



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA

**POSGRADO EN
PROTECCIÓN VEGETAL**

**CYANTRANILIPROLE PARA EL CONTROL DE *Bactericera
cockerelli* Sulc. (HEMIPTERA: PSYLLIDAE) EN TOMATE EN
TOTOLAPAN, MORELOS.**

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS EN PROTECCIÓN VEGETAL

PRESENTA:

GLADIS LINETTE MANCINAS MIRANDA

CHAPINGO, ESTADO DE MÉXICO, DICIEMBRE DEL 2013.



DIRECCION GENERAL ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES



La presente tesis titulada **CYANTRANILIPROLE PARA EL CONTROL DE *Bactericera cockerelli* Sulc. (HEMIPTERA: PSYLLIDAE) EN TOMATE EN TOTOLAPAN, MORELOS**, fue realizada por **Gladis Linette Mancinas Miranda**, bajo la dirección y asesoría del consejo particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

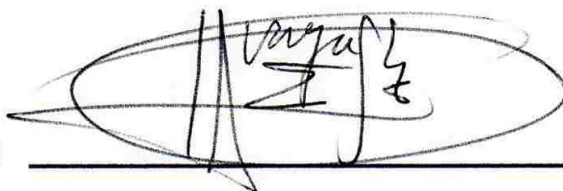
**MAESTRO EN CIENCIAS EN PROTECCIÓN VEGETAL
CONSEJO PARTICULAR**

DIRECTOR:



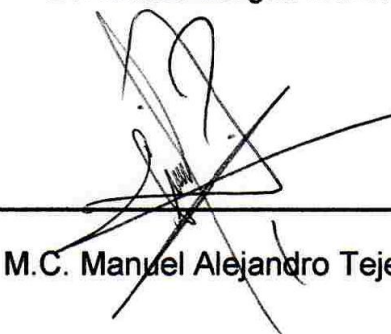
Dr. Juan Fernando Solís Aguilar

ASESOR:



Dr. Mateo Vargas Hernández

ASESOR:



M.C. Manuel Alejandro Tejeda Reyes

Chapingo, Estado de México, Diciembre del 2013.

**CYANTRANILIPROLE PARA EL CONTROL DE *Bactericera cockerelli* Sulc. (HEMIPTERA: PSYLLIDAE) EN
TOMATE EN TOTOLAPAN, MORELOS.**

**CYANTRANILIPROLE FOR THE CONTROL OF *Bactericera cockerelli* Sulc. (HEMIPTERA: PSYLLIDAE) IN
TOMATO IN TOTOLAPAN, MORELOS.**

Gladis Linette **Mancinas Miranda**¹ y Juan Fernando **Solís Aguilar**²

Cyantraniliprole (Cyazypyr®) es un nuevo insecticida de la clase química de las diamidas, recomendado para el control de insectos chupadores de importancia agrícola. Por lo que, con la finalidad de evaluar su efecto en el control de *Bactericera cockerelli* y *Bemisia tabaci* en el cultivo de tomate, así como en la incidencia de enfermedades ocasionadas por patógenos transmitidos por estos insectos, se evaluó en las variedades de tomate tipo saladette Ponny Express y Recova el efecto de un programa de manejo químico con y sin la inclusión de Cyazypyr® en Totolapan, Morelos. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con cuatro tratamientos y cinco repeticiones; las evaluaciones se realizaron de julio a octubre de 2012. El promedio de adultos de *B. cockerelli* y *B. tabaci* tendió a ser estadísticamente menor en los tratamientos en donde se incluyó al insecticida Cyazypyr® en comparación con los tratamientos en donde no se incluyó. El efecto sobre la incidencia de enfermedades ocasionadas por patógenos transmitidos por estos insectos, fue de manera similar estadísticamente menor en los tratamientos en donde se incluyó al insecticida Cyazypyr® en comparación con los tratamientos en donde no se realizó su aplicación. La información obtenida en este estudio, confirma la susceptibilidad de *B. cockerelli* y *B. tabaci* a Cyazypyr®, y debido a su novedoso modo de acción puede ser un componente importante en el manejo integrado de *B. cockerelli* y *B. tabaci*.

Palabras clave: *Bactericera cockerelli*, *Bemisia tabaci*, Cyazypyr, Cyantraniliprole, tomate, control químico.

Cyantraniliprole (Cyazypyr®) is a new insecticide pertaining to the chemical class of the diamides, recommended for the control of sucking insects of agricultural importance. Therefore, with the aim of evaluating its effect in controlling *Bactericera cockerelli* and *Bemisia tabaci* on tomatoes as well as the incidence of diseases caused by these insect-borne pathogens, the effect of a chemical management program with and without the inclusion of Cyazypyr® on Pony Express and Recova saladette tomato varieties in Totolapan, Morelos was evaluated. A complete randomized block design with four treatments and five repetitions was used and the evaluations were performed from July to October 2012. The average number of *B. cockerelli* and *B. tabaci* adults tended to be statistically lower in treatments where the insecticide Cyazypyr® was included in comparison with treatments where the insecticide was not. Likewise, the effect on the incidence of diseases caused by pathogens transmitted by these insects was statistically lower in treatments where the insecticide Cyazypyr® was included in comparison with treatments where no application was made. The information obtained in this study, confirms the susceptibility of *B. cockerelli* and *B. tabaci* to Cyazypyr®, and due to its novel mode of action may be an essential component in the integrated management of *B. cockerelli* and *B. tabaci*.

Keywords: *Bactericera cockerelli*, *Bemisia tabaci*, Cyazypyr, Cyantraniliprole, tomato, chemical control.

¹ Tesista

² Director

DATOS BIOGRÁFICOS



Gladis Linette Mancinas Miranda. Originaria del municipio de Urique ubicado al suroeste del estado de Chihuahua. Nació el 21 de Junio de 1989. Realizó sus estudios de educación básica, en la Escuela Primaria Justo Sierra de 1995-2001 y de 2001-2004 en la Escuela Secundaria Estatal Adolfo López Mateos, ambas ubicadas en el municipio de Bocoyna, Chihuahua. De 2004 a 2007 realizó sus estudios de nivel medio superior en el Colegio de Bachilleres Plantel 8 y posteriormente acreditó la Licenciatura en Administración Agrotecnológica en la Universidad Autónoma de Chihuahua, en el municipio de Chihuahua, Chihuahua. En enero del 2012 ingresó a la Maestría en Ciencias en Protección Vegetal, en la Universidad Autónoma de Chapingo.

AGRADECIMIENTOS

Al **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología** (CONACYT) por el apoyo económico brindado durante mis estudios de maestría.

A la **Universidad Autónoma Chapingo**, en especial al Departamento de Parasitología Agrícola y al programa de Posgrado de Protección Vegetal, por permitirme llevar a cabo mi preparación de posgrado.

Al **Dr. Juan Fernando Solís Aguilar** por su apoyo incondicional, sobre todo en la dirección de este trabajo.

Al **Dr. Mateo Vargas Hernández**, por sus aportaciones para este trabajo.

Al **M.C. Manuel Tejeda Reyes**, por su apoyo en la realización de este trabajo.

A todos aquellos Profesores, laboratoristas y personal del Posgrado en Protección Vegetal, que me apoyaron durante mi preparación.

A mis amigos y compañeros: **Laura, Rocío, Francisco y Manuel**, que siempre me apoyaron en todo.

A **Luis Marín** por apoyarme en cada momento, desde que inicie la maestría.

DEDICATORIA

A Dios:

**Por caminar a mi lado en cada paso de mi vida y darme la fuerza seguir
adelante siempre.**

A mis padres:

Alma Silvia Miranda Tapia y Rafael Mancinas Mancinas

Gracias por darme la oportunidad de superarme y por apoyarme siempre.

A mis hermanos:

Berenice, Ibeth, Alan, Sergio y Pablo.

**Con mucho cariño esto es por ustedes. Gracias por brindarme su
confianza, amor y apoyo incondicional, los quiero mucho.**

ÍNDICE GENERAL

	Página
RESUMEN.....	i
ABSTRACT.....	i
DATOS BIOGRAFICOS.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
DEDICATORIA.....	v
ÍNDICE GENERAL.....	vi
ÍNDICE DE CUADROS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS.....	3
3. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
3.1 El cultivo del jitomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> L.).....	4
3.1.1 Importancia mundial.....	4
3.1.2 Importancia nacional.....	4
3.1.3 Enfermedades.....	6
3.1.4 Plagas.....	6
3.2 Paratrioza (<i>Bactericera cockerelli</i> Sulc).....	7

3.2.1 Distribución.....	7
3.2.2 Biología.....	7
3.2.2.1 Huevo.....	7
3.2.2.2 Ninfa.....	8
3.2.2.3 Adulto.....	9
3.2.3 Daños que ocasiona.....	10
3.2.3.1 Daños directos.....	11
3.2.3.2 Daños indirectos.....	11
3.2.4. Métodos de control.....	12
3.2.4.1. Control Cultural.....	12
3.2.4.1.1 Eliminación de hospederos alternos.....	12
3.2.4.2. Control Mecánico.....	13
3.2.4.2.1 Utilización de trampas pegajosas.....	13
3.2.4.3 Control Biológico.....	13
3.2.4.4 Control Químico.....	14
3.2.4.4.1 Insecticidas utilizados para el control de <i>B. cockerelli</i>	15
3.2.4.4.2 Resistencia a insecticidas.....	15
3.3 Mosquita Blanca (<i>Bemisia tabaci</i> Gennadius).....	16
3.3.1 Distribución.....	16

3.3.2 Biología.....	17
3.3.2.1 Huevo.....	18
3.3.2.2 Ninfa.....	18
3.3.2.3 Adulto.....	19
3.3.3 Daños que ocasiona.....	20
3.3.3.1 Daños directos.....	21
3.3.3.2 Daños indirectos.....	21
3.3.4 Métodos de control.....	22
3.3.4.1. Control Cultural.....	22
3.3.4.1.1 Eliminación de hospederos alternos.....	22
3.3.4.2. Control Mecánico.....	22
3.3.4.2.1 Utilización de trampas pegajosas.....	22
3.3.4.3 Control Biológico.....	23
3.3.4.4 Control Químico.....	23
3.3.4.4.1 Insecticidas utilizados para el control de <i>B. tabaci</i>	24
3.4. Diamidas.....	24
3.4.1 Modo de acción.....	25
3.4.2 Cyantraniliprole.....	26
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	27

4.1 Localización del estudio.....	27
4.2 Trasplante.....	27
4.3 Información técnica del producto evaluado.....	28
4.3.1 Cyantraniliprole.....	28
4.4 Diseño experimental.....	28
4.5. Tratamientos.....	29
4.6. Aplicación de tratamientos.....	30
4.7 Variables evaluadas.....	30
4.7.1 Adultos de <i>Bactericera cockerelli</i>	30
4.7.2 Adultos de <i>Bemisia tabaci</i>	31
4.7.3 Sanidad de la planta.....	31
4.7.4 Vigor.....	32
4.7.5 Número de racimos florales.....	32
4.7.6 Número de frutos.....	33
4.7.7 Rendimiento.....	33
4.8 Análisis de datos.....	33
5. RESULTADOS.....	34
5.1 Adultos de <i>Bactericera cockerelli</i>	34
5.1.1 Primera evaluación.....	34

5.1.2 Segunda evaluación.....	35
5.2 Adultos de <i>Bemisia tabaci</i>	37
5.2.1 Primera evaluación.....	37
5.2.2 Segunda evaluación.....	39
5.3 Sanidad de la planta.....	40
5.3.1 Primera evaluación.....	40
5.3.2 Segunda evaluación.....	42
5.4 Vigor.....	44
5.4.1 Primera evaluación.....	44
5.4.2 Segunda evaluación.....	45
5.5 Número de racimos florales.....	46
5.6 Número de frutos.....	47
5.7 Rendimiento.....	49
6. CONCLUSIONES.....	50
7. LITERATURA CITADA.....	51
8. APENDICE.....	60

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Estados productores principales de jitomate en el 2012..	5
Cuadro 2. Tratamientos evaluados en el cultivo de jitomate.....	29
Cuadro 3. Promedio de adultos de <i>B. cockerelli</i> por hoja y prueba de comparación múltiple de medias (Tukey) en la primera evaluación en el cultivo de jitomate en Totolapan, Morelos.....	34
Cuadro 4. Promedio de adultos de <i>B. cockerelli</i> por hoja y prueba de comparación múltiple de medias (Tukey) en la segunda evaluación en el cultivo de jitomate en Totolapan, Morelos.....	36
Cuadro 5. Promedio de adultos de <i>B. tabaci</i> por hoja y prueba de comparación múltiple de medias (Tukey) en la primera evaluación en el cultivo de jitomate en Totolapan, Morelos.....	38

Cuadro 6. Promedio de adultos de <i>B. tabaci</i> por hoja y prueba de comparación múltiple de medias (Tukey) en la segunda evaluación en el cultivo de jitomate en Totolapan, Morelos.....	39
Cuadro 7. Porcentaje de incidencia de enfermedades ocasionadas por virus/bacterias y prueba de comparación múltiple de medias (Tukey) en la primera evaluación en el cultivo de jitomate en Totolapan, Morelos.....	41
Cuadro 8. Porcentaje de incidencia de enfermedades ocasionadas por virus/bacterias y prueba de comparación múltiple de medias (Tukey) en la segunda evaluación en el cultivo de jitomate en Totolapan, Morelos.....	42
Cuadro 9. Porcentaje del vigor de los tratamientos evaluados y prueba de comparación múltiple de medias (Tukey) en la primera evaluación en el cultivo de jitomate en Totolapan, Morelos.....	44

Cuadro 10. Porcentaje del vigor de los tratamientos evaluados y prueba de comparación múltiple de medias (Tukey) en la segunda evaluación en el cultivo de jitomate en Totolapan, Morelos.....	45
Cuadro 11. Número de racimos florales de los tratamientos evaluados y prueba de comparación múltiple de medias (Tukey) en la primera evaluación en el cultivo de jitomate en Totolapan, Morelos.....	47
Cuadro 12. Número de frutos en los tratamientos evaluados y prueba de comparación múltiple de medias (Tukey) en el cultivo de jitomate en Totolapan, Morelos.....	48
Cuadro 13. Peso de frutos en los tratamientos evaluados y prueba de comparación múltiple de medias (Tukey) en el cultivo de jitomate en Totolapan, Morelos.....	49

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Huevos de <i>B. cockerelli</i>	8
Figura 2. Ninfas de <i>B. cockerelli</i>	9
Figura 3. Adulto de <i>B. cockerelli</i>	10
Figura 4. Síntomas de la enfermedad permanente del tomate.....	12
Figura 5. Trampas amarillas pegajosas.....	13
Figura 6. Ninfa de primer instar de <i>B. tabaci</i>	19
Figura 7. Ninfa de tercer instar de <i>B. tabaci</i>	19
Figura 8. Adultos de <i>B. tabaci</i>	20
Figura 9. Tomato Yellow Leaf Curl Virus (Geminiviridae).....	21
Figura 10. Modo de acción de las diamidas.....	26
Figura 11. Trasplante manual de tomate.....	27
Figura 12. Aplicación foliar.....	30

**CYANTRANILIPROLE PARA EL CONTROL DE *Bactericera cockerelli* Sulc.
(HEMIPTERA: PSYLLIDAE) EN TOMATE EN TOTOLAPAN, MORELOS.**

1. INTRODUCCIÓN

El jitomate es la hortaliza más difundida en todo el mundo y la de mayor valor económico. Su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio. Además es un cultivo importante de la economía en México por el volumen y el valor de la producción, y por la gran cantidad de mano de obra que demanda (Valadez, 1994). De acuerdo a datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, la producción obtenida en el 2012 fue de 2, 838, 369 toneladas con un rendimiento de 51.38 t.ha⁻¹ en una superficie de 55, 888 ha. Donde los estados productores principales fueron: Sinaloa, Baja California, Michoacán, Jalisco, Zacatecas, San Luis Potosí y Baja California Sur (SIAP, 2013).

A nivel mundial, las cantidades de producción de los productos agrícolas son cada vez más fluctuantes, y los rendimientos son bajos en relación con las necesidades de la población mundial. Por otra parte, las plagas de artrópodos constituyen uno de los principales problemas por reducir en un 20 a 30% la producción mundial de alimentos cada año (Perveen, 2011).

Bactericera cockerelli, representa una seria limitante en la producción de jitomate, papa, chile y tomate de cáscara, esto debido a que es la responsable

de la transmisión de *Candidatus Liberibacter solanacearum* en diversos cultivos de solanáceas, así como producir daños por su efecto toxinífero en sus hospedantes (Bújanos *et al.*, 2005; Garzón *et al.*, 2007; Hansen *et al.*, 2008; Munyaneza, 2012). En nuestro país se le ha asociado a la enfermedad conocida como permanente del tomate (Garzón *et al.*, 2009; Munyaneza *et al.*, 2009). Causando pérdidas superiores al 50% en el cultivo de jitomate en Estados Unidos y México (Liu and Trumble, 2006).

Actualmente, la estrategia más efectiva para manejar las poblaciones de paratíroza, es mediante el uso de insecticidas. En algunas regiones del país se realizan más de 20 aplicaciones para el control de este insecto, incrementando así los costos de producción y representando un alto riesgo de contaminación ambiental. Por otro lado, la aplicación de plaguicidas constituye una poderosa fuerza evolutiva, al permitir la sobrevivencia de aquellos individuos que poseen una o varias características de resistencia y éstos heredan esa capacidad a sus descendientes. En base a lo anterior y debido a la importancia que tiene este insecto, sería de gran utilidad determinar la eficacia de insecticidas con modo de acción novedosos como el grupo de las diamidas, por lo que se realizó el presente estudio con los objetivos siguientes:

2. OBJETIVOS

- 1) Evaluar el efecto programas de manejo químico con y sin la aplicación de Cyazypyr® para el control de *Bactericera cockerelli* Sulc y *Bemisia tabaci* Gennadius en el cultivo de tomate.
- 2) Comparar el efecto de programas de manejo químico con y sin la aplicación de Cyazypyr® sobre la incidencia de enfermedades causadas por patógenos transmitidos por *B. cockerelli* y *B. tabaci* en el cultivo de tomate.
- 3) Evaluar el efecto de programas de manejo químico con y sin la aplicación de Cyazypyr® sobre diferentes parámetros fisiológicos en el cultivo de tomate.

3. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 El cultivo del jitomate (*Lycopersicon esculentum* L.)

3.1.1 Importancia mundial

El jitomate es la hortaliza más difundida en todo el mundo y la de mayor valor económico. Su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio. Este cultivo ha adquirido gran importancia económica en todo el mundo. El valor nutritivo del jitomate no es muy elevado, no obstante su popularidad demostrada por el alto nivel de consumo, convierte a este cultivo en una de las principales fuentes de vitaminas y minerales en muchos países (Nuez, 2001). El jitomate es una de las hortalizas más importantes en el mundo, según datos del FAOSTAT, en el 2011 la producción mundial fue de 159, 347, 031 millones de toneladas, donde los países productores principales fueron: China, India, Estados Unidos, Turquía, Egipto, Irán, Italia, Brasil, España Uzbekistán y México (FAOSTAT, 2013).

3.1.2 Importancia nacional

El jitomate (*Lycopersicon esculentum* L) es un cultivo importante de la economía en México por el volumen, valor de la producción y por la gran

cantidad de mano de obra que demanda (Valadéz, 1994). Esta hortaliza constituye parte fundamental de la cocina y de los hábitos alimenticios de los mexicanos. El consumidor nacional lo adquiere generalmente fresco para consumirlo crudo en ensaladas, salsas o acompañando diversos platillos, o cocido, para dar color y sabor. En México se producen distintos tipos de tomate, según sus características y mercados de consumo. De acuerdo a datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2013), la producción obtenida en el 2012 fue de 2,838,369 de toneladas con un rendimiento de 51.38 t.ha⁻¹ en una superficie de 55, 888 ha. Donde los principales estados productores se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Estados productores principales de jitomate en el 2012.

Estado	Producción (t)
Sinaloa	1,039,367
Baja California	189,635
Michoacán	171,038
Jalisco	156,660
Zacatecas	139,131
San Luís Potosí	116,136
Baja California Sur	106,858
Oaxaca	96,744
Nayarit	87,304
Sonora	82,323
México	80,073
Guanajuato	78,440
Morelos	71,202

3.1.3 Enfermedades

Las enfermedades que atacan al jitomate constituyen una limitante para su producción, debida a los grandes daños que ocasionan y su fuerte repercusión en la calidad y rendimiento de la producción. En México, los patógenos que afectan al cultivo son: *Alternaria solani*, *Phytophthora infestans*, *Cladosporium fulvum*, *Stemphyllium solani*, *Fusarium* spp., *Verticillium* spp, *Rhizoctonia solani*, *Botrytis cinerea*, *Sclerotinia sclerotiorum*, entre otras (Mendoza, 1996; Tlapal, 2005).

3.1.4 Plagas

El jitomate (*Lycopersicon esculentum* L.) como cualquier otra hortaliza, es atacada por varias plagas durante su desarrollo fenológico. Las plagas que destacan afectando a este cultivo son: gusano alfiler (*Keiferia lycopersicella*), minador de la hoja (*Liriomyza* spp.), gusano del fruto (*Heliothis* spp.), gusano soldado (*Spodoptera exigua*), Mosquita blanca (*Bemisia tabaci*, *B. argentifolii*, *Trialeurodes vaporariorum*), Pulgón verde (*Myzus persicae*) y el psílido del tomate (*Bactericera cockerelli*) (Lagunes, 1994). Este último actualmente de gran importancia por los daños directos e indirectos que ocasiona, entre los que destaca la transmisión de la bacteria Candidatus *Liberibacter solanacearum* (Liefting et al., 2009; French-Monar et al., 2010).

3.2 Paratrioza (*Bactericera cockerelli* Sulc)

3.2.1 Distribución

En México, se ha documentado la presencia de *B. cockerelli* en, al menos, 17 estados de la República Mexicana, como San Luis Potosí, Michoacán, Baja California, Morelos, Nayarit y Sinaloa. Donde es una plaga importante en los cultivos de jitomate, papa y chile (Bújanos *et al.*, 2005; Garzón *et al.*, 2007; Vega *et al.*, 2008).

3.2.2 Biología

El ciclo de vida de *B. cockerelli* comprende al huevo, cinco instares ninfales y la etapa adulta (Hodkinson, 2009). El tiempo requerido para el desarrollo de una generación desde el huevo hasta el adulto es de 15 a 30 días. La temperatura óptima para su desarrollo es de 27°C, en tanto que, temperaturas menores a 15°C o superiores a 32°C afectan negativamente su desarrollo y supervivencia. La hembra oviposita entre 250 a 500 huevos durante su periodo de vida (Abdullah, 2008; Munyaneza, 2012).

3.2.2.1 Huevo

Los huevos se montan en pedicelos cortos y eclosionan a los 3 a 7 días después de la oviposición. Son de color amarillo-anaranjado, depositados

individualmente, en el envés de las hojas o en el borde de las mismas (Figura 1). Frecuentemente las hembras ovipositan numerosos huevos en una sola hoja (Abdullah, 2008; Munyaneza, 2012).



Fig.1. Huevos de *B. cockerelli*

3.2.2.2 Ninfa

B. cockerelli presenta cinco instares ninfales (Hodkinson, 2009). Son de color verde-amarillo a naranja, planos, de apariencia similar variando solo en tamaño (Figura 2). Los ojos son prominentes y de color rojizo. Presenta una franja de filamentos cortos de cera a lo largo de los márgenes laterales de su cuerpo. Prefieren los lugares protegidos y sombreados, y se encuentran principalmente en las hojas inferiores y por lo general permanecen sedentarios durante su desarrollo. El tiempo del desarrollo de los cinco instares ninfales depende de la temperatura, variando de 12 a 24 días (Abdullah, 2008; Butler and Trumble, 2012; Munyaneza, 2012).



Fig.2. Ninfas de *B. cockerelli*

3.2.2.3 Adulto

Cuando recién emerge son de color verde pálido o ámbar claro, con las alas blancas, permanecen inactivos durante las primeras horas después de la emergencia, tiempo en el que las alas se tornan transparentes; la cabeza y el tórax cambian de color a café claro hasta llegar a café oscuro o negro, estos cambios de coloración ocurren entre los 5 y 10 días. Presentan sobre el dorso bandas blancas sobre la cabeza y el tórax mientras que en el abdomen presentan una banda prominente de color blanco en el primer segmento abdominal y en el último segmento otra banda blanca en forma de “V” invertida (Figura 3). Tanto las ninfas como los adultos producen gran cantidad de excretas de color blanco debido a esto, se le dio el nombre de “salerillo”. Los adultos viven aproximadamente de 20 a 62, esta variación depende de las condiciones de temperatura, hospedante, sexo y si se desarrolla en campo o en invernadero (Abdullah, 2008; Butler and Trumble, 2012; Munyaneza, 2012).



Fig.3. Adulto de *B. cockerelli*

3.2.3 Daños que ocasiona

El pulgón saltador o psílido del tomate se había considerado como plaga secundaria hasta hace algunos años, pero actualmente se encuentra distribuido en varias regiones de México y representa una seria limitante en la producción de jitomate, papa, chile y tomate de cáscara, esto debido a que *B. cockerelli* es la responsable de la transmisión de *Candidatus Liberibacter solanacearum* en diversos cultivos de solanáceas, así como producir daños por su efecto toxinífero en sus hospedantes (Bújanos *et al.*, 2005; Garzón *et al.*, 2007; Hansen *et al.*, 2008; Munyaneza, 2012). En nuestro país se le ha asociado a la enfermedad conocida como permanente del tomate ocasionado por *Candidatus Liberibacter solanacearum* (Garzón *et al.*, 2009; Munyaneza *et al.*, 2009). Causando pérdidas superiores al 50% en el cultivo de jitomate en Estados Unidos y México (Liu and Trumble, 2006).

3.2.3.1 Daños directos

Los daños directos que ocasiona sobre sus hospederas son por medio de la extracción de savia y por la inyección de toxinas, induciendo en plantas de jitomate un amarillamiento de hojas, reducción de crecimiento, producción de frutos pequeños, y dependiendo del grado de daño puede llegar a causar la disminución del rendimiento y la producción de frutos de poca calidad comercial. Cuando afecta planta de jitomate pequeñas estas mueren debido al efecto de las toxina (Garzón *et al.*, 2007; Garzón *et al.*, 2009; Butler and Trumble, 2012; Munyaneza, 2012).

3.2.3.2 Daños indirectos

El principal daño indirecto es la transmisión de la bacteria *Candidatus Liberibacter solanacearum* (psyllaurous) asociada con la enfermedad conocida como “permanente del tomate” (Figura 4), lo síntomas inician con una clorosis de los brotes apicales, hojas inferiores enrolladas y de textura quebradiza, aborto de flores, lo que resulta en una disminución de rendimiento y de la calidad de los frutos demeritando su valor comercial, similares a los ocasionados por la inyección de la toxina (Garzón *et al.*, 2007; Hansen *et al.*, 2008; Garzón *et al.*, 2009; Liefting *et al.*, 2009; Munyaneza *et al.*, 2009).



Fig.4. Síntomas de la enfermedad permanente del tomate

3.2.4. Métodos de control

3.2.4.1. Control Cultural

3.2.4.1.1 Eliminación de hospederos alternos

Debido a que plantas cultivadas y silvestres de la familia Solanaceae son hospedantes de *B. cockerelli*, así como numerosas especies de las familias: Pinaceae, Salicaceae, Polygonaceae, Chenopodiaceae, Brassicaceae, Asteraceae, Fabaceae, Malvaceae, Amaranthaceae, Lamiaceae, Poaceae, Menthaceae y Convolvulaceae, se recomienda la eliminación de malezas dentro del cultivo, así como alrededor del mismo (Garzón *et al.*, 2007; Munyaneza, 2012).

3.2.4.2. Control Mecánico

3.2.4.2.1 Utilización de trampas pegajosas

La utilización de trampas para atraer y atrapar insectos plaga es importante para el monitoreo de plagas, sin embargo, en algunos casos estas trampas pueden ser utilizadas para la captura masiva de insectos plaga. En algunas regiones de México, es común la utilización de trampas amarillas pegajosas (Figura 5), así como de barreras de plástico amarillo alrededor del terreno de cultivo (Toledo y Castillo, 2008).



Fig. 5. Trampas amarillas pegajosas

3.2.4.3 Control Biológico

En México, el control biológico en el cultivo de jitomate está muy limitado por el uso intensivo de plaguicidas. Dentro de los enemigos naturales de *B. cockerelli* se tienen a las crisopas (*Chrysoperla spp.*), coccinélidos (*Hippodamia convergens*), geocóridos (*Geocoris spp.*), nábidos (*Nabis spp.*) y los parasitoides *Tamarixia triozae* y *Metaphycus psyllidis*, sin embargo poco se

conoce de los efectos de estos sobre las poblaciones de *B. cockerelli*. Además, varios hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* e *Isaria fumosorosae*, han sido probados causando una alta mortalidad de este insecto (Garzón *et al.*, 2007; Lacey *et al.*, 2011; Munyaneza, 2012).

3.2.4.4 Control Químico

Actualmente, la estrategia más efectiva para manejar las poblaciones de paratrioza, es mediante el uso de insecticidas. Sin embargo, el manejo efectivo de este insecto requiere el conocimiento de su biología, ecología, distribución y dinámica poblacional. Debido a la capacidad de transmitir patógenos que afectan considerablemente la producción en el cultivo de jitomate los productores recurren principalmente al control químico como medida de control, sin embargo, aun utilizando insecticidas *B. cockerelli* es difícil de manejar (Vega *et al.*, 2008). En algunas regiones del país se realizan más de 20 aplicaciones para el control de este insecto, incrementando así los costos de producción y representando un alto riesgo de contaminación ambiental. Por otro lado, la aplicación de plaguicidas constituye una poderosa fuerza evolutiva, al permitir la sobrevivencia de aquellos individuos que poseen una o varias características de resistencia y éstos heredan esa capacidad a sus descendientes. Por tal motivo, podemos afirmar que el uso de un plaguicida sobre una población susceptible, produce cambios genotípicos y fenotípicos que se traducen tarde o temprano en la falta de control en campo a la dosis empleada.

3.2.4.4.1 Insecticidas utilizados para el control de *B. cockerelli*

Las diferentes etapas de desarrollo de *B. cockerelli* requieren del uso de insecticidas específicos, ya que se ha demostrado que los insecticidas que controlan adultos no necesariamente tienen el mismo efecto contra ninfas y huevecillos, por lo que la selección de los insecticidas adecuados en función de la etapa de desarrollo de *B. cockerelli* juega un papel importante en el control de este insecto (Vega *et al.*, 2008; Butler and Trumble, 2012; Munyaneza, 2012). En México, es común la realización de una aplicación antes del trasplante ya sea foliar o por inmersión de la charola con insecticidas neonicotinoides (imidacloprid ó thiametoxam). Posterior al trasplante, se realiza una aplicación en drench nuevamente de insecticidas neonicotinoides (imidacloprid ó thiametoxam), seguido de aplicaciones foliares semanales de diversos insecticidas como: imidacloprid (combinado con otros insecticidas piretroides), abamectina, pymetrozine, spinosad, spiromesifen, spirotetramat, bifentrina, cyflutrina, lambda cyhalotrina, acetamiprid, thiacloprid, endosulfan, entre otros (Garzón *et al.*, 2007; Gharalari *et al.*, 2009; Tucuch *et al.*, 2010; Butler *et al.*, 2011).

3.2.4.4.2 Resistencia a insecticidas

La resistencia a insecticidas se define como '*un cambio heredable en la sensibilidad de una población de una plaga que se refleja en repetidos fallos de un producto para alcanzar los niveles de control esperados al ser usado de acuerdo con las recomendaciones de la etiqueta para esa plaga*'. A una

situación de resistencia puede llegarse por el ‘uso abusivo’ o ‘mal uso’ de un insecticida en el control de una plaga, que resulta en la selección de formas resistentes y la consiguiente evolución de las poblaciones que se convierten en resistentes a ese insecticida. En la mayoría de los casos, la resistencia no sólo afecta negativamente al compuesto sobre el que se genera, sino que a menudo también confiere resistencia cruzada a otros compuestos químicamente relacionados (IRAC, 2013). Debido a lo anterior, existe una gran preocupación sobre la utilización de insecticidas, ya que eventualmente podrían conducir al desarrollo de resistencia debido a la alta fecundidad y corto tiempo de generación de *B. cockerelli* (Abdullah, 2008; Butler and Trumble, 2012; Munyaneza, 2012). Por lo que, las empresas que desarrollan insecticidas, tienen un gran reto en la búsqueda de alternativas para manejar adecuadamente no solo a *B. cockerelli*, sino a diversas plagas de importancia agrícola, bajo un contexto más bondadoso con el ambiente, así como para que los agricultores cuenten con más herramientas en el manejo integrado de plagas.

3.3 Mosquita Blanca (*Bemisia tabaci* Gennadius)

3.3.1 Distribución

Bemisia tabaci fue descrita como una plaga del tabaco aproximadamente hace 120 años en Grecia, y desde entonces ha sido una importante plaga en la agricultura mundial. Tiene una distribución cosmopolita, con poblaciones naturales presentes en latitudes tropicales, subtropicales y templadas (Walker

et al., 2010). *B. tabaci* es altamente polífaga y se reporta que se desarrolla en más de 500 especies de plantas, incluyendo un gran número de especies cultivadas (Oliveira *et al.*, 2001).

3.3.2 Biología

A diferencia de muchos Homópteros que experimentan un desarrollo gradual, la metamorfosis de la mosca blanca es diferente, con una inclinación hacia una metamorfosis completa. Hay cuatro estadios ninfales, donde el primer estadio es activo, mientras que los tres siguientes son inactivos o sésiles. Durante la metamorfosis, el desarrollo alar es interno, dando la apariencia en el cuarto instar a una pupa. La mayoría de las especies de mosquita blanca son polípagas (Byrne, 1991). Muchas especies de mosquitas blancas son multivoltinas, es decir, presentan varias generaciones al año.

Bajo condiciones favorables *B. tabaci* puede producir de 11 a 15 generaciones por año, una hembra puede ovipositar en promedio de 100 a 300 huevos durante su vida, que varía de 3 a 6 semanas (Bethke *et al.* 1991).

B. tabaci es conocida por su diversidad genética, que se expresa en un complejo de biotipos. Los biotipos se diferencian en gran medida en base al polimorfismo molecular o bioquímico, y difieren en características tales como, el rango de hospederos, la capacidad de ocasionar trastornos en plantas, la atracción de enemigos naturales, la expresión de resistencia a insecticidas y la capacidad de transmitir virus a plantas. Otra característica importante, es su fácil

adaptación a los cambios de las condiciones ambientales (De Barro *et al.*, 2011).

3.3.2.1 Huevo

El huevo de *B. tabaci* es de color blanco, diminuto, ovalado y mide alrededor de 0.25 mm de diámetro, tiene un pedicelo que durante la oviposición la hembra inserta dentro de las células epidermales de la planta y lo sujeta con una excreción similar a pegamento que lo mantiene anclado. Asegurando así, que la ninfa que emerja de este, este en contacto directo con la hoja. Por lo regular la hembra los oviposita en el envés de la hoja en el estrato superior (Walker *et al.*, 2010).

3.3.2.2 Ninfa

Las ninfas de mosquita blanca se colocan permanentemente en un punto de la hoja de donde obtienen todos sus requerimientos nutricionales para su desarrollo, que lleva a cabo en cuatro instares ninfales. Todos los instares son ovales, aplanados dorso ventralmente. Los diferentes estadios ninfales se distinguen por su tamaño, aunque este puede variar dependiendo de su hospedero. El primer estadio tiene las patas bien desarrolladas (Figura 6) y después de la eclosión deambula por la superficie de la hoja, hasta encontrar un sitio adecuado para su asentamiento. Los estadios restantes pierden las patas y no tienen movimiento (Figura 7), es decir son sésiles. La última etapa ninfal, llamada pupa presenta pocos o ningún filamento de cera alrededor del borde, a diferencia con *Trialeurodes vaporariorum* que presenta filamentos

largos en el borde (Walker *et al.*, 2010). Las ninfas se encuentran principalmente en las hojas más viejas o en el estrato medio de la planta.

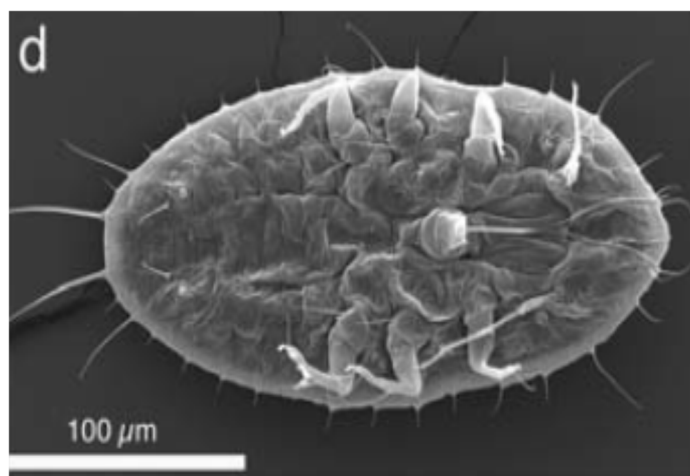


Fig.6. Ninfa de primer instar de *B. tabaci*

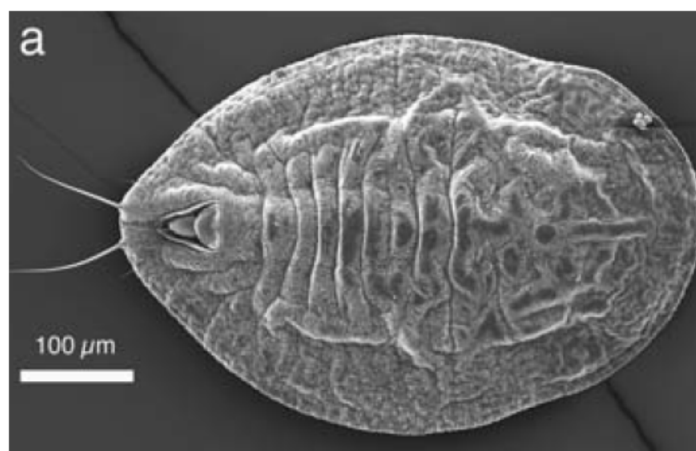


Fig.7. Ninfa de tercer instar de *B. tabaci*

3.3.2.3 Adulto

Ellos son de aproximadamente 2 a 3 mm de longitud, con un par de alas opacas cubiertas de un polvo blanquecino o cera, las alas posteriores son casi del mismo tamaño que las anteriores (Borrór *et al.*, 1989). Los adultos de

mosca blanca mantienen sus alas verticalmente plegadas sobre el cuerpo, y en general estas no cubren totalmente el abdomen, presentando un espacio que las separa (Figura 8), a diferencia de *Trialeurodes vaporariorum*, de apariencia similar, sin embargo sus alas más planas sobre su abdomen y no hay espacio entre sus alas (Walker *et al.*, 2010). Los adultos se encuentran principalmente en la superficie inferior de las hojas más jóvenes.



Fig.8. Adultos de *B. tabaci*

3.3.3 Daños que ocasiona

B. tabaci (Gennadius) es un insecto de gran importancia económica que afecta a diversos cultivos, entre ellos el jitomate. Su importancia se acentúa más, por el hecho de que su distribución es amplia y son vectores de virus en plantas, y la única especie que trasmite geminivirus. (Harrison, 1985; Stansly and Naranjo, 2010). También tienden a desarrollar bastante rápida resistencia a un gran número de insecticidas. Debido a lo anterior, los daños que ocasiona pueden resultar en reducciones del rendimiento mayores al 50% (Byrne, 1991).

3.3.3.1 Daños directos

Los daños directos a la planta ocurren al alimentarse de la savia del floema, y por la excreción de mielecilla en las hojas y frutos, esta mielecilla forma una superficie pegajosa rica en azúcares que actúa como sustrato para el crecimiento de varios hongos, ocasionando un manchado y cubriendo a las hojas, esto último impidiendo la realización de la fotosíntesis, causando una clorosis. Estos daños reducen en gran medida el valor de los cultivos agrícolas, principalmente en hortalizas (Byrne, 1991).

3.3.3.2 Daños indirectos

B. tabaci es vector de varias familias de importantes virus de plantas entre las que destaca la familia Geminiviridae (Figura 9), que resultan en importantes enfermedades que limitan el crecimiento ocasionando la pérdidas significativas en los cultivos (Hogenhout *et al.*, 2008).



Fig. 9. Tomato Yellow Leaf Curl Virus (Geminiviridae)

3.3.4 Métodos de control

El manejo de las poblaciones de *B. tabaci* y en particular el manejo de enfermedades virales transmitidas por estos, es difícil. Esto debido a las tasas de crecimiento de la población, la rápida evolución de la resistencia a insecticidas y la ubicación de los individuos relativamente protegida en la parte inferior de las hojas (Oliveira *et al.*, 2001). Dado que las enfermedades virales en plantas transmitidas por *B. tabaci*, no son curables, las principales estrategias para su manejo se basan en la prevención de la transmisión por parte del vector (De Barro *et al.*, 2011).

3.3.4.1. Control Cultural

3.3.4.1.1 Eliminación de hospederos alternos

Debido a que es una especie cosmopolita y tiene una gran gama de hospederos se recomienda la eliminación de malezas dentro del cultivo, así como alrededor del mismo, ya que pueden actuar como hospederos alternos para la reproducción de *B. tabaci* (Horowitz *et al.*, 2011).

3.3.4.2. Control Mecánico

3.3.4.2.1 Utilización de trampas pegajosas

La utilización de trampas para atraer y atrapar insectos plaga es importante para el monitoreo de plagas, sin embargo, en algunos casos estas trampas pueden ser utilizadas para la captura masiva de insectos plaga. En algunas regiones de México, es común la utilización de trampas amarillas pegajosas,

así como de barreras de plástico amarillo alrededor del terreno de cultivo (Toledo y Castillo, 2008).

3.3.4.3 Control Biológico

La utilización de enemigos naturales para el control biológico se considera una forma efectiva para el control de mosquita blanca. *B. tabaci* se encuentra en la lista de los casos de éxito en la historia del control biológico mediante el uso de depredadores y parasitoides. Donde encontramos a hongos de los generos *Aschersonia*, *Beauveria*, *Metarhizium*, *Paecilomyces* y *Verticillium*, que se han reportado infectado a *B. tabaci* y han sido usados para el control de este insecto. Así como a los parasitoides *Eretmocerus mundus* y *Encarsia formosa* (Horowitz *et al.*, 2011)

3.3.4.4 Control Químico

La estrategia más empleada para manejar poblaciones de *B. tabaci* es mediante el uso de insecticidas. Sin embargo, el manejo efectivo de este insecto requiere el conocimiento de su biología, ecología, distribución y dinámica poblacional. Debido a la capacidad de transmitir virus que afectan considerablemente la producción en el cultivo de jitomate los productores recurren principalmente al control químico como medida de control, sin embargo, aun utilizando insecticidas es difícil de manejar, debido a las tasas de crecimiento de la población, la rápida evolución de la resistencia a insecticidas y la ubicación de los individuos relativamente protegida en la parte inferior de las hojas (Oliveira *et al.*, 2001).

3.3.4.4.1 Insecticidas utilizados para el control de *B. tabaci*

Las diferentes etapas de desarrollo de *B. tabaci* requieren del uso de insecticidas específicos, ya que se ha demostrado que los insecticidas que controlan adultos no necesariamente tienen el mismo efecto contra ninfas y huevos. En México, es común la realización de una aplicación antes del trasplante ya sea foliar o por inmersión de la charola con insecticidas neonicotinoides (imidacloprid ó thiametoxam). Posterior al trasplante, se realiza una aplicación en drench nuevamente de insecticidas neonicotinoides (imidacloprid ó thiametoxam), seguido de aplicaciones foliares semanales de diversos insecticidas como: imidacloprid (combinado con otros insecticidas piretroides), abamectina, pymetrozine, spinosad, spiromesifen, spirotetramat, bifentrina, cyflutrina, lambda cyhalotrina, acetamiprid, thiacloprid, endosulfan, cyazypyr, entre otros (Horowitz *et al.*, 2011; Caballero *et al.*, 2013).

3.4. Diamidas

La industria agroquímica frecuentemente desarrolla moléculas con nuevos modos de acción, las cuales serán incluidas en las rotaciones de insecticidas, como parte fundamental en el manejo de resistencia. Entre ellas se encuentran las diamidas, que constituyen una nueva clase de insecticidas en la protección vegetal, estas pertenecen al grupo 28 de acuerdo a la clasificación del IRAC, que son moduladores del receptor rianodina (IRAC, 2013). Las diamidas han demostrado un excelente control de un amplio rango de plagas como Lepidópteros, y de otros insectos incluyendo a los órdenes Coleóptera, Díptera,

Hemiptera, Homóptera, Isóptera y Thysanoptera. Además, se ha demostrado que son seguras contra artrópodos no blanco, donde se incluyen varios insectos benéficos y ácaros depredadores (Caballero et. al., 2013).

La primera generación de diamidas recientemente introducida al mercado comprende a la flubendiamida descubierta por Nihon Nohyaku en colaboración con Bayer y al chlorantraniliprole descubierta por Dupont. Estos compuestos controlan a plagas de Lepidópteros y Coleópteros, y presentan una reducida actividad contra plagas del orden Hemiptera. La segunda generación de diamidas es el cyantraniliprole descubierto por la empresa Dupont (Gnamm et al., 2012).

3.4.1 Modo de acción

Su modo de acción consiste en la activación de los canales de calcio mediados por los receptores ryanodina (RyR), estos receptores se encuentran ubicados en los canales de calcio que modulan la liberación de este elemento de las reservas intracelulares localizadas en el retículo sarcoplasmático hacia el citoplasma (Figura 10). Estos insecticidas se fijan a estos receptores, provocando una liberación descontrolada de calcio y por consiguiente el agotamiento de las reservas. La contracción de las células musculares requiere de la liberación regulada de calcio, por lo que, al activar estos receptores, se conduce a la contracción y parálisis del insecto para posteriormente ocasionarles la muerte (Gnamm et al., 2012; Casida and Durkin, 2013; Teixeira and Andaloro, 2013). Debido a su novedoso modo de acción, este grupo de

insecticidas ofrece un excelente control de insectos resistentes a otros insecticidas e ideal para su inclusión en el Manejo Integrado de Plagas.



Fig. 10. Modo de acción de las diamidas

3.4.2 Cyantraniliprole

El insecticida de la segunda generación de las diamidas, cyantraniliprole, desarrollado por Dupont y en proceso de registro en varios países, incluido México. Que se comercializará bajo el nombre de Cyazypyr®, Benevia® y Verimark®. Este insecticida ha demostrado ser efectivo para el control de insectos chupadores como mosquita blanca, trips, psílido de los cítricos, pulgones, paratrioza, entre otros, proyectándose como una promisorio herramienta en el manejo integrado de plagas (Annan *et al.*, 2011; Singh *et al.*, 2011; Caballero *et al.*, 2013).

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Localización del estudio

El estudio se estableció en un lote de jitomate ubicado en el Municipio de Totolapan, Morelos. Propiedad del Sr. Plácido Alfaro Ramírez. Este municipio se localiza en la región norte de Morelos, colindando con los municipios de Tlayacapan, Atlatlahuacán y Tlalnepantla.

4.2 Trasplante

El trasplante se llevó a cabo de forma manual (Figura 11) el día 22 de julio de 2012, las variedades de jitomate utilizadas fueron Recova y Ponny.



Fig. 11. Trasplante manual de tomate

4.3 Información técnica del producto evaluado

4.3.1 Cyantraniliprole

Es el insecticida de la segunda generación de las diamidas, desarrollado por Dupont y en proceso de registro en varios países, incluido México, que se comercializará bajo el nombre de Cyazypyr®, Benevia® y Verimark®. Su modo de acción que consiste en la activación de los canales de calcio mediados por los receptores ryanodina. Este insecticida se fija a estos receptores, provocando una liberación descontrolada de calcio y por consiguiente el agotamiento de las reservas. La contracción de las células musculares requiere de la liberación regulada de calcio, por lo que, al activar estos receptores, se conduce a la contracción y parálisis del insecto para posteriormente ocasionarles la muerte. Este insecticida ha demostrado ser efectivo para el control de insectos chupadores como mosquita blanca, trips, psílido de los cítricos, pulgones, paratrioza, entre otros, proyectándose como una promisorio herramienta en el manejo integrado de plagas (Annan *et al.*, 2011; Singh *et al.*, 2011; Caballero *et al.*, 2013; Texeira and Andaloro, 2013).

4.4 Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro tratamientos y cinco repeticiones. Las unidades experimentales consistieron seis surcos separados a una distancia de 1.3 m por 10.5 m de largo, para un total de 81.9 m² por unidad experimental y de 409.5 m² por tratamiento.

4.5. Tratamientos

Los tratamientos evaluados fueron cuatro. Las aplicaciones fueron realizadas como se señalan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Tratamientos evaluados en el cultivo de jitomate

Número de aplicación	Días después del trasplante	Trat. 1 Var. Ponny	Trat. 2 Var. Ponny	Trat. 3 Var. Recova	Trat. 4 Var. Recova
Primera	-1	Cyazypyr®	Agricultor	Cyazypyr®	Agricultor
Segunda	10	Sin aplicación	Agricultor	Sin aplicación	Agricultor
Tercera	15	Cyazypyr®	Agricultor	Cyazypyr®	Agricultor
Cuarta	20	Sin aplicación	Agricultor	Sin aplicación	Agricultor
Quinta	25	Cyazypyr®	Agricultor	Cyazypyr®	Agricultor
Sexta	30	Sin aplicación	Agricultor	Sin aplicación	Agricultor
Séptima	35	Agricultor	Agricultor	Agricultor	Agricultor
Octava	39	Agricultor	Agricultor	Agricultor	Agricultor
Novena	45	Agricultor	Agricultor	Agricultor	Agricultor
Decima	50	Agricultor	Agricultor	Agricultor	Agricultor
Onceava	55	Agricultor	Agricultor	Agricultor	Agricultor
Doceava	60	Agricultor	Agricultor	Agricultor	Agricultor

4.6. Aplicación de tratamientos

La primera aplicación se realizó a la charola un día antes del trasplante, mientras que las siguientes aplicaciones se realizaron de manera foliar (Figura 12). Las aplicaciones se realizaron con una aspersora motorizada de la marca ARIMITSU®, con una boquilla de 2 puntas de cono KS-K6 calibrada para dar un gasto de agua de 300 L.ha⁻¹.



Fig. 12. Aplicación foliar

4.7 Variables evaluadas

4.7.1 Adultos de *Bactericera cockerelli*

Para determinar el número de individuos por tratamiento, se muestrearon diez folíolos, uno del tercio superior de la planta y otro del tercio medio. Estos folíolos se tomaron de 5 plantas por unidad experimental, con un total de 50 folíolos por tratamiento, registrando el número de adultos de paratrioza. Este

parámetro se evaluó en la etapa de desarrollo vegetativo (25 días después del trasplante) y durante la etapa de floración (50 días después del trasplante).

4.7.2 Adultos de *Bemisia tabaci*

Para determinar el número de individuos por tratamiento, se realizó el muestreo de forma similar que para los adultos de *B. cockerelli*, registrando el número de adultos de mosquita blanca. Este parámetro se evaluó en la etapa de desarrollo vegetativo (25 días después del trasplante) y durante la etapa de floración (50 días después del trasplante).

4.7.3 Sanidad de la planta

Este parámetro se evaluó en la etapa de desarrollo vegetativo (30 días después del trasplante) y durante la etapa de floración/formación de frutos (60 días después del trasplante). Para lo cual, se observaron 20 plantas por unidad experimental, evaluando la incidencia de enfermedades ocasionadas por virus o bacterias transmitidas por mosquita blanca y paratrioza respectivamente. Posteriormente se obtuvo el porcentaje de incidencia mediante la siguiente fórmula:

$$I = \frac{pe}{PT} * 100$$

Donde:

I = Porcentaje de incidencia de virosis.

PT = Es el número total de plantas evaluadas.

pe = Es el número de plantas con síntomas de virus.

4.7.4 Vigor

El vigor de la planta está dado por la suma de los siguientes factores, que son: el color en general de la planta, el estado de la planta (altura, porte), la presión de plagas y patógenos (daño) y por la uniformidad general del cultivo. Para medir este parámetro se tomaron 10 plantas por unidad experimental y se evaluaron visualmente en una escala del 0% a 200%. Donde 100% fue el valor otorgado a los tratamientos 2 y 4 (comerciales) por lo que la evaluación se inició en estos tratamientos. Este parámetro se evaluó en la etapa de desarrollo vegetativo (30 días después del trasplante) y durante la etapa de floración/formación de frutos (60 días después del trasplante).

4.7.5 Número de racimos florales

Se realizó una evaluación de este parámetro contando el número de racimos florales por planta tomando 5 plantas por unidad experimental. Este parámetro se evaluó en la etapa de floración (50 días después del trasplante).

4.7.6 Número de frutos

Se realizó una evaluación de este parámetro contando el número de frutos por planta, tomando 5 plantas por unidad experimental. Este parámetro se evaluó en la etapa de fructificación (70 días después del trasplante).

4.7.7 Rendimiento

La evaluación del rendimiento se realizó a los 90 y 100 días después del trasplante o bien cuando se realizó el primer y segundo corte. Donde se determinó promedio del peso de los frutos que cumplieron las características necesarias para comercializarse (tamaño, color, sanos) de 5 plantas por unidad experimental. Las plantas tomadas en el primer corte se marcaron para que en ellas mismas se realizará el segundo corte.

4.8 Análisis de datos

Los datos de la variables evaluadas, se les aplicó un análisis de varianza y una prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha=0.05$) con el paquete de análisis estadístico SAS® para poder establecer diferencias entre los tratamientos evaluados. Así mismo, para establecer diferencias en los tratamientos en donde se realizó la aplicación de Cyazypyr® en comparación con aquellos en donde no se realizó su aplicación, se llevaron a cabo pruebas de contrates ortogonales, para establecer dichas diferencias.

5. RESULTADOS

5.1 Adultos de *Bactericera cockerelli*

5.1.1 Primera evaluación

Al realizar el análisis de varianza de los datos obtenidos en la primera evaluación (Apéndice 1), este detectó diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ($P=0.0045$). La prueba de comparación múltiple de medias (Tukey) formó varios grupos, donde el mejor tratamiento fue el 3 (Recova/Cyazypyr®) como se observa en el Cuadro 3, ya que presentó la menor cantidad adultos de *B. cockerelli* por hoja (0.06 adultos), seguido por el tratamiento 1 (Ponny/Cyazypyr®) con 0.10 adultos por hoja.

Cuadro 3. Promedio de adultos de *B. cockerelli* por hoja y prueba de comparación múltiple de medias (Tukey) en la primera evaluación en el cultivo de jitomate en Totolapan, Morelos.

Tratamiento	Promedio de adultos de <i>B. cockerelli</i> por hoja	Agrupación Tukey ($\alpha=0.05$)
4	0.30	A*
2	0.26	AB
1	0.10	BC
3	0.06	C

* Medias seguidas con la misma letra no son estadísticamente diferentes

En el análisis de comparación de los tratamientos en donde se realizó la aplicación de Cyazypyr® contra aquellos en donde no se realizó su aplicación, esta comparación resultó significativa ($P=0.0006$), el grupo de tratamientos en donde se realizó la aplicación de Cyazypyr® disminuyó el promedio de adultos de *B. cockerelli* por hoja (0.08), mientras que el grupo de tratamientos en donde no se aplicó Cyazypyr® presentó un promedio mayor de adultos de *B. cockerelli* (0.28), resultando mejor el grupo de tratamientos en donde se realizó la aplicación de Cyazypyr® con una diferencia de 0.20 adultos por hoja. Estos datos son similares a los presentados por Portillo *et al.* (2012), donde menciona que la aplicación de Cyazypyr® redujo la población de ninfas y adultos de *B. cockerelli* en comparación con un testigo sin aplicación. Por otro lado, este efecto sobre los adultos de *B. cockerelli*, se puede deber a que Cyazypyr® es una nueva molécula de la nueva clase de insecticidas de las diamidas, ya que su novedoso modo de acción que no existe en el mercado de plaguicidas en México contra insectos chupadores (paratrioza, mosquita blanca, pulgones, etc.) le permiten tener una buena eficacia en el control de *B. cockerelli* (Lahm *et al.*, 2009; Gnam *et al.*, 2012; Jeanguenat, 2013).

5.1.2 Segunda evaluación

Al realizar el análisis de varianza de los datos obtenidos en la segunda evaluación (Apéndice 1), este detectó diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ($P=0.0005$). La prueba de comparación múltiple de medias (Tukey) formó dos grupos, donde los mejores tratamientos fueron el

3 (Recova/Cyazypyr®) y 1 (Ponny/Cyazypyr®) como se observa en el Cuadro 4, ya que presentaron la menor cantidad adultos de *B. cockerelli* por hoja (0.04 y 0.06 adultos respectivamente).

Cuadro 4. Promedio de adultos de *B. cockerelli* por hoja y prueba de comparación múltiple de medias (Tukey) en la segunda evaluación en el cultivo de jitomate en Totolapan, Morelos.

Tratamiento	Promedio de adultos de <i>B. cockerelli</i> por hoja	Agrupación Tukey ($\alpha=0.05$)
2	0.28	A*
4	0.22	A
1	0.06	B
3	0.04	B

* Medias seguidas con la misma letra no son estadísticamente diferentes

En el análisis de la comparación de los tratamientos en donde se realizó la aplicación de Cyazypyr® contra aquellos en donde no se realizó su aplicación, esta comparación resultó altamente significativa ($P<0.0001$), el grupo de tratamientos en donde se realizó la aplicación de Cyazypyr® nuevamente disminuyó el promedio de adultos de *B. cockerelli* por hoja (0.05), mientras que el grupo de tratamientos en donde no se aplicó Cyazypyr® presentó un promedio mayor de adultos de *B. cockerelli* (0.25), resultando mejor el grupo de tratamientos en donde se realizó la aplicación de Cyazypyr® con una diferencia de 0.20 adultos por hoja. Nuevamente estos datos son similares a los presentados por Portillo *et al.* (2012), donde la aplicación de Cyazypyr® redujo

la población de ninfas y adultos de *B. cockerelli*. Así mismo, este efecto sobre los adultos de *B. cockerelli*, se puede deber a que Cyazypyr® es una nueva molécula con un modo de acción novedoso que le permiten tener una buena eficacia en el control de *B. cockerelli* (Lahm *et al.*, 2009; Gnam *et al.*, 2012; Jeanguenat, 2013). Debido a esta disminución de adultos de *B. cockerelli* Cyazypyr® puede ser una herramienta importante en programas de manejo integrado de *B. cockerelli*.

5.2 Adultos de *Bemisia tabaci*

5.2.1 Primera evaluación

Al realizar el análisis de varianza de los datos obtenidos en la primera evaluación (Apéndice 1), este detectó diferencias altamente significativas entre tratamientos ($P < 0.0001$). La prueba de comparación múltiple de medias (Tukey) formó dos grupos, donde los mejores tratamientos fueron el 1 (Ponny/Cyazypyr®) y 3 (Recova/Cyazypyr®) como se observa en el Cuadro 5, ya que presentaron la menor cantidad adultos de *B. tabaci* por hoja (0.02 y 0.04 respectivamente).

En el análisis de la comparación de los tratamientos en donde se realizó la aplicación de Cyazypyr® contra aquellos en donde no se realizó su aplicación, esta comparación resultó altamente significativa ($P < 0.0001$), el grupo de tratamientos en donde se realizó la aplicación de Cyazypyr® disminuyó el promedio de adultos de *B. tabaci* por hoja (0.03), mientras que el grupo de

tratamientos en donde no se aplicó Cyazypyr® presentó un promedio mayor de adultos de *B. cockerelli* (0.22), resultando mejor el grupo de tratamientos en donde se realizó la aplicación de Cyazypyr® con una diferencia de 0.19 adultos por hoja.

Cuadro 5. Promedio de adultos de *B. tabaci* por hoja y prueba de comparación múltiple de medias (Tukey) en la primera evaluación en el cultivo de jitomate en Totolapan, Morelos.

Tratamiento	Promedio de adultos de <i>B. tabaci</i> por hoja	Agrupación Tukey ($\alpha=0.05$)
4	0.24	A*
2	0.20	A
1	0.04	B
3	0.02	B

* Medias seguidas con la misma letra no son estadísticamente diferentes

Estos datos son similares a los obtenidos por Caballero *et al.* (2013) donde indicaron que al realizar ensayos en laboratorio con *B. tabaci*, hubo una disminución de la población de adultos de este insecto cuando se aplicó Cyazypyr®. Así mismo, la baja población de *B. tabaci*, también se puede atribuir al efecto de este insecticida sobre huevos y ninfas de mosquita blanca, ya que Smith y Giurcanu (2013) reportan que en un estudio realizado en tomates de la variedad Florida 47 obtuvieron una menor densidad de huevos y ninfas en donde realizaron la aplicación de Cyazypyr® en comparación con un

testigo no tratado, por lo que al disminuir la densidad de estos, disminuye la cantidad de adultos de *B. tabaci*.

5.2.2 Segunda evaluación

Al realizar el análisis de varianza de los datos obtenidos en la segunda evaluación (Apéndice 1), este detectó diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ($P=0.0005$). La prueba de comparación múltiple de medias (Tukey) formó dos grupos, donde los mejores tratamientos fueron el 3 (Recova/Cyazypyr®) y 1 (Ponny/Cyazypyr®) como se observa en el Cuadro 6, ya que presentaron la menor cantidad adultos de *B. tabaci* por hoja (0.06).

Cuadro 6. Promedio de adultos de *B. tabaci* por hoja y prueba de comparación múltiple de medias (Tukey) en la segunda evaluación en el cultivo de jitomate en Totolapan, Morelos.

Tratamiento	Promedio de adultos de <i>B. tabaci</i> por hoja	Agrupación Tukey ($\alpha=0.05$)
4	0.26	A*
2	0.20	A
1	0.06	B
3	0.06	B

* Medias seguidas con la misma letra no son estadísticamente diferentes

En el análisis de la comparación de los tratamientos en donde se realizó la aplicación de Cyazypyr® contra aquellos en donde no se realizó su aplicación,

esta comparación resultó altamente significativa ($P < 0.0001$), el grupo de tratamientos en donde se realizó la aplicación de Cyazypyr® nuevamente disminuyó el promedio de adultos de *B. tabaci* por hoja (0.06), mientras que el grupo de tratamientos en donde no se aplicó Cyazypyr® presentó un promedio mayor de adultos de *B. tabaci* (0.23), resultando mejor el grupo de tratamientos en donde se realizó la aplicación de Cyazypyr® con una diferencia de 0.17 adultos por hoja. Nuevamente estos resultados coinciden a los reportados por Caballero *et al.* (2013), donde menciona que poblaciones de *B. tabaci* fueron susceptibles a la aplicación de Cyazypyr®. Así mismo, el modo de acción distinto a los plaguicidas comúnmente utilizados para el control de mosquita blanca, hacen de este insecticida una herramienta eficaz para ser incluida en programas de manejo integrado de *B. tabaci* y programas de manejo de resistencia de este insecto en tomate (Smith y Giurcanu, 2013; Teixeira y Andaloro, 2013).

5.3 Sanidad de la planta

5.3.1 Primera evaluación

Al realizar el análisis de varianza de los datos obtenidos en la primera evaluación (Apéndice 1), este detectó diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ($P = 0.0004$). La prueba de comparación múltiple de medias (Tukey) formó dos grupos, donde los mejores tratamientos fueron el 3 (Recova/Cyazypyr®) y el 1 (Ponny/Cyazypyr®) como se observa en el Cuadro 7, ya que presentaron una menor incidencia de plantas enfermas

ocasionadas por virus o bacterias transmitidos por mosquitos blancos y paratuberculosis respectivamente.

Cuadro 7. Porcentaje de incidencia de enfermedades ocasionadas por virus/bacterias y prueba de comparación múltiple de medias (Tukey) en la primera evaluación en el cultivo de jitomate en Totolapan, Morelos.

Tratamiento	% de Incidencia de enfermedades	Agrupación Tukey ($\alpha=0.05$)
4	34.00	A*
2	26.00	A
1	8.00	B
3	4.00	B

* Medias seguidas con la misma letra no son estadísticamente diferentes

En el análisis de la comparación de los tratamientos en donde se realizó la aplicación de Cyazypyr® contra aquellos en donde no se realizó su aplicación, esta comparación resultó altamente significativa ($P<0.0001$), el grupo de tratamientos en donde se realizó la aplicación de Cyazypyr® disminuyó el porcentaje de incidencia de enfermedades (6%), mientras que el grupo de tratamientos en donde no se aplicó Cyazypyr®, presentó un promedio mayor de incidencia de enfermedades ocasionadas por virus y bacterias (30%), resultando mejor el grupo de tratamientos en donde se realizó la aplicación de Cyazypyr® con una diferencia de un 24%. Estos resultados coinciden a los mencionados por Portillo *et al.* (2012) en donde reporta que la aplicación de

Cyazypyr® disminuyó la incidencia de zebra chip, enfermedad causada por *Candidatus Liberibacter solanacearum* y transmitida por *B. cockerelli* (Liefting *et al.*, 2009).

5.3.2 Segunda evaluación

Al realizar el análisis de varianza de los datos obtenidos en la segunda evaluación (Apéndice 1), este detectó diferencias altamente significativas entre tratamientos ($P < 0.0001$). La prueba de comparación múltiple de medias (Tukey) formó dos grupos, donde los mejores tratamientos fueron el 3 (Recova/Cyazypyr®) y el 1 (Ponny/Cyazypyr®) como se observa en el Cuadro 8, ya que presentaron una menor incidencia de plantas enfermas por virus o bacterias transmitidos por mosquita blanca y paratrioza respectivamente.

Cuadro 8. Porcentaje de incidencia de enfermedades ocasionadas por virus/bacterias y prueba de comparación múltiple de medias (Tukey) en la segunda evaluación en el cultivo de jitomate en Totolapan, Morelos.

Tratamiento	% de Incidencia de enfermedades	Agrupación Tukey ($\alpha=0.05$)
2	38.00	A*
4	38.00	A
1	10.00	B
3	6.00	B

* Medias seguidas con la misma letra no son estadísticamente diferentes

En el análisis de la comparación de los tratamientos en donde se realizó la aplicación de Cyazypyr® contra aquellos en donde no se realizó su aplicación, esta comparación resultó ser altamente significativa ($P < 0.0001$), el grupo de tratamientos en donde se realizó la aplicación de Cyazypyr® presentó un menor porcentaje de incidencia de enfermedades (8%), mientras que el grupo de tratamientos en donde no se aplicó Cyazypyr®, presentó un promedio mayor de incidencia (38%), resultando mejor el grupo de tratamientos en donde se realizó la aplicación de Cyazypyr® con una diferencia de un 30%. Nuevamente estos datos coinciden con lo mencionado por Portillo *et al.* (2012) donde obtuvieron una menor incidencia de la enfermedad conocida como zebra chip transmitida por *B. cockerelli*. Así mismo, el modo de acción de Cyazypyr® que ocasiona contracciones, disminución de la alimentación, parálisis y consecuentemente la muerte del insecto (Gnam *et al.*, 2012; Texeira and Andalaro, 2013), lo convierten en una herramienta importante para el manejo de *B. cockerelli* y *B. tabaci* importantes vectores de patógenos que ocasionan enfermedades de importancia en el cultivo de tomate. Por otro lado, Jacobson y Kennedy (2011) reportan que la aplicación de Cyazypyr® disminuyó la transmisión de TSWV en Chile, debido al efecto anti alimentario que ocasionó en trips.

5.4 Vigor

5.4.1 Primera evaluación

Al realizar el análisis de varianza de los datos obtenidos en la primera evaluación (Apéndice 1), este detectó diferencias altamente significativas entre tratamientos ($P < 0.0001$). La prueba de comparación múltiple de medias (Tukey) formó dos grupos, donde los mejores tratamientos fueron el 3 (Recova/Cyazypyr®) y el 1 (Ponny/Cyazypyr®) como se observa en el Cuadro 9, ya que presentaron un mayor vigor que los demás tratamientos evaluados.

Cuadro 9. Porcentaje del vigor de los tratamientos evaluados y prueba de comparación múltiple de medias (Tukey) en la primera evaluación en el cultivo de jitomate en Totolapan, Morelos.

Tratamiento	% de Vigor	Agrupación Tukey ($\alpha=0.05$)
3	116.00	A*
1	115.00	A
2	100.00	B
4	100.00	B

* Medias seguidas con la misma letra no son estadísticamente diferentes

En el análisis de la comparación de los tratamientos en donde se realizó la aplicación de Cyazypyr® contra aquellos en donde no se realizó su aplicación, esta comparación resultó altamente significativa ($P < 0.0001$), el grupo de tratamientos en donde se realizó la aplicación de Cyazypyr® presentó un mayor vigor (115.5%), mientras que el grupo de tratamientos en donde no se

aplicó Cyazypyr®, presentó un menor vigor (100%), resultando mejor el grupo de tratamientos en donde se realizó la aplicación de Cyazypyr® con una diferencia de un 15.5%.

5.4.2 Segunda evaluación

Al realizar el análisis de varianza de los datos obtenidos en la segunda evaluación (Apéndice 1), este detectó diferencias altamente significativas entre tratamientos ($P < 0.0001$). La prueba de comparación múltiple de medias (Tukey) formó dos grupos, donde los mejores tratamientos fueron el 1 (Ponny/Cyazypyr®) y 3 (Recova/Cyazypyr®) como se observa en el Cuadro 10, ya que presentaron un mayor vigor que los demás tratamientos evaluados.

Cuadro 10. Porcentaje del vigor de los tratamientos evaluados y prueba de comparación múltiple de medias (Tukey) en la segunda evaluación en el cultivo de jitomate en Totolapan, Morelos.

Tratamiento	% de Vigor	Agrupación Tukey ($\alpha=0.05$)
1	115.00	A*
3	112.50	A
2	100.00	B
4	100.00	B

* Medias seguidas con la misma letra no son estadísticamente diferentes

En el análisis de la comparación de los tratamientos en donde se realizó la aplicación de Cyazypyr® contra aquellos en donde no se realizó su aplicación,

esta comparación resultó altamente significativa ($P < 0.0001$), el grupo de tratamientos en donde se realizó la aplicación de Cyazypyr® presentó un mayor vigor (113.8%), mientras que el grupo de tratamientos en donde no se aplicó Cyazypyr®, presentó un menor vigor (100%), resultando mejor el grupo de tratamientos en donde se realizó la aplicación de Cyazypyr® con una diferencia de un 13.8%. Este mayor vigor posiblemente se debe a que al disminuir las poblaciones de *B. cockerelli* y *B. tabaci* en los tratamientos con Cyazypyr®, se disminuyó de manera proporcional la incidencia de enfermedades ocasionadas por patógenos transmitidos por estos insectos, observándose plantas más sanas y con mayor vigor en comparación con aquellos tratamientos en donde no se realizó la aplicación de Cyazypyr®.

5.5 Número de racimos florales

Al realizar el análisis de varianza de los datos obtenidos (Apéndice 1), este no mostró diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ($P = 0.1679$). Sin embargo, el tratamiento que numéricamente presentó el mayor número de racimos florales fue el 3 (Recova/Cyazypyr®) como se observa en el Cuadro 11.

Cuadro 11. Número de racimos florales de los tratamientos evaluados y prueba de comparación múltiple de medias (Tukey) en la primera evaluación en el cultivo de jitomate en Totolapan, Morelos.

Tratamiento	Número de racimos florales	Agrupación Tukey ($\alpha=0.05$)
3	19.920	A*
1	14.966	A
4	14.760	A
2	14.400	A

* Medias seguidas con la misma letra no son estadísticamente diferentes

Así mismo, al realizar el análisis de la comparación de los tratamientos en donde se realizó la aplicación de Cyazypyr® contra aquellos en donde no se realizó su aplicación, esta comparación no mostró diferencias estadísticamente significativas ($P=0.1477$) entre los tratamientos en donde se realizó la aplicación de Cyazypyr® y el grupo de tratamientos en donde no se aplicó Cyazypyr®.

5.6 Número de frutos

Al realizar el análisis de varianza de los datos obtenidos (Apéndice 1), este detectó diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ($P=0.0037$). La prueba de comparación múltiple de medias (Tukey) formó varios grupos, donde el mejor tratamiento fue el 1 (Ponny/Cyazypyr®) como se

observa en el Cuadro 12, ya que presentó el mayor número de frutos que los demás tratamientos evaluados.

Cuadro 12. Número de frutos en los tratamientos evaluados y prueba de comparación múltiple de medias (Tukey) en el cultivo de jitomate en Totolapan, Morelos.

Tratamiento	Número de frutos	Agrupación Tukey ($\alpha=0.05$)
1	45.720	A*
3	41.804	AB
4	26.080	BC
2	25.440	C

* Medias seguidas con la misma letra no son estadísticamente diferentes

En el análisis de la comparación de los tratamientos en donde se realizó la aplicación de Cyazypyr® contra aquellos en donde no se realizó su aplicación, esta comparación resultó ser estadísticamente significativa ($P=0.0004$), el grupo de tratamientos en donde se realizó la aplicación de Cyazypyr® presentó un mayor número de frutos (43.762), mientras que el grupo de tratamientos en donde no se aplicó Cyazypyr®, presentó un menor número de frutos (25.76), resultando mejor el grupo de tratamientos en donde se realizó la aplicación de Cyazypyr® con una diferencia de 18.002.

5.7 Rendimiento

Al realizar el análisis de varianza de los datos obtenidos (Apéndice 1), este detectó diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ($P=0.0170$). La prueba de comparación múltiple de medias (Tukey) formó varios grupos, donde el mejor tratamiento fue el 1 (Ponny/Cyazypyr®) como se observa en el Cuadro 13, ya que presentó un mayor peso que los demás tratamientos evaluados.

Cuadro 13. Peso de frutos en los tratamientos evaluados y prueba de comparación múltiple de medias (Tukey) en el cultivo de jitomate en Totolapan, Morelos.

Tratamiento	Peso de frutos (Kg)	Agrupación Tukey ($\alpha=0.05$)
1	8.960	A*
2	7.030	AB
3	6.465	AB
2	4.280	B

* Medias seguidas con la misma letra no son estadísticamente diferentes

En el análisis de la comparación de los tratamientos en donde se realizó la aplicación de Cyazypyr® contra aquellos en donde no se realizó su aplicación, esta comparación resultó ser estadísticamente significativa ($P=0.0170$), el grupo de tratamientos en donde se realizó la aplicación de Cyazypyr® presentó un mayor peso de frutos (7.7125 Kg), mientras que el grupo de tratamientos en donde no se aplicó Cyazypyr®, presentó un menor peso (5.655 Kg), resultando

mejor el grupo de tratamientos en donde se realizó la aplicación de Cyazypyr® con una diferencia de 2.0575 Kg.

6. CONCLUSIONES

- 1) Los tratamientos que incluyeron la aplicación de Cyazypyr® disminuyeron la densidad de adultos de *Bactericera cockerelli* Sulc y *Bemisia tabaci* Gennadius en el cultivo de tomate.
- 2) Los tratamientos en donde se realizó la aplicación de Cyazypyr® redujeron la incidencia de plantas enfermas por patógenos transmitidos por *B. cockerelli* y *B. tabaci* en el cultivo de tomate.
- 3) Los tratamientos que incluyeron la aplicación de Cyazypyr® tuvieron efecto sobre diversos parámetros fisiológicos, aumentando el vigor, número de frutos y rendimiento en el cultivo de tomate
- 4) La información obtenida en el presente estudio confirma que Cyazypyr será una herramienta importante en programas de manejo integrado de *B. cockerelli* y *B. tabaci* en el cultivo de tomate.

7. LITERATURA CITADA

Abdullah, N. M.M. 2008. Life history of the Potato psyllid *Bactericera cockerelli* (Homoptera:Psyllidae) in controlled environment agriculture in Arizona. *Afr. J. Agric. Res.* 3 (1): 60-67.

Annan, I. B., Alvarez, J. M., Portillo, H. E., Edoliya, R. and Wiles, J. 2011. DuPont Cyazypyr™ (DPX-HGW86, cyantraniliprole): a novel insecticide for aphid pest management and plant protection. Disponible en: <http://esa.confex.com/esa/2011/webprogram/Paper57941.html>. Consultado en septiembre de 2013.

Bethke, J. A., Paine, T. D. and Nuessly G. S. 1991. Comparative biology morphometrics and development of two populations of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) on cotton and poinsettia. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 84: 407–411.

Borror, D. J., Triplehorn, C. A. and Johnson, N. E. 1989. An introduction to the study of insects. 6th ed. Harcourt Brace Jovanovich College Publishers, New York, USA. 875 p.

Bujanos, M. R., Garzon T., A. J. y Marín J., A. 2005 Manejo Integrado del Pulgón Saltador *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae) en el

cultivo de Solanáceas en México. En Segunda Convención Mundial del Chile. Pp. 9-93.

Butler, C. D., Byrne, F. J., Keremane, M. L., Lee, R. F. and Trumble, J. T. 2011. Effects of Insecticides on Behavior of Adult *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Triozidae) and Transmission of *Candidatus Liberibacter psyllae*. J. Econ. Entomol. 104(2): 586-594.

Butler, C. D. and Trumble, J. T. 2012. The potato psyllid, *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae): life history, relationship to plant diseases, and management strategies. Terrestrial Arthropod Reviews 5: 87–111.

Byrne, D. N. 1991. Whitefly Biology. Annu. Rev. Entomol. 36: 431-457.

Caballero, R., Cyman, S., Schuster, D. J., Portillo, H. E. and Slater, R. Baseline susceptibility of *Bemisia tabaci* (Genn.) biotype B in southern Florida to cyantraniliprole. Crop Protection 44: 104-108.

Casida, J. E. and Durkin, K. 2013. Neuroactive Insecticides: Targets, Selectivity, Resistance, and Secondary Effects. Annu. Rev. Entomol. 2013. 58:99–117

De Barro, P. J., Liu, S. S. Boykin, L. M. and Dinsdale, A. B. 2011. *Bemisia tabaci*: a statement of species status. Annu Rev Entomol. 56:1-19.

FAOSTAT, 2013. www.faostat.fao.org (Consultado en septiembre de 2013).

French-Monar, R. D., A. F. Patton III, J. M. Douglas, J. A. Abad, G. Schuster, R. W. Wallace, and T. A. Wheeler. 2010. First report of "*Candidatus Liberibacter solanacearum*" on field tomatoes in the United States. Plant Dis. 94: 481.

Garzón T., J. A., Bújanos M., R. y Marín J., A. 2007. Manejo integrado de Paratrioza. INIFAP. Culiacán, Sin. México. Folleto para productores No.54. 24 p.

Garzón T., J. A., Cárdenas V., O. G., Bújanos M., R., Marín J., A., Becerra F., A., Velarde F., S., Reyes M., C., González C., M. y Martínez C., J. L. 2009. Asociación de Hemiptera: Triozidae con la enfermedad "Permanente del tomate en México". Agricultura Técnica en México 35 (1): 61-72.

Gharalari, A. H., Nansen, C., Lawson, D. S., Gilley, J., Munyaneza, J. E. And Vaughn, K. 2009. Knockdown Mortality, Repellency, and Residual Effects of Insecticides for control of adult *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Psyllidae). J. Econ. Entomol. 102(3): 1032-1038.

Gnam, C. Jeanguenat, A. Dutton, A. C. Grimm, C. Kloer, D. P and Crossthwaite, A. J. 2012. Novel diamine insecticides: Sulfoximines,

sulfonimidamides and other new sulfonimidoyl derivatives. Biorganic & Medicinal Chemistry Letters 22: 3800-3806.

Hansen, A. K., J. T. Trumble, R. Stouthamer, and T. D. Paine. 2008. A new Huanglongbing, "*Candidatus Liberibacter psyllae*," found to infect tomato and potato, is vectored by the psyllid *Bactericera cockerelli* (Sulc). Appl. Environ. Microbiol. 74: 5862-5865.

Harrison, B. D. 1985. Advances in geminivirus research. Annu. Rev. Phytopathol. 23:55–82

Hodkinson, I. D. 2009. Life cycle variation and adaptation in jumping plant lice (Insecta: Hemiptera: Psylloidea): a global synthesis. J. Nat. Hist. 43: 65-179.

Hogenhout, S. A., Ammar, E. D., Whitfield, A. E. and Redinbaugh, M. G. 2008. Insect vector interactions with persistently transmitted viruses. Annu. Rev. Phytopathol. 46:327–359.

Horowitz, A. R., Antignus, Y. and Gerling, D. 2011. Management of *Bemisia tabaci* Whiteflies. In: The Whitefly, *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) Interaction with Geminivirus-Infected Host Plants. 293-322 p.

IRAC. 2013. Clasificación y modo de acción de los insecticidas y acaricidas. Disponible en: <http://www.irac-online.org/>. Consultado en septiembre de 2013.

Jacobson, A. L. and Kennedy, G. G. 2011. The effect of three rates of Cyantraniliprole on the transmission of tomato spotted wilt virus by *Frankliniella occidentalis* and *Frankliniella fusca* (Thysanoptera:Thripidae) to *Capsicum annuum*. Crop Protection. 30: 512-515.

Jeanquenat, A. 2013. The story of a new insecticidal chemistry class: the diamides. Pest Manag Sci. 69: 7-14.

Lacey, L. A., Liu. T. X., Buchman, J. L., Munyaneza, J. E., Goolsby, J. A. and Horton, D. R. 2011. Entomopathogenic fungi (Hypocreales) for control of potato psyllid, *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae) in an area endemic for zebra chip disease of potato. Biological Control 56: 271–278.

Lagunes T., A. 1994. Combate químico de las plagas agrícolas en México. Colegio de Posgraduados. Montecillo, Texcoco, México. 265 p.

Lahm, G. P., Cordova, D. and Barry, J. D. 2009. New and selective ryanodine receptor activators for insect control. Bioorganic & Medicinal Chemistry. 17: 4127-4133.

Liefting, L. W., Sutherland, P. W., Ward, L. I., Paice, K. L., Weir, B. S., and Clover, G. R. G. 2009. A new '*Candidatus Liberibacter*' species associated with diseases of solanaceous crops. Plant Dis. 93:208-214.

Liu, D. and J. T. Trumble. 2006. Ovipositional preferences, damage thresholds, and detection of the tomato-potato psyllid *Bactericera cockerelli* (Homoptera:psyllidae) on selected tomato accessions. Bull. Entomol. Res. (96): 197-204.

Mendoza, Z. C. 1996. Enfermedades fungosas de las Hortalizas. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx. 85 p.

Munyanza, J. E., V. G. Sengoda, J. M. Crosslin, A. Garzon-Tiznado, and O. G. Cardenas-Valenzuela. 2009. First report of "*Candidatus* Liberibacter solanacearum" in tomato plants in Mexico. Plant Dis. 93: 1076

Munyanza, J. E. 2012. Zebra Chip Disease of Potato: Biology, Epidemiology, and Management. Am. J. Pot Res 89:329–350.

Nuez, F. 2001. El cultivo del tomate. Ed. Mundi Prensa. Madrid, España. 793 p.

Oliveira M., R. V., Henneberry, T. J. and Anderson, P. 2001. History, current status, and collaborative research projects for *Bemisia tabaci*. Crop Prot. 20:709-723.

Perveen, F. 2011. Insecticides – Advances in Integrated Pest Management. Intech. Rijeka, Croatia. 708 p.

Portillo, H. E., Clifton, D. B., Castner, E. P., Medlin, C. R., McKinley, N. D., Wilson, G. D., Kral, C. W., Ramirez, H. T., Alvarez, J. M. and Annan, I. B. 2012. Introducing DuPont™ Benevia™ and Verimark™ Insect Control, new insecticides for the management of potato psyllid and zebra chip disease and other key potato pests in the U.S. In: 2012 Zebra Chip Annual Reporting Session. Disponible en: <http://www.youtube.com/watch?v=AhrodnTc5kk>

SIAP. 2013. www.siap.gob.mx (Consultado en septiembre de 2013).

Singh, V., Annan, I. B., Hahn, Y. C. and Portillo, H. E. 2011. DuPont Cyazypyr™ (DPX-HGW86, cyantraniliprole): a cross-spectrum insecticide for control of major pests of rice. Disponible en: <http://esa.confex.com/esa/2011/webprogram/Paper58335.html>. Consultado en septiembre de 2013.

Smith, H. A. and Giurcanu, M. C. 2013. Residual effects of new insecticides on egg and nymph densities of *Bemisia tabaci* (Hemiptera:Aleyrodidae). Florida Entomologist. 96 (2): 504-511.

Stansly, P. A and Naranjo, S. E. 2010. *Bemisia*: bionomics and management of a global pest. Ed. Springer. 545 p.

Teixeira, L.A. and Andaloro, J.T. 2013. Diamide insecticides: Global efforts to address insect resistance stewardship challenges, *Pestic. Biochem. Physiol.* <http://dx.doi.org/10.1016/j.pestbp.2013.01.010>

Tlalpal, B. B. 2005. Enfermedades del jitomate. En: Producción de jitomate en invernadero. Colegio de Posgraduados. Montecillos, Texcoco, Méx. Pp 156-160.

Toledo A., J. y A. Castillo V. 2008. Control físico y mecánico. En: Manejo Integrado de Plagas. Edit. Trillas. México, D.F. 327 p.

Tucuch H., J. I., Rodríguez M., J. C., Lagunes T., A. Silva A., A., Robles B., A. y González C., J. M. 2010. Toxicidad de Spiromesifen en los Estados Biológicos de *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae). *Neotropical Entomology* 39(3):436-440.

Valadéz, L. A. 1994. Producción de hortalizas. Ed Limusa. México, DF. 298 p.

Vega G., M. T. Rodríguez M., J. C. Díaz G., O., Bujanos M., R, Mota S., D., Martínez C., J. L., Lagunes T., A. y Garzón T., J. A. 2008. Susceptibilidad a insecticidas en dos poblaciones mexicanas del salerillo, *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae). *Agrociencia* 42: 463-471.

Walker, G. P., Perring, T. M and Freeman, T. P. 2010. Life History, Functional Anatomy, Feeding and Mating Behavior. In: *Bemisia*: Bionomics and Management of a Global Pest. Pp. 109-160.

8. APÉNDICE

Cuadro A. Resultados del análisis de varianza y contrastes ortogonales en la primera evaluación de adultos de *B. cockerelli* por hoja en tomate.

Variable	Análisis	Pr > F	Mejor Grupo
Adultos	ANOVA	0.0045	
	Contraste (Con Cyazypyr vs Sin Cyazypyr)	0.0006	Con Cyazypyr

Cuadro B. Comparaciones de Medias por el Método de Tukey para el análisis de varianza de la primera evaluación de adultos de *B. cockerelli* por hoja en tomate

Variable	Tratamientos	Media
Adultos de <i>B. cockerelli</i> por hoja	T1	0.1000 ^a BC
	T2	0.2600 AB
	T3	0.0600 C
	T4	0.3000 A
	LSD	0.1814

^a Medias dentro de columnas seguidas con la misma letra no son estadísticamente diferentes (prob=0.05)

Cuadro C. Resultados del análisis de varianza y contrastes ortogonales en la segunda evaluación de adultos de *B. cockerelli* por hoja en tomate.

Variable	Análisis	Pr > F	Mejor Grupo
Adultos	ANOVA	0.0005	
	Contraste (Con Cyazypyr vs Sin Cyazypyr)	<0.0001	Con Cyazypyr

Cuadro D. Comparaciones de Medias por el Método de Tukey para el análisis de varianza de la segunda evaluación de adultos de *B. cockerelli* por hoja en tomate

Variable	Tratamientos	Media
Adultos de <i>B. cockerelli</i> por hoja	T1	0.0600 ^a B
	T2	0.2800 A
	T3	0.0400 B
	T4	0.2200 A
	LSD	0.1382

^a Medias dentro de columnas seguidas con la misma letra no son estadísticamente diferentes (prob=0.05)

Cuadro E. Resultados del análisis de varianza y contrastes ortogonales para en la primera evaluación de adultos de *B. tabaci* por hoja en tomate.

Variable	Análisis	Pr > F	Mejor Grupo
Adultos	ANOVA	<0.0001	
	Contraste (Con Cyazypyr vs Sin Cyazypyr)	<0.0001	Con Cyazypyr

Cuadro F. Comparaciones de Medias por el Método de Tukey para el análisis de varianza en la primera evaluación de adultos de *B. tabaci* por hoja en tomate

Variable	Tratamientos	Media
Adultos de <i>B. tabaci</i> por hoja	T1	0.0200 ^a B
	T2	0.2000 A
	T3	0.0400 B
	T4	0.2400 A
	LSD	0.0970

^a Medias dentro de columnas seguidas con la misma letra no son estadísticamente diferentes (prob=0.05)

Cuadro G. Resultados del análisis de varianza y contrastes ortogonales para en la segunda evaluación de adultos de *B. tabaci* por hoja en tomate.

Variable	Análisis	Pr > F	Mejor Grupo
Adultos	ANOVA	0.0005	
	Contraste (Con Cyazypyr vs Sin Cyazypyr)	<0.0001	Con Cyazypyr

Cuadro H. Comparaciones de Medias por el Método de Tukey para el análisis de varianza en la segunda evaluación de adultos de *B. tabaci* por hoja en tomate

Variable	Tratamientos	Media
Adultos de <i>B. tabaci</i> por hoja	T1	0.0600 ^a B
	T2	0.2000 A
	T3	0.0600 B
	T4	0.2600 A
	LSD	0.1200

^a Medias dentro de columnas seguidas con la misma letra no son estadísticamente diferentes (prob=0.05)

Cuadro I. Resultados del análisis de varianza y contrastes ortogonales para en la primera evaluación de sanidad de la planta en tomate.

Variable	Análisis	Pr > F	Mejor Grupo
Sanidad	ANOVA	0.0004	
	Contraste (Con Cyazypyr vs Sin Cyazypyr)	<0.0001	Con Cyazypyr

Cuadro J. Comparaciones de Medias por el Método de Tukey para el análisis de varianza en la primera evaluación de sanidad de la planta en tomate.

Variable	Tratamientos	Media
Sanidad de la planta (porcentaje)	T1	8.00 ^a B
	T2	26.00 A
	T3	4.00 B
	T4	34.00 A
	LSD	16.44

^a Medias dentro de columnas seguidas con la misma letra no son estadísticamente diferentes (prob=0.05)

Cuadro K. Resultados del análisis de varianza y contrastes ortogonales para en la segunda evaluación de sanidad de la planta en tomate.

Variable	Análisis	Pr > F	Mejor Grupo
Sanidad	ANOVA	<0.0001	
	Contraste (Con Cyazypyr vs Sin Cyazypyr)	<0.0001	Con Cyazypyr

Cuadro L. Comparaciones de Medias por el Método de Tukey para el análisis de varianza en la segunda evaluación de sanidad de la planta en tomate.

Variable	Tratamientos	Media
Sanidad de la planta (porcentaje)	T1	10.00 ^a B
	T2	38.00 A
	T3	6.00 B
	T4	38.00 A
	LSD	15.779

^a Medias dentro de columnas seguidas con la misma letra no son estadísticamente diferentes (prob=0.05)

Cuadro M. Resultados del análisis de varianza y contrastes ortogonales para en la primera evaluación de vigor de la planta en tomate.

Variable	Análisis	Pr > F	Mejor Grupo
Vigor	ANOVA	<0.0001	
	Contraste (Con Cyazypyr vs Sin Cyazypyr)	<0.0001	Con Cyazypyr

Cuadro N. Comparaciones de Medias por el Método de Tukey para el análisis de varianza en la primera evaluación de vigor de la planta en tomate.

Variable	Tratamientos	Media
Vigor (porcentaje)	T1	115.00 ^a B
	T2	100.00 A
	T3	116.00 B
	T4	100.00 A
	LSD	6.9625

^a Medias dentro de columnas seguidas con la misma letra no son estadísticamente diferentes (prob=0.05)

Cuadro O. Resultados del análisis de varianza y contrastes ortogonales para en la segunda evaluación de vigor de la planta en tomate.

Variable	Análisis	Pr > F	Mejor Grupo
Vigor	ANOVA	<0.0001	
	Contraste (Con Cyazypyr vs Sin Cyazypyr)	<0.0001	Con Cyazypyr

Cuadro P. Comparaciones de Medias por el Método de Tukey para el análisis de varianza en la segunda evaluación de vigor de la planta en tomate.

Variable	Tratamientos	Media
Vigor (porcentaje)	T1	115.00 ^a B
	T2	100.00 A
	T3	112.60 B
	T4	100.00 A
	LSD	6.0333

^a Medias dentro de columnas seguidas con la misma letra no son estadísticamente diferentes (prob=0.05)

Cuadro Q. Resultados del análisis de varianza y contrastes ortogonales para en la evaluación de número de racimos por planta en tomate.

Variable	Análisis	Pr > F	Mejor Grupo
Racimos	ANOVA	0.1679	
	Contraste (Con Cyazypyr vs Sin Cyazypyr)	0.1477	Con Cyazypyr

Cuadro R. Comparaciones de Medias por el Método de Tukey para el análisis de varianza en la evaluación de número de racimos por planta en tomate.

Variable	Tratamientos	Media
Racimos	T1	14.966 ^a A
	T2	14.400 A
	T3	19.920 A
	T4	14.760 A
	LSD	7.7674

^a Medias dentro de columnas seguidas con la misma letra no son estadísticamente diferentes (prob=0.05)

Cuadro S. Resultados del análisis de varianza y contrastes ortogonales para en la evaluación de número de frutos por planta en tomate.

Variable	Análisis	Pr > F	Mejor Grupo
Frutos	ANOVA	0.0037	
	Contraste (Con Cyazypyr vs Sin Cyazypyr)	0.0004	Con Cyazypyr

Cuadro T. Comparaciones de Medias por el Método de Tukey para el análisis de varianza en la evaluación de número de frutos por planta en tomate.

Variable	Tratamientos	Media
Frutos	T1	45.720 ^a A
	T2	25.440 C
	T3	41.804 AB
	T4	26.080 BC
	LSD	15.765

^a Medias dentro de columnas seguidas con la misma letra no son estadísticamente diferentes (prob=0.05)

Cuadro U. Resultados del análisis de varianza y contrastes ortogonales para el rendimiento en tomate.

Variable	Análisis	Pr > F	Mejor Grupo
Rendimiento	ANOVA	0.0170	
	Contraste (Con Cyazypyr vs Sin Cyazypyr)	0.0243	Con Cyazypyr

Cuadro V. Comparaciones de Medias por el Método de Tukey para el análisis de varianza el rendimiento en tomate.

Variable	Tratamientos	Media
Frutos	T1	8.960 ^a A
	T2	7.030 AB
	T3	6.465 AB
	T4	4.280 B
	LSD	3.3694

^a Medias dentro de columnas seguidas con la misma letra no son estadísticamente diferentes (prob=0.05)