larvas de minador. Con base en el resultado obtenido en la primera evaluación, el ingrediente activo oxamyl y rynaxypyr muestran potencial para ser parte del manejo integrado en el combate de minador en el cultivo de tomate. Por su parte el tratamiento 2 (Rynaxypyr + Clothianidin a dosis de 2.3 y 100 gr de l.a. h⁻¹, respectivamente) tuvo un 60% de efectividad biológica sobre el control de larvas, esta acción comenzó desde la primera aplicación. En ese caso, la efectividad se incrementó por arriba del 50% con respecto al testigo. Los demás tratamientos estuvieron por debajo de este porcentaje.

6.2.3 Tercera evaluación

Se llevó a cabo a los ocho días después de la tercera aplicación, 16 días después de la segunda y 24 días después de la primera. Con los datos obtenidos se realizó el análisis de varianza encontrándose que con un $\alpha = 0.05$ (Apéndice 9) no hubo diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ($Pr > F = 0.4646$). Lo anterior se confirmó al realizar la prueba de medias Tukey (Cuadro 8).

En esta evaluación, todos los tratamientos redujeron la población de larvas de minador en comparación con el testigo. Aunque la población de larvas tuvo un incremento general del 150% en relación a la segunda evaluación, es decir, pasó de 0.21 a 0.48 larvas vivas de minador por folio (Cuadro 8). Todos los tratamientos mantuvieron la población de larvas de minador por debajo del umbral económico establecido por diversos investigadores.

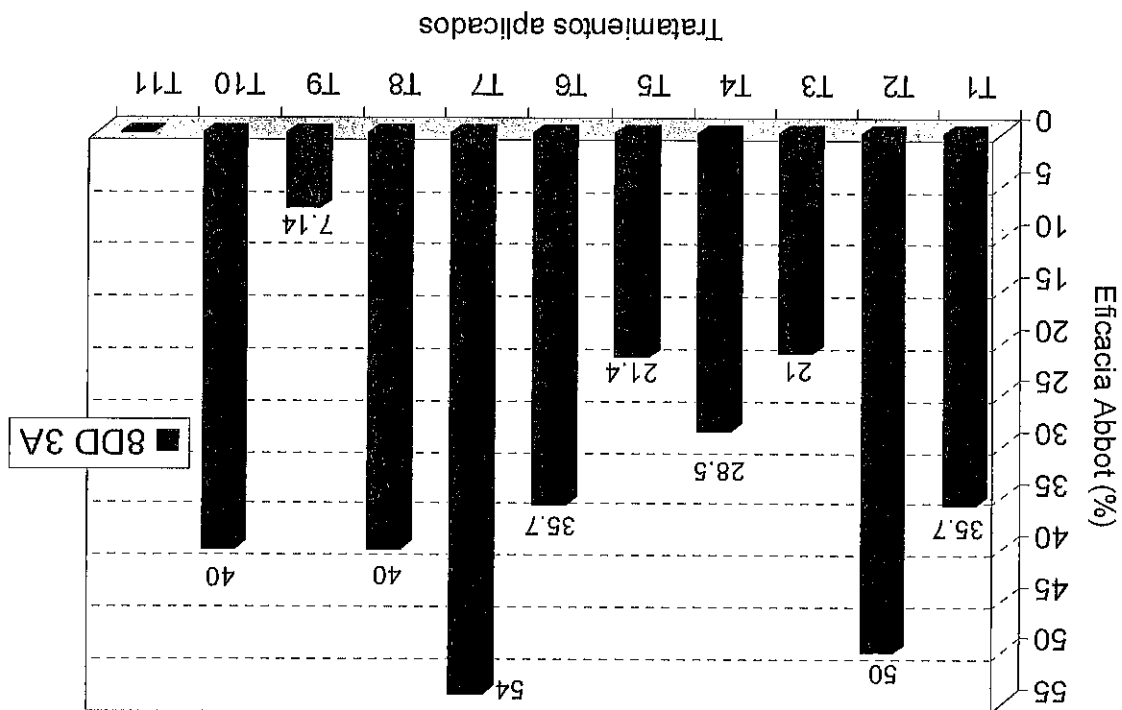


Figura 20. Efectividad biológica de los tratamientos en el control de larvas vivas de minador dentro de minas a los ocho días después de la tercera aplicación (8DD 3A).

Se puede observar que el tratamiento 7 (Rynaxypyr a dosis de 2.3 gr de i.a. h⁻¹) ejerció el mayor control de larvas de minador con un 54% de efectividad biológica con respecto al testigo absoluto (sin aplicación) (Figura 20), tuvo su mayor efectividad después de 24 días de haber realizado la primera aplicación, con un incremento paulatino durante las tres aplicaciones de 0 al 50%.

El tratamiento 2 (Rynaxypyr + Clothianidin a dosis de 2.3 y 100 gr de i.a. h⁻¹, respectivamente) se mantuvo dentro de los principales, en esta evaluación tuvo un 50% de efectividad biológica sobre el control de larvas de minador. Este resultado es congruente con lo que dicen Ozawa *et al.*, (2002), indicando que el clothianidin (WG) puede ejercer de un 36.6 a un 54.2% de control sobre larvas de minador en el cultivo de tomate, además concluye que este ingrediente activo tiene el potencial para convertirse en uno de los principales insecticidas en el cultivo de tomate. Por su parte los efectos de los tratamientos 5 (Rynaxypyr + Abamectina a dosis de 2.3 y 10.8 gr de i.a. h⁻¹, respectivamente) y 6 (Rynaxypyr + Oxydemeton-Methyl a dosis de 2.3 y 600 gr de i.a. h⁻¹, respectivamente) disminuyeron, produciendo resultados por debajo del 40% de efectividad en el control de larvas.

En esta última evaluación hubo control de larvas de minador en el testigo regional. En el Cuadro 6, se indica la forma de aplicación de este tratamiento, donde se establece la preparación de mezclas con diversos ingredientes activos en cada una de las tres aplicaciones. La tercera, se hizo con Lambda-cyhalotrina + Abamectina a dosis de 0.4 y 0.4 gr. de i. a. ha⁻¹, respectivamente, el resultado fue un 40% de efectividad biológica en el control de larvas. Con base en los resultados obtenidos en las dos evaluaciones anteriores y resultados de pruebas de campo de algunos investigadores, se infiere que el efecto principal fue debido a la acción de la abamectina sobre larvas y lambda-cyhalotrina sobre los adultos.

6.3 Promedio de las tres evaluaciones en el control de ninfas de mosca blanca (*Bemisia* spp) y larvas de minador (*Liriomyza* spp)

Se promedió el número de ninfas de mosca blanca y larvas de minador considerando los datos obtenidos en la primera, segunda y tercera evaluación. Se realizó el análisis de varianza, encontrándose que con un $\alpha = 0.05$ (Apéndice 10 y 11) no hubo diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ($Pr > F = 0.1003$, para ninfas de mosca blanca) ($Pr > F = 0.3151$, para larvas de minador). Lo anterior se confirmó al realizar la prueba de medias Tukey en ambas variables (Cuadro 9).

Cuadro 9. Comparación de medias de ninfas de mosca blanca y larvas vivas de minador dentro de minas presentes en un folio de cada hoja de la planta de tomate y su porcentaje de eficacia con base a la fórmula de Abbott (1925).

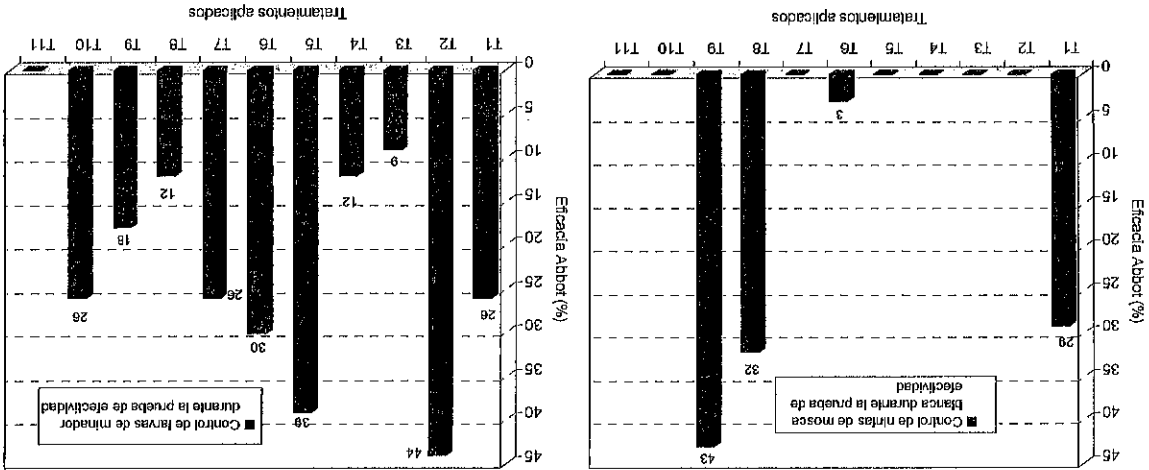
Trat	Promedio de ninfas de mosca blanca*	Promedio de larvas vivas de minador*	Eficacia Abbott (%)	
			Ninfas	Larvas
T1	5.1 a	0.42 a	29	26
T2	7.6 a	0.32 a	0	44
T3	7.5 a	0.52 a	0	9
T4	7.6 a	0.50 a	0	12
T5	8.60 a	0.35 a	0	39
T6	7.0 a	0.40 a	3	30
T7	18.0 a	0.42 a	0	26
T8	4.9 a	0.50 a	32	12
T9	4.1 a	0.47 a	43	18
T10	19.8 a	0.42 a	0	26
T11	7.2 a	0.57 a	0	0

Promedios de número de minas con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $\alpha = 0.05$).
* Es la media de las tres evaluaciones durante el desarrollo del experimento

En general, para el control de ninfas de mosca blanca, los mejores resultados se obtuvieron en los tratamientos; 9 (Thiamethoxam + Lambda-cyhalothrin a dosis 50 y 30 gr de i.a. h^{-1} , respectivamente) con un 43% de efectividad biológica en 24 días del experimento; 8 (Imidacloprid + cyfluthrin a dosis 57.6 y

Figura 21. Efectividad biológica de los tratamientos de las ninfas de mosca blanca y de larvas de minador dentro de el desarrollo de la investigación.

En el control de larvas de minador, los mejores resultados se obtuvieron en los tratamientos: 2 (Rynaxypyr + Clothianidin a dosis 2.3 y 100 gr de i.a. h^{-1} , respectivamente) con un 44% de control en larvas de minador; 5 (Rynaxypyr + Abamectina a dosis 2.3 y 10.8 gr de i.a. h^{-1} , respectivamente) con un 39% de control y 6 (Rynaxypyr + Oxamyl a dosis 2.3 y 600 gr de i.a. h^{-1} , respectivamente) con un 30% de efectividad en el control (Figura 21).



39.6 gr de i.a. h^{-1} , respectivamente) con un 32% de efectividad en el control de ninfas de mosca blanca y por último el 1 (Rynaxypyr + Acetamiprid a dosis 2.3 y 50 gr de i.a. h^{-1} , respectivamente) con un 29% de efectividad (Figura 21).

VII. CONCLUSIONES

- La aplicación de Thiametoxam + Lambda cyhalotrina a dosis de 50 y 30 gramos de i.a. h^{-1} respectivamente, fue el mejor tratamiento en el control de ninfas de mosca blanca, seguido de Rynaxypyr + Acetamiprid (2.3 gr + 50 gr de i.a. h^{-1}) e Imidacloprid + Cyflutrin (57.6 gr + 39.6 gr de i.a. h^{-1}).
- En lo referente al control de larvas de minador, la aplicación de Rynaxypyr + Abamectina a dosis de 2.3 y 10.8 gr de i. a. ha^{-1} respectivamente, obtuvo del mejor control de larvas de minador, seguido de Rynaxypyr + Clothianidin (2.3 gr + 100 gr de i.a. h^{-1}) y Rynaxypyr (2.3 gr de i.a. h^{-1}).

VIII. LITERATURA CITADA

- Arcos, C. G. 2005. Manejo integrado de plagas en Chile serrano. pp 14-28. *In*: Curso-Taller Producción y Manejo Integral del Cultivo del Chile. Folleto técnico No, 3. Consejo Nacional de Productores de Chiles, S. C. (CONAPROACH).
- Consejo Estatal de Productores de Chiles en Tamaulipas. Tamaulipas, Méx.
- ASERCA. 1998. Claridades Agropecuarias. El jitomate, la hortaliza de excelencia en exportación. Publicación mensual (Octubre) No. 62. México D.F. pp: 3-15.
- Avilés, G. M. 1995. Distribución vertical de la mosquita blanca, *Bemisia tabaci* (Genn), en tomate (primera etapa). Valle de Culiacán, Sin. pp. 15-16. *In*: Mosquita blanca en el Noroeste de México. Pacheco, F. M. y J. Pacheco J. Informe de Investigación. Memoria científica No. 1. Obregón Son.
- Barinaga, M. 1993. Is devastating whitefly invader really a new species. Science, vol. 259, p 30.
- Bautista, M. N. 2006. Insectos Plaga. Una guía ilustrada para su identificación. Colegio de Postgraduados- Bayer CropScience. Montessillo, Edo de México.
- Bautista, M. N.; O. Morales G. y H. Sánchez A. 2006. Manejo de Plagas. pp 127-151. *In*: Producción de jitomate en Invernadero. Bautista, M. N. y J. Alvarado L. (eds). Colegio de Postgraduados. Texcoco. Edo de México.
- Bautista, M. N.; M. Saavedra A. y H. Sánchez A. 2008. Plagas del jitomate en Invernadero. pp 191-212. *In*: Jitomate: Tecnología para su producción en invernadero. Bautista, M. N.; C. Chavarín P. y F. Valenzuela E. (eds). Segunda edición. Colegio de Postgraduados. Texcoco, Edo. México.

- Bielza, P., E. Fernández, C. Grávalos and J. Abellán. 2009. Carbamates Synergize the Toxicity of Acrinathrin in Resistant Western Flower Thrips (Thysanoptera: Thripidae). *Journal of Economic Entomology* 102(1): 393-397. <http://www.bioone.org/doi/abs/10.1603/029.102.0151>. (4 mayo 2009)
- Blanchard, E. E. 1954. Sinopsis de los Agromizidos Argentinos (Diptera: Agromizyidae) Min. Agr. Ganadería (A) 56:1-50.
- Byrne, D. N y T. S Bellows Jr. 1991. Whitefly biology, en *Annu. Rev. Entomol.*, Vol 36. pp. 431-457.
- CATIE. 1990. Guía para el Manejo Integrado de Plagas del Cultivo de Tomate. Proyecto Regional Manejo Integrado de Plagas. Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza. Programa de Mejoramiento de Cultivos Tropicales. Serie Técnica. Informe Técnico No. 151. Turrialba, Costa Rica.
- Cepeda, S. M. y G. Gallegos M. 2008. Manejo de plagas cuarentenadas. Ed. Trillas. México D.F. pp. 69-76.
- Cervantes, M. J. F. 2007. Plagas; diagnóstico biológico e importancia económica. Insectos chupadores y minadores que afectan hortalizas. pp 111-131 //: Hortalizas Plagas y Enfermedades. Anaya, R. S. y J. Romero N. (eds). Primera edición. Editorial Trillas. México, D.F.
- Conti, M.; D. Gallitelli; V. Lisa; O. Lovisolo; G. P. Martelli; A. Ragozzino; G. L. Rana y C. Vovlas. Principales virus de las plantas horticolas. Ed. Mundi Prensa. España. pp. 109-109.
- Córdoba, D., E. A. Benner, M. D. Sacher, J. J. Rauch, J. S. Sopa, G. P. Lahm, T. P. Selby, T. M. Stevenson, L. Flexner, S. Gutteridge, D. F. Rhoades, L. Wu, R. M. Smith and Y. Tao. Anthranilic diamides: a new class of insecticides with a

novel mode of action ryanodine receptor activation. Pestic. Biochem. Physiol. 84:196-214.

Cruz, G. L. A. 1995. Revisión bibliográfica y análisis económico del género *Liriomyza* Milk. Tesis de Licenciatura. Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. p 114.

Dupont. 2008. Coragen. Insect control. With the active ingredient Rynaxypyr. www.greenbook.net/demossearch/showPDF.aspx?id=45965&type=1 (5 marzo 2009).

Elbert, A., M. Hass, B. Springer, W. Thielert and R. Nauen. 2008. Applied aspects of neonicotinoid uses in crop protection. Pest Management Science. 64:1099-1115.

Fevell, A. J. 1965. Insecticides. Ed. Weinheim. pp. 6-18

Fuentes-Contreras, E., E. Basoalto, C. Sandoval, P. Pavez, C. Leal, R. Burgos y C. Muñoz. 2005. Evaluación de la eficacia, efecto residual y de volteo de aplicaciones en pretransplante de insecticidas nicotinoides y mezclas de nicotinoides-piretroide para el control de *Myzus persicae nicotianae* (Hemiptera:Aphididae) en tabaco. Agricultura Técnica. Chile. 67(1):16-22.

García, R. H. 2007. Control químico de plagas: plaguicidas de uso autorizado en hortalizas. pp. 335-360. *In*: Manejo Fitosanitario de Hortalizas en México. Anaya R. S.; N. Bautista M. y B. Domínguez R. (eds). Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.

Gilbertson, R. L. 2008. Tomato Yellow Leaf Curl Virus. UC IPM. Pest Management Guidelines. Tomato. UC ANR Publication 3470. Diseases. <http://www.ipm.ucdavis.edu/PMG/r783103311.html>. (03-Febrero-2009).

- Horowitz, A. R., Z. Mendelson, P. G. Weintraub and I. Ishaaya. 1998. Comparative toxicity of foliar and systemic applications of acetamiprid and imidacloprid against the cotton whitefly, *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). *Bulletin of Entomological Research*. Vol. 88. 437-442.
- Huerta, R. B. 2007. Algunas recomendaciones para el uso de insectidas en cultivos horticolas. pp. 361-371. *In*: Manejo Fitosanitario de Hortalizas en México. Anaya R. S., N. Bautista M. y B. Dominguez R. (eds). Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- IRAC. 2005. Insecticide mode of action classification: A key to effective insecticide resistance management in whiteflies. Insecticide resistance action committee. <http://www.irac-online.org/> (05-marzo-2009)
- IRAC. 2007. Susceptibility test methods series. Method No. 12a Versión 1. Insecticide resistance action committee. <http://www.irac-online.org/> (10-marzo-2009)
- IRAC. 2009. Neonicotinoides –IRM Guidelines for sustainable whitefly control. Versión 1. Insecticide resistance action committee. <http://www.irac-online.org/> (10-marzo-2009).
- Kaspi, R. and M. P. Parella. 2005. Abamectin compatibility with the leafminer parasitoid *Diglyphus isaea*. *Biological Control*. Vol. 35. 172-179.
- Kuma, P. and Poehling H. M. 2007. Effects of azadirachtin, abamectin, and spinosad on sweetpotato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) on tomato plants under laboratory and greenhouse conditions in the humid tropics. *Journal of Economic Entomology*. Vol 100. 411-420.
- Lagunes, T. A. 1984. Extractos acuosos y polvos vegetales con propiedades insectidas. CONACYT-CP. p. 203.

- Lagunes, T. A. y J. A. Villanueva J. 1994. Toxicología y Manejo de Insecticidas. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Montecillo, México. p 264.
- Lahm, G. P., T. M. Etevenso, T. P. Selby, J. H. Freudenberger, B. J. Myres, G. Seburiamo, B. K. Smith, C. M. Dubas, L. Flexner, C. E. Clark, C. A. Bellin and D. Cordova. 2005. Rynaxypyr. A new insecticidal anthranilic diamide that acts as a potent and selective ryanodine receptor activator. Bioorg Med Chem. Lett Nov 15:15(22).
- Leibbe, G. L. 1984. Influence of temperature on development and fecundity of *Liriomyza trifolii* (Diptera:Agromyzidae) on celery. Environ. Entomol. 13: 497-501.
- León, J. 1987. Botánica de los cultivos tropicales. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Segunda edición. San José, Costa Rica. pp. 166-170.
- Madhavi, D. L. y D. K. Salunkhe. 2004. El tomate. pp. 171- 201. *In*: Tratado de ciencia y tecnología de las hortalizas: Producción, composición, almacenamiento y procesado. Salunkhe, D. K. y S. S. Kadam. (eds). Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, España.
- Manrubio, M. R., J. R. Altamirano C., J. Carmona M., J. D. Trujillo F., C. Stefen y F. Echanove. 1995. Desarrollo de ventajass competitivas en la agricultura: caso tomate rojo. Universidad Autónoma Chapingo. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. 120 p
- Maracano, R. y E. Gonzáles. 1992. Evaluación de insecticidas para el control de la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius), en tomate. Bol. Entomol. Venez. N.S. 8(2): 123-132.

- Maroto, B. J. V. 1983. Horticultura herbácea especial. Ed. Mundi Prensa. Madrid, España. pp. 317-252.
- Maroto, B. J. V. 2000. Elementos de Horticultura General. Ed. Mundi Prensa. Madrid, España. Segunda edición. p. 424.
- Martínez, C. J. L. 1998. Generalidades de las mosquitas blancas. pp. 27-30. In: Temas selectos para el manejo integrado de la mosquita blanca. Pacheco, C. J. y F. Pacheco M. (eds). Memoria Científica No.6. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Noroeste. Sonora, México.
- Masis-Chacón, C. E. 1991. Chemical control of *Liriomyza huidobrensis* in the cultivation of chrysanthemum (*Chrysanthemum morifolium*). Manejo integrado de plagas. No. 22. pp. 18-20.
- Mejía, G. H., S. Anaya R. y J. Romero N. 2007. Diagnósis comparativa de las mosquitas blancas *Bemisia tabaci* Genn. y *B. argentifolii* B y P (Homoptera:Aleyrodidae). pp 132-148. In: Hortalizas Plagas y Enfermedades. Anaya, R. S. y J. Romero N. (eds). Primera edición. Editorial Trillas. México, D.F.
- Metcalf, L. R. y W. P. Flint. 1987. Insectos destructivos e insectos útiles: sus costumbres y su control. CECOSA. México. p. 166.
- Miller, G. W. and M. B. Isger. 1985. Effect of temperature on the development of *Liriomyza trifolii* (Burguess) (Diptera:Agromyzidae). Bull. Ent. Res. 75:321-328.
- Miura, K.; Y. Tagami; M. Ohtaisi and A. Iwasaki. 2004. Application of molecular techniques to distinguish *Liriomyza trifolii* from *L. sativae* (Diptera:Agromyzidae) on tomato cultivation in Japan. Journal of Economic Entomology, 97(3), 964-969.

Montes, B. R. y A. Jiménez P. 1994. Extractos vegetales para el control del minador de la hoja del jilamate *Liriomyza* sp (Diptera: Agromyzidae), en XXIX Congreso Nacional de Entomología. Mexico. p. 237.

Nava, C. U. 1998. Disposición espacial y muestreo de mosquitas blancas. pp. 47-71. In: Temas selectos para el manejo integrado de la mosquita blanca. Pacheco, C. J. J. y F. Pacheco M. (eds). Memoria Científica No.6. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Noroeste. Sonora, México.

Nava, C. U. 1998a. Relaciones densidad-rendimiento y estimación de umbrales económicos para la mosquita blanca de la hoja plateada *Bemisia argentifolii* Bellows and Perring. pp. 73-91. In: Temas selectos para el manejo integrado de la mosquita blanca. Pacheco, C. J. J. y F. Pacheco M. (eds). Memoria Científica No.6. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Noroeste. Sonora, México.

O'Brien, R. D. 1967. Insecticidas: Action and Metabolism. Edit. Academic Press. New York. pp 87-171.

OEPP/EPPPO. 2004. *Bemisia* spp. Diagnostic protocols for regulated pests. Bulletin OEPP/EPPPO Bulletin 34. 281-288.

OEPP/EPPPO. 2005. *Liriomyza* spp. Diagnostics. Bulletin OEPP/EPPPO Bulletin 35. 335-344.

OEPP/EPPPO. 2008. EPPPO A2 List of pests recommended for regulation as quarantine pests. Insects and mites. *Liriomyza sativae*. Version 2008-09. <http://www.eppo.org/QUARANTINE/ISTA2.htm>. (22 enero 2009).

Ortega A. D. L. 1992. Mosquitas blancas (Homóptera: Aleyrodidae) vectores de virus en hortalizas. pp. 20-41. *In: Manejo Fitosanitario de Hortalizas en México.* Anaya R. S.; N. Bautista M. y B. Domínguez R. (eds). Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.

Ortega, A. D. L. 2007. Mosquita blanca vectora de virus en hortalizas (Homóptera: Aleyrodidae). pp. 149-173. *In: Hortalizas Plagas y Enfermedades.* Anaya, R. S. y J. Romero N. (eds). Primera edición. Editorial Trillas. México, D.F.

Osborne, L. S. 1982. Temperature-dependent development of greenhouse whitefly and its parasite, *Encarsia formosa*. *Environ. Entomol.* 11: 483-485.

Ozawa, A., O, Mitsuaki, K. Hisatoshi. 2002. Control of the American Serpentine Leafminer, *Liriomyza trifolii* (Burguess) by Clothianidin Application. *Annual Report of the Kanto-Tosan Plant Protection Society.* Vol. 49. pp 113-116.

Pacheco, M. F. 1998. Generalidades del género *Bemisia*. pp. 31-37. *In: Temas selectos para el manejo integrado de la mosquita blanca.* Pacheco, C. J. J. y F. Pacheco M. (eds). Memoria Científica No.6. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Noroeste. Sonora, México.

Pacheco, C. J. J. 1998a. Crecimiento poblacional de la mosquita blanca de la hoja plateada (*Bemisia argentifolii*) Bellows & Perrings como base para la implementación de medidas de combate. pp. 39-45. *In: Temas selectos para el manejo integrado de la mosquita blanca.* Pacheco, C. J. J. y F. Pacheco M. (eds). Memoria Científica No.6. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Noroeste. Sonora, México.

Perring, T. M. 1993. Identification of the *Poinsettia* strain of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) on broccoli by electrophoresis. Econ., Entomol., Vol., 85. pp. 1278-1279.

Philouze, J. 2002. El tomate y su mejora genética. pp. 113-143. *In*: Tecnología de las Hortalizas. Tirilly, Y. y C. Marcel B. (eds). Editorial Acribia, S. A. Zaragoza, España.

Portillo, H., P. C. Marcon, R. W. Williams, D. Tamayo, D. W. Sherrod and F. W. Marmor. 2006. Coragen: A novel anthranilamide insecticide pest spectrum with emphasis on whitefly control in vegetable. *In*: Fourth international Bemisia workshop international whitefly genomic workshop. Stanly P. A. and C. L. McKenzie (eds). pp 53. Journal of Insect Science 8:4, available, online; insecticide.org/8.04.

Price, J. F. 1987. Mananging sweetpotato whitefly. *In*: Greenhouse grower. pp 55-57.

Saunders, J. L.; P. J. Shannon; H. Blanco; E. Alvarado; R. Ochoa; R. Meneses; M. Carballo ; P. M. Roset ; D. Coto y H. Morales. 1999. Plagas invertibradas. Insectos. Pp. 47-52. *In*: Guía para el Manejo Integrado de Plagas del Cultivo de Tomate. Proyecto Regional Manejo Integrado de Plagas. Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza. Programa de Mejoramiento de Cultivos Tropicales. Serie Técnica. Informe Técnico No. 151. Turrialba, Costa Rica.

Schuster, D. J. 2006. Arthropod control on cucurbits and eggplant. Proceedings of the Florida State Horticultural Society. Florida University. [http://www.cababstractsplus.org/abstracts/Abstract.aspx?AcNo=19830311033.\(4-mayor-2009\)](http://www.cababstractsplus.org/abstracts/Abstract.aspx?AcNo=19830311033.(4-mayor-2009)). Schuster, D. J., N. A. Pères, R. W. Williams, P. C. Marcon and H. E. Portillo. 2006. Dupont rynaxypyr: a novel anthranilamides insecticides for managing

- Bemisia tabaci* and interfering with transmission of tomato yellow leaf curl virus on tomato transplants. In: Fourth international Bemisia workshop international whitefly genomic workshop. Stanly P. A. and C. L. McKenzie (eds). pp 53. Journal of Insect Science 8:4, available, online, insecticide.org/8.04.
- Scotta, R., D. Sánchez y C. Arregui. 2006. Evaluación de neonicotinoides para el control de mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) en cultivos de tomate a campo y en invernadero. Revista de Investigaciones de la facultad de Ciencias Agrarias- UNR. Año VI. No. 10. pp 45-50.
- SEGOB. 2005. Estado de Morelos. Enciclopedia de los estados de México. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal del Gobierno del Estado de Morelos. http://www.e-local.gob.mx/wb2/LOCAL/EMM_morelos
- Shepard, H. H. 1958. Methods of testing chemical on insect. Volume I. Burgess Publishing. Arlington, Virginia, USA. 356 p.
- Soils, A. J. F. 2007. Apuntes del curso en Entomología Agrícola. Maestría en Protección Vegetal. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Spencer, K. A. 1982. US celery under threat. Grower 97. 15-18
- Valdés, A. G. y J. Portillo M. 1992. Parasitismo en *Liriomyza* spp (Diptera: Agromyzidae) en el efecto de insecticidas en la microfauna benéfica en tomate, Culiacán, Sin. En XXVII Congreso Nacional de Entomología, México. p 349.
- Vélez, L. E. 1977. Notas del curso de parasitoides agrícolas. Departamento de parasitología agrícola. ENA-UACH. México. p 131.

- Walter, G. P y T. M. Perring. 1994. Feeding and oviposition behavior of whiteflies (Homöptera: Aleyrodidae) interpreted from ac electronic feeding monitor waveforms. Ann. Entomol. Soc Am. Vol 87. pp. 363-374.
- Wang, KY, Kong, KB, Jiang, XY, Yi, MQ, Liu and TX. 2003. Susceptibility of immature and adult stages of *Trialeurodes vaporariorum* (Hom, Aleyrodidae) to selected insecticides. Journal of Applied Entomology. Vol. 127. 527-533.
- Webb, S. E., P. A. Stansly, D. J. Schuster and J. E. Funderburk. 2002. Insect Management for Tomatoes, Peppers, and Eggplant. <http://edis.ifas.ufl.edu/>. (15 febrero 2009).
- Wolfenbarger, D. A. and J. Loera-Gallardo. 2006. Endosulfan and bifenthrin: Applied alone, alternatively or in combination for control of the silverleaf whitefly *Bemisia argentifolii* Bellows and Perring (Homoptera: Aleyrodidae) in cotton. Journal of the Kansas Entomological Society. Vol. 79. 321-324.
- Zalom, F. G.; J. T. Trumble; C. F. Fouché and C. G. Summers. 2008. UC IPM Pest Management Guidelines: Leafminers on Tomato. UC ANR Publication 3470. Insect and Mites. <http://www.ipm.ucdavis.edu/PMG/r783300911.html>. (19 enero 2009).
- Zalom, F. G.; J. T. Trumble; C. F. Fouché and C. G. Summers. 2008a. UC IPM Pest Management Guidelines: Whiteflies Tomato. UC ANR Publication 3470. Insects and Mites. <http://www.ipm.ucdavis.edu/PMG/r783301211.html>. (25 enero 2009).

IX. APÉNDICE

Apéndice 1. Características de los insecticidas usados en el ensayo y autorizados para el cultivo de jitomate.

Nombre común	Nombre comercial	Grupo químico	Mecanismo de acción	Modo de acción	Formulación	Aplicación	Plagas que controla	Dosis recomendada
Rynaxypyr Chlorantraniliprole	Coragen® 20 SC	Diamida antranílicas	Actúa sobre los receptores Ryanodina	Sistémico Contacto Ingestión	Suspensión concentrada	Foliar Suelo	<i>Manduca quinquemaculata</i> , <i>Spodoptera exigua</i> , <i>Leptinotarsia decemlineata</i> , <i>Spodoptera frugiperda</i> ., <i>S. eridiana</i> , <i>Helicoverpa zea</i> , <i>Katteria licopersicella</i> , <i>Linomyza</i> spp. (larvas), <i>Bemisia argentifolii</i> (ninfas)	29.13 – 72.83 gr l.a. ha ⁻¹ 50.42 – 72.83 gr l.a. ha ⁻¹
Acetamiprid*	Rescate® 20 PS	Neonicotinoide	Agonista al receptor de la ACh	Sistémico Contacto Ingestión	Polvo soluble	Foliar	<i>Bemisia tabaci</i> , <i>B. argentifolii</i> , <i>Myzus persicae</i> , <i>Frankliniella occidentalis</i> , <i>Bactericera cockerelli</i>	150 - 350 g/ha 200-350 g/ha 150-300 g/ga 250-350 g/ha
Clothianidin**	Clutch® 50 WDG	Neonicotinoide	Agonista al receptor de la ACh	Sistémico Contacto	Gránulos dispersables	Foliar		
Thiametoxam	Actara® 25 DW	Neonicotinoide	Agonista al receptor de la ACh	Sistémico Contacto	Gránulos solubles	Foliar Suelo	<i>Bemisia argentifolii</i> , <i>Myzus persicae</i> , <i>Paratiroza cockerelli</i>	600 g/ha en Drench

Imidacloprid	Leverage [®]	Neonicotinoide	Agonista al receptor de la ACh	Sistémico Contacto Ingestión	Emulsión en suspensión	Foliar Suelo	<i>Myzus persicae</i> , <i>Bemisia argentifolii</i> ,	0.25 – 0.3 L/ha
Cyfluthrin	Leverage [®]	Piretroide	Modulador del canal de sodio	Contacto	Emulsión en suspensión	Foliar	<i>Spodoptera exigua</i> , <i>Helicoverpa zea</i> , <i>Frankliniella occidentalis</i>	0.25 – 0.3 L/ha
Lambda-cyhalotrina	Karate Zeon [®] 5 SC	Piretroide	Modulador del canal de sodio	Contacto	Microencapsulado concentrado	Foliar	<i>Bemisia argentifolii</i> , <i>Helicoverpa zea</i> , <i>Spodoptera exigua</i>	0.420 – 0.700 L/ha 0.500 – 0.700 L/ha
Bifentrina	Talstar [®] 100 CE	Piretroide	Impide cierre del canal de sodio	Contacto Ingestión	Concentrado emulsionable	Foliar	<i>Bemisia argentifolii</i> , <i>Bemisia tabaci</i> , <i>Bactericera cockerelli</i>	0.400 – 0.600 L/ha
Oxamyl	Vydate [®] L	Carbamato	Inhibidor de la ACh	Sistémico Contacto Ingestión	Solución acuosa	Foliar Suelo	<i>Liriomyza</i> sp., <i>Myzus persicae</i> , <i>Meloidogyne</i> sp.	2 - 4 L/ha
Endosulfan	Endosulfan [®] 3 CE	Organoclorado	Antagonista del canal de Cl-GABA	Contacto Ingestión	Concentrado emulsionable	Follaje		
Abamectina	Agniec [®] 1.8 CE	Avermectina	Activador del canal de Cl-GABA	Translaminar Contacto Ingestión	Concentrado emulsionable	Follaje	<i>Tetranychus</i> spp., <i>Liriomyza</i> spp., <i>Keiferia lycopersicella</i> , <i>Bactericera cockerelli</i>	0.3 – 1.2 L/ha
Aceite parafínico de petróleo	Safe-T-Side [®]	Aceite mineral derivado del petróleo	Causa hipoxia	Contacto	Aceite parafínico emulsionado	Follaje	<i>Bemisia tabaci</i> , <i>Thrips tabaci</i>	0.8 -2.0 L. en 100 L de agua

Fuente: PLM, 2008, IRAC, 2008. <http://www.irac-online.org/>.

* Autorizado por la CICOPLAFEST, 2004.

** No se encuentra registrado en el PLM para el cultivo de jitomate. Registrado para el control de mosquita blanca papa, tabaco y gerbera. Para el control de minador en gerbera. No está autorizado por la CICOPLAFEST, 2004.

¹ Se refiere a la forma en que entra en contacto a la planta.

GABA; Bloqueo neurotransmisor de ácido gamma aminobutírico.

Apéndice 2. Condiciones climáticas presentes durante el desarrollo del experimento (Abril-Mayo, 2008) en la zona de influencia de Cuautla, Morelos, México (Estación meteorológica, El Hospital, Cuautla, Morelos)

Mes	Día	T Min (°C)	T Max (°C)	T Media (°C)	HR Min (%)	HR Max (%)	HR Media (%)	PP (mm)
Abril	17	15.4	32.2	23.8	25	88	56.5	0
Abril	18	14.6	32.4	23.5	24	92	58	0
Abril	19	18	32.8	25.4	28	74	51	0
Abril	20	17.6	34.2	25.9	26	89	57.5	0.2
Abril	21	16.6	35.1	25.85	17	80	48.5	0
Abril	22	15.1	34.6	24.85	18	73	45.5	0.4
Abril	23	15.5	34.6	25.05	17	84	50.5	0
Abril	24	13.9	34.2	24.05	25	84	54.5	2
Abril	25	15.1	33.8	24.45	18	88	53	0
Abril	26	17	34.6	25.8	14	84	49	1
Abril	27	14.5	33.1	23.8	16	95	55.5	6.2
Abril	28	14.4	30.1	22.25	22	98	60	11
Abril	29	14.8	29	21.9	32	96	64	0
Abril	30	14.8	29.1	21.95	31	94	62.5	0
Mayo	1	14.1	31.7	22.9	29	88	58.5	0
Mayo	2	15.1	32.6	23.85	17	79	48	0
Mayo	3	14.3	32.7	23.5	16	78	47	0
Mayo	4	20.2	34.1	27.15	15	75	45	0
Mayo	5	13.6	32.2	22.9	18	86	52	0
Mayo	6	14.2	32.9	23.55	22	90	56	0
Mayo	7	15.1	33.7	24.4	26	84	55	0
Mayo	8	18.4	32.8	25.6	33	87	60	1.2
Mayo	9	18.6	33.3	25.95	29	92	60.5	0
Mayo	10	17.3	33.9	25.6	28	85	56.5	0
Mayo	11	17.5	35.1	26.3	25	90	57.5	0
Mayo	12	15.6	33.6	24.6	24	87	55.5	0
Mayo	13	17.2	34.3	25.75	17	84	50.5	8.4
Mayo	14	17.1	33.4	25.25	24	99	61.5	0
Mayo	15	17.4	33.4	24.3	17.8	81	49.4	0
Mayo	16	17.2	31.2	24.75	22	90	56	0
Mayo	17	17.1	32.3	24.35	22	88	55	0
Mayo	18	17.4	31.6	23.3	22	87	54.5	9
Mayo	19	17.1	29.2	22.45	34	100	67	0

Fuente: Red de Estaciones Agroclimáticas del Estado de Morelos. <http://galileo.imita.mx/FUPROMOR>

T Min: Temperatura mínima en el día en grados centígrados. T Max: Temperatura máxima en el día en grados centígrados. T°C Media: Temperatura promedio en grados centígrados. HR min: Humedad relativa mínima en el día. HR max: Humedad relativa máxima en el día. HR media: Humedad relativa promedio en el día. PP (mm): precipitación pluvial en el día.

Apéndice 3. Análisis de Varianza del número de ninfas de mosca blanca (*Bemisia spp*) por follolo en cada planta de tomate durante la primera evaluación.

FV	GL	SC	CM	Valor de F	Pr > F
Tratamientos	10	773.48	77.34	0.71	0.7104
Bloques	3	912.60	302.20		
Error	30	3280.40	109.34		
Total	43	4966.41			

FV: Fuente o factor de variación. GL: Grados de Libertad. SC: Suma de Cuadrados. CM: Cuadrado Medio.

Apéndice 4. Análisis de Varianza del número de ninfas de mosca blanca (*Bemisia spp*) por follolo en cada planta de tomate durante la segunda evaluación.

FV	GL	SC	CM	Valor de F	Pr > F
Tratamientos	10	78.36	7.83	1.41	0.2226
Bloques	3	31.07	10.35		
Error	30	166.50	5.55		
Total	43	275.94			

FV: Fuente o factor de variación. GL: Grados de Libertad. SC: Suma de Cuadrados. CM: Cuadrado Medio.

Apéndice 5. Análisis de Varianza del número de ninfas de mosca blanca (*Bemisia spp*) por follolo en cada planta de tomate durante la tercera evaluación.

FV	GL	SC	CM	Valor de F	Pr > F
Tratamientos	10	5268.97	526.89	2.02	0.0664
Bloques	3	1938.04	646.01		
Error	30	7812.49	260.41		
Total	43	15019.50			

FV: Fuente o factor de variación. GL: Grados de Libertad. SC: Suma de Cuadrados. CM: Cuadrado Medio.

Apéndice 6. Análisis de Varianza del número promedio de larvas vivas de minador (*Limomyza* spp) dentro de minas en un foliolo en cada planta de tomate durante la evaluación previa.

FV	GL	SC	CM	Valor de F	Pr > F
Tratamientos	10	4.13	0.41	0.70	0.7187
Bloques	3	6.52	2.17		
Error	30	17.79			
Total	43	28.45			

FV: Fuente o factor de variación. GL: Grados de Libertad. SC: Suma de Cuadrados. CM: Cuadrado Medio.

Apéndice 7. Análisis de Varianza del número promedio de larvas vivas de minador (*Limomyza* spp) dentro de minas en un foliolo en cada planta de tomate durante la primera evaluación.

FV	GL	SC	CM	Valor de F	Pr > F
Tratamientos	10	0.647	0.064	0.90	0.5469
Bloques	3	1.178	0.392		
Error	30	2.163	0.072		
Total	43	3.989			

FV: Fuente o factor de variación. GL: Grados de Libertad. SC: Suma de Cuadrados. CM: Cuadrado Medio.

Apéndice 8. Análisis de Varianza del número promedio de larvas vivas de minador (*Limomyza* spp) dentro de minas en un foliolo en cada planta de tomate durante la segunda evaluación.

FV	GL	SC	CM	Valor de F	Pr > F
Tratamientos	10	0.249	0.024	0.91	0.5388
Bloques	3	0.158	0.052		
Error	30	0.823	0.027		
Total	43	1.231			

FV: Fuente o factor de variación. GL: Grados de Libertad. SC: Suma de Cuadrados. CM: Cuadrado Medio.

Apéndice 9. Análisis de Varianza del número promedio de larvas vivas de minador (*Liriomyza* spp) dentro de minas en un folíolo en cada planta de tomate durante la tercera evaluación.

FV	GL	SC	CM	Valor de F	Pr > F
Tratamientos	10	0.541	0.054	1.00	0.4646
Bloques	3	1.378	0.459		
Error	30	1.623	0.054		
Total	43	3.544			

FV: Fuente o factor de variación. GL: Grados de Libertad. SC: Suma de Cuadrados. CM: Cuadrado Medio.

Apéndice 10. Análisis de Varianza del número promedio de ninfas de mosca blanca (*Bemisia* spp) en un folíolo en cada planta de tomate durante el desarrollo del experimento.

FV	GL	SC	CM	Valor de F	Pr > F
Tratamientos	10	1090.64	109.064	1.82	0.1003
Bloques	3	502.73	167.064		
Error	30	1799.52	59.98		
Total	43	3392.90			

FV: Fuente o factor de variación. GL: Grados de Libertad. SC: Suma de Cuadrados. CM: Cuadrado Medio.

Apéndice 11. Análisis de Varianza del número promedio de larvas vivas de minador (*Liriomyza* spp) dentro de minas en un folíolo en cada planta de tomate durante el desarrollo del experimento.

FV	GL	SC	CM	Valor de F	Pr > F
Tratamientos	10	0.227	0.022	1.23	0.3151
Bloques	3	0.726	0.242		
Error	30	0.556	0.018		
Total	43	1.509			

FV: Fuente o factor de variación. GL: Grados de Libertad. SC: Suma de Cuadrados. CM: Cuadrado Medio.