

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA  
SISTEMA NACIONAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA  
DIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TLAJOMULCO, JAL.



TESIS

**SUSCEPTIBILIDAD DE *Bactericera cockerelli* (Sulc)  
(Hemíptera: Psyllidae) A INSECTICIDAS EN TOMATE  
(*Physalis philadelphica* Lam) EN TEOCUITATLÁN,  
JALISCO.**

QUE PRESENTA:

**JAIME REYES RUEDA**

DIRECTOR DE TESIS:

**DRA. IRMA GUADALUPE LÓPEZ MURAIRA**

CO-DIRECTOR DE TESIS:

**DR. PEDRO POSOS PONCE**

---

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:  
**DOCTOR EN CIENCIAS EN AGROBIOTECNOLOGÍA**

---

TLAJOMULCO DE ZÚÑIGA, JALISCO. ENERO, 2012.

"2011, Año del Turismo en México"

SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN SUPERIOR  
DIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN  
SUPERIOR TECNOLÓGICA  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TLAJOMULCO, JALISCO



SECRETARÍA DE  
EDUCACIÓN PÚBLICA

SEP

SUBDIRECCION ACADÉMICA  
Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, 14/Diciembre /2011

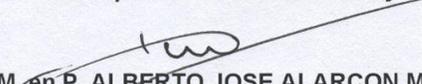
No. DE OFICIO: SA/1505/2011  
ASUNTO: Autorización de Impresión

**BIOL. JAIME REYES RUEDA**  
CANDIDATO AL GRADO DE DOCTOR  
EN CIENCIAS EN AGROBIOTECNOLOGÍA  
PRESENTE.

Dado que el Comité de Tesis dictaminó como **APROBADO** su trabajo final de tesis titulada: **"Suceptibilidad de *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemíptera: Psyllidae) a insecticidas en tomate (*Physalis philadelphica* Lam) en Teocuitatlán, Jalisco"**, determinó que da cumplimiento con los requisitos establecidos, se le notifica que tiene la autorización para su impresión definitiva y empastado.

Sin otro particular quedo de usted, agradeciendo de antemano la atención al presente.

**A T E N T A M E N T E**  
*Educando para la Sociedad actual y los Retos del Futuro*

  
M. en P. ALBERTO JOSE ALARCON MENCHACA  
DIRECTOR

C.c.p.- Coordinación de Apoyo a la Titulación.- Edificio.  
AJAM/JALS/VHPS/jm<sup>2</sup>



Km. 10 Carr. a San Miguel Cuyutlán / Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco  
Tels. (33) 3772-4426 y 3772-4388 Fax: (33) 3772-4427 Ext. 104, email: [itij@ittlajomulco.edu.mx](mailto:itij@ittlajomulco.edu.mx)  
[www.ittlajomulco.edu.mx](http://www.ittlajomulco.edu.mx)





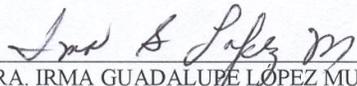
**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TLAJOMULCO, JAL.**  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

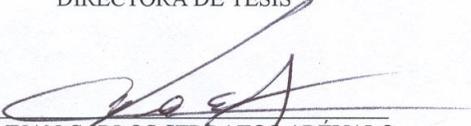
**DICTÁMEN DE TESIS APROBADA**

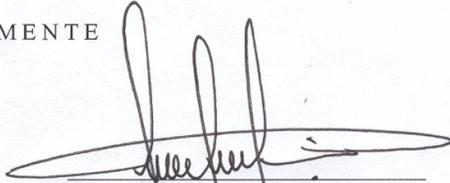
Tlajomulco de Zúñiga, Jal., a 28 de Septiembre de 2011.

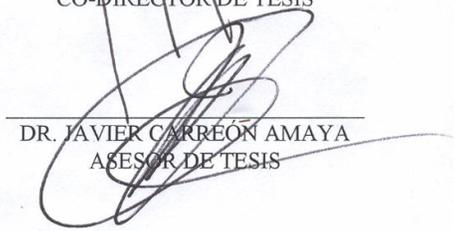
El Comité de tesis del Candidato al grado: C. **BIOL. JAIME REYES RUEDA**, aprobado por el Consejo de Posgrado de la División de Estudios de Posgrado e Investigación del Instituto Tecnológico de Tlajomulco Jalisco; integrado por los C. **Dra. Irma Guadalupe López Muraira (Directora de Tesis)**, C. **DR. Pedro Posos Ponce (Co-Director de Tesis)**, C. **Dr. Juan Carlos Serratos Arévalo (Asesor de Tesis)**, C. **Dr. Javier Carreón Amaya (Asesor de Tesis)**, habiéndose reunido a fin de evaluar el trabajo final de la tesis titulada: **“Suceptibilidad de *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemíptera: Psyllidae) a insecticidas en tomate (*Physalis philadelphica* Lam) en Teocuitatlán, Jalisco”**, que se presenta como requisito parcial para obtener el Grado de **DOCTOR EN CIENCIAS EN AGROBIOTECNOLOGÍA**, y según lo que establecen las Disposiciones para la Operación de Estudios de Postgrado de la DGEST así mismo, de acuerdo a las Bases para la Elaboración de Tesis de Licenciatura y Posgrado, dictaminaron su **APROBACIÓN** para que pueda ser impresa y presentada en el Examen de Grado correspondiente.

ATENTAMENTE

  
DRA. IRMA GUADALUPE LÓPEZ MURAIRA  
DIRECTORA DE TESIS

  
DR. JUAN CARLOS SERRATOS ARÉVALO  
ASESOR DE TESIS

  
DR. PEDRO POSOS PONCE  
CO-DIRECTOR DE TESIS

  
DR. JAVIER CARREÓN AMAYA  
ASESOR DE TESIS

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Instituto Tecnológico de Tlajomulco, Jalisco y a la División de Estudios de Posgrado e Investigación (DEPI) por acogerme en sus aulas y laboratorios.

A México que a través de la Dirección General de Educación Superior Tecnológica (beca-sueldo) y al Programa de Mejoramiento del Profesorado-SEP (PROMEP), por financiar mis estudios de posgrado, a través del Dr. Pedro Posos Ponce.

A mis co-directores de tesis: el Dr. Pedro Posos Ponce y la Dra. Irma Guadalupe López Muraira, por su apoyo incondicional para la realización del trabajo de tesis, a sus acertadas y valiosas aportaciones, así como por su gran amistad.

A mis asesores: el Dr. Juan Carlos Serratos Arévalo, el Dr. Javier Carreón Amaya, por sus excelentes contribuciones y apoyos incondicionales en el desarrollo de esta investigación.

Al M. en C. Manuel Álvarez Gallegos, sin cuyo apoyo no hubiera podido realizar el doctorado.

Y de una manera especial a mis compañeros: la M. en C. Alicia Gallardo Torres y M. en C. Daniel Asunción Santana Covarrubias, por su importante apoyo en los momentos cruciales del posgrado.

A mis compañeros del posgrado.

A mis maestros del doctorado.

**GRACIAS.**

## DEDICATORIAS

A mi esposa, la Biól. María del Rocío García Mendoza y mis dos invaluableles muchachos: L. A. H. Gilberto y el I. I. A. Damián.

A la memoria de mi mamá Aurora, mi abuelita Damiana y el Dr. Eugenio Guerrero Rodríguez (qepd).

A mi papá Octavio.

A mi tía Josefina.

Al Dr. Terry F. Branson, investigador retirado del USDA.

## INDICE

	Página
ÍNDICE DE CUADROS.....	8
ÍNDICE DE GRAFICAS.....	9
ÍNDICE DE FIGURAS.....	10
RESUMEN.....	12
ABSTRACT.....	13
1. INTRODUCCIÓN.....	14
2. OBJETIVOS.....	17
3. HIPOTESIS.....	18
4. REVISION DE LITERATURA.....	19
4.1. Definición de susceptibilidad.....	19
4.2. Definición de resistencia.....	19
4.2.1. Tipos de resistencia.....	20
4.3. Generalidades de insecticidas.....	20
4.4. Importancia económica de <i>Bactericera cockerelli</i> .....	21
4.3. Descripción de <i>B. cockerelli</i> .....	25
4.3.1. El género <i>Bactericera</i> .....	25
4.3.1.1. Ubicación Taxonómica de <i>B. cockerelli</i> .....	25
4.3.2. Morfología de <i>B. cockerelli</i> .....	26
4.3.3. Ciclo de vida de <i>B. cockerelli</i> .....	29
4.4. Hospederos de <i>B. cockerelli</i> .....	30
4.5. Tipo de daño de <i>B. cockerelli</i> .....	31
4.6. Antecedentes de control de <i>B. cockerelli</i> .....	32
4.6.1. Control químico.....	32
4.6.2. Control biológico.....	33
4.6.3. Otros tipos de control.....	34
5. MATERIALES Y METODOS.....	35
6. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	44

<b>7. CONCLUSIONES.....</b>	<b>73</b>
<b>8. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>74</b>
<b>9. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>75</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Ingredientes activos que se usaron contra <i>B. cockerelli</i> (Sulc)...	44
2. Clasificación de insecticidas por grupos.....	45
3. Insecticidas y sus dosis (ppm), evaluadas en tomate, con su porcentaje de mortalidad para ninfas de <i>B. cockerelli</i> .....	46
4. Insecticidas con sus CL <sub>50</sub> y CL <sub>90</sub> (ppm), en tomate para ninfas de <i>B. cockerelli</i> (Sulc).....	47
5. Insecticidas con sus CL <sub>50</sub> y CL <sub>95</sub> (ppm), para ninfas de <i>B. cockerelli</i> (Sulc).....	49
6. Análisis Univariado para Ninfas/ Hoja en <i>P. philadelphica</i> en Teocuitatlán, Jalisco.....	51
7. Análisis Univariado para Ninfas/ Hoja en <i>P. philadelphica</i> en Teocuitatlán, Jalisco.....	51
8. Comparación de Medias de tres insecticidas sintéticos para control ninfal de <i>B. cockerelli</i> .....	53
9. Porcentaje de control y prueba de medias de medias Tukey al 0.05 % de significancia para control de <i>B. cockerelli</i> .....	55
10. Insecticidas que funcionaron tanto a nivel de campo como laboratorio.....	56
11. Análisis univariado para longitud de adultos de <i>B. cockerelli</i> (Sulc).....	62
12. Número de semillas germinadas de <i>Physalis</i> spp.....	71

## ÍNDICE DE GRAFICAS

Gráfica	Página
1. CL <sub>50</sub> de los ingredientes que se aplicaron a ninfas de <i>B. cockerelli</i> a nivel laboratorio.....	46
2. Mortalidad de ninfas <i>B. cockerelli</i> (Sulc). en laboratorio.....	48
3. CL <sub>50</sub> y CL <sub>95</sub> de insecticidas, para ninfas de <i>B. cockerelli</i> (Sulc)....	49
4. Número de ninfas vivas, siete días después de cada aplicación..	50
5. Eficiencia semanal de Clotianidina para control de ninfas de <i>B. cockerelli</i> , en Teocuitatlán, Jalisco.....	52
6. Comportamiento de los insecticidas, durante el ensayo contra ninfas de <i>B. cockerelli</i> (Sulc).....	53
7. Efectividad biológica de los tratamientos para ninfas de <i>B. cockerelli</i> (Sulc).....	55

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Distribución de <i>Bactericera cockerelli</i> (Sulc), en América del Norte.....	23
2. Tomate sin tutor “Los Depósitos”. Octubre, 2005.....	35
3. Tomate con tutor “Los Lanos”. Octubre, 2005.....	36
4. Caja de petri con los discos foliares infestados y sus tratamientos. Julio, 2006.....	38
5. Técnica de la película residual para discos foliares infestados. Julio, 2006.....	38
6. Material para colecta de especímenes de <i>B. cockerelli</i> . Julio, 2006. .....	39
7. Vista dorsal de la hembra de <i>B. cockerelli</i> , con las manchas centrales en el dorso, Teocuitatlán, Jal. ....	57
8. Vista dorsal de la hembra de <i>B. cockerelli</i> , Nueva Zelanda .....	57
9. Vista lateral de la hembra de <i>B. cockerelli</i> , Teocuitatlán, Jal... ..	58
10. Vista lateral de la hembra de <i>B. cockerelli</i> . Nueva Zelanda.....	58
11. Genitalias de macho y hembra de <i>B. cockerelli</i> .....	59
12. Vista dorsal del macho de <i>B. cockerelli</i> , con sus manchas centrales. Teocuitatlán, Jal.....	60
13. Macho visto dorsalmente. Nueva Zelanda.....	60
14. Morfología típica de la pata posterior de Psyllidae de acuerdo a Percy.....	61
15. Hembra y macho de <i>B. cockerelli</i> , Teocuitatlán, Jal.....	62
16. Ala anterior de Psyllidae con su bifurcación característica y presencia de Pterostigma de acuerdo a Percy.....	63

17. Trifurcación característica de Triozidae según Percy.....	63
18. Ala anterior de <i>B. cockerelli</i> (Sulc), con la trifurcación propia de Triozidae, Cd. Guzmán, Jal.....	64
19. Morfología de una ninfa tipo Pauropsyllinae, propia de Psyllidae.....	65
20. Morfología de una ninfa tipo Pauropsyllinae, propia de Psyllidae.....	65
21. Morfología de una ninfa tipo Psylline.....	66
22. Ninfa Pauropsyllinae de <i>B. cockerelli</i> de Teocuitatlán, Jalisco.....	66
23. Ninfa de <i>B. cockerelli</i> de Nueva Zelanda.....	67
24. Ninfas de <i>B. cockerelli</i> sobre <i>Physalis</i> . Cd. Guzmán, Jal.....	68
25. Inmaduro de <i>B. cockerelli</i> , con efecto de parasitismo, Jalisco.....	69
26. <i>Physalis sulphurea</i> (Fernald) Waterf. Jalisco.....	70
27. <i>P. coztomatl</i> .....	70
28. Productos de la amplificación de las regiones ITS de <i>Physalis</i> spp.....	71
29. Plántulas de <i>P. philadelphica</i> Lam., en proceso de desarrollo.....	72

## RESUMEN

Se llevó a cabo un estudio en Tomate (*Physalis philadelphica* Lam) para conocer la susceptibilidad a insecticidas en Jalisco, tanto a nivel de laboratorio como de campo de una las plagas más importantes de cucurbitáceas en México: *Bactericera cockerelli* (Sulc).

Para los bioensayos de laboratorio se usó la técnica de la película residual de los insecticidas Aceite Mineral, Azadiractina, *Beauveria bassiana*, Carbofuran, Carbosulfan, Diazinon, Fipronil, Flufenoxuron, Lambdacialotrina, Malation y Nicotianidina a diferentes ppm; para las pruebas de campo se utilizó el diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones para Aceite Mineral, Abamectina, Azadiractina, *Beauveria bassiana*, Cipermetrina, Clotianidina, Fipronil, Flufenoxuron, y Jabon Potasico a diferentes dosis.

Los inmaduros resultaron susceptibles a todos los ingredientes activos que se utilizaron, sin embargo solo cinco coincidieron para las dos condiciones de trabajo: Aceite Mineral, Azadiractina, *Beauveria bassiana*, Fipronil y Flufenoxuron.

Por otra parte, sobre el estatus taxonómico de *B. cockerelli* (Sulc), con base a las características morfológicas que se observaron en las ninfas como en los adultos, no se pudo ubicar en una familia específica, por lo que se concluye que es necesario realizar un trabajo específico sobre ello.

## ABSTRACT

A study in Jalisco was conducted to understand the susceptibility to insecticides of one of the most important field pest in cucurbitaceae *Bactericera cockerelli* (Sulc) in green tomatoes (*Physalis philadelphica* Lam), in both laboratory and in the field.

For the laboratory bioassays, the method of the residual film for insecticides was used, implementing the following insecticides: Mineral Oil, Azadirachtin, *Beauveria bassiana*, Carbofuran, Carbosulfan, Diazinon, Fipronil, Flufenoxuron, Lambdacialotrina, Malathion, and Nicotiamide, all in different ppm; in the field bioassay, randomized block design with four repetitions was selected as the experimental design, including these insecticides in different dosages: Mineral Oil, Abamectin, Azadirachtin, *Beauveria bassiana*, Cypermethrin, Clothianidin, Fipronil, Flufenoxuron, and Potassium Soap.

The immature forms were susceptible to all the active ingredients used, but only five of them matched in both conditions, those being: Mineral Oil, Azadirachtin, *Beauveria bassiana*, Fipronil, and Flufenoxuron.

On the other hand, the taxonomic profiling of *B. cockerelli* (Sulc) as observed by the morphologic characteristics present in the nymphs and the adults was inconclusive, a specific family could not be determined and further specific study is needed.

## 1. INTRODUCCIÓN

La susceptibilidad a los insecticidas se presenta comúnmente en hexápodos (Lagunes *et al.*, 2009), *Bactericera cockerelli* no es la excepción, ya que se tiene información que así lo demuestra (Avilés *et al.*, 2005; Liu y Trumble, 2005; Acosta *et al.*, 2006; Trumble, 2006).

*B. cockerelli* es un insecto que para México tiene gran importancia económica, ya que ataca: papa, jitomate, chile y tomate (Miller *et al.*, 2000; Liu y Trumble, 2004); y se le considera como agente transmisor de: Virus, Fitoplasmas y Toxinas (Garzón *et al.*, 1986; Godfrey y Haviland, 2004).

El cultivo del tomate *Physalis philadelphica* Lam., ocupó a nivel nacional para el ciclo agrícola 2011, una superficie de 34,172.36 ha. y una producción de 212,363.158 ton, aunque para el estado de Jalisco, solamente correspondieron 1,098 ha., con una producción de 15,521.850 ton., las cuales se sembraron tanto en los ciclos P-V, como O-I (SIAP-SAGARPA, 2010; OEIDRUS-Jalisco.gob.mx, 2011).

Como cualquier cultivo, *P. philadelphica* Lam., es hospedero de diversas plagas, de éstas, las más importantes son las siguientes: gusano del fruto, mosquita blanca, pulgones, chinches y *Bactericera (Paratrioza) cockerelli* (Sulc) (Crop Protection Compendium, 2000).

Históricamente en Norte América, las infestaciones de este insecto se asocian con el “Yellow psyllid” en papas (Richards, 1928; Richards y Blood, 1988; Wallis, 1955); actualmente se le relaciona con la enfermedad “Zebra Chip”, el cual ya es un problema mayor para los paperos en México (Secor y Riviera, 2004).

Los problemas por este psílido, son causados por las ninfas y tal vez por los adultos, al inyectar una toxina mientras se alimentan, lo que causa clorosis, enchinamientos, baja de producción o superproducción de frutos pequeños (Pletsch, 1947; Daniels, 1954; Al-Jabar, 1999); se considera que el periodo de presencia de sus ninfas, al menos para Chile es durante los meses de junio-agosto (Velásquez *et al.*, 2005), aunado a que tiene una amplia distribución en México y un alta capacidad reproductiva (Bujanos *et al.*, 2005).

Tan solo para el 2004, el daño en hortalizas para el Estado de Guanajuato fue del 50% (CESAVEG, 2008); por su parte, en Baja California en el cultivo de jitomate se estimaron daños del 85% (Liu y Trumble, 2005); para Jalisco no se conoce cual es el porcentaje de daño de *B. cockerelli*, para las áreas de *Physalis*.

Para entidades como Coahuila, San Luís Potosí, Guanajuato, Baja California y Sinaloa, también pasó ser un problema, ya que últimamente se incrementaron hasta en ocho las aplicaciones de plaguicidas, sin lograr reducir sus daños (Avilés *et al.*, 2005b).

Existen diversos trabajos sobre monitoreo, control natural, control bioracional y control químico, en afán de diseñar una estrategia de control de *B. cockerelli* (Trumble, 2006).

Para ello, el uso de plaguicidas organosintéticos, se convirtió en el principal método de control, sin embargo, su empleo irracional, el incremento en la frecuencia, la dosis de aplicación, el uso de mezclas, la utilización de productos inefectivos y persistentes, el equipo inadecuado y destrucción de entomofauna benéfica, propició el surgimiento de resistencia a las moléculas de más uso (Acosta *et al.*, 2006).

Además, el desconocimiento del ciclo del insecto o de los mismos agentes de control, llevó a que *B. cockerelli* expresara sus genes de resistencia, por lo que los diferentes ingredientes activos dejaron de lograr su objetivo.

Es por eso que se planteó llevar a cabo en una de las zonas hortalizas de Jalisco, estudios para conocer el grado de susceptibilidad que presentaran las poblaciones de *B. cockerelli* (Sulc) en *P. philadelphica*, a los diversos insecticidas y tener la posibilidad de tener un cuadro básico de referencia de los mismos, en la toma de decisiones, para un manejo racional de los ingredientes activos y lograr un control adecuado de ésta plaga.

## 2. OBJETIVOS

1. Determinar la susceptibilidad de *Bactericera cockerelli* (Sulc), a diferentes agentes de control, en el cultivo de tomate (*Physalis philadelphica* Lam).
2. Conocer cuáles son los insecticidas más adecuados para *B. cockerelli*.
3. Especificar las dosis más idóneas para *B. cockerelli* (Sulc).
4. Identificar el estatus taxonómico del insecto-plaga.

### 3. HIPOTESIS

1. Existe variación en la susceptibilidad de *B. cockerelli* (Sulc), ya que no se han llevado a cabo correctamente las medidas de control para el cultivo de tomate.
2. Es factible determinar cuáles son los insecticidas mas apropiados para controlar a esta plaga.
3. Es posible establecer cuáles son las CL mas adecuadas, de los insecticidas que se usan contra *B. cockerelli* (Sulc).
4. No corresponden las características morfológicas de las ninfas y adultos de *B. cockerelli* (Sulc), con el estatus taxonómico actual.

## 4. REVISION DE LITERATURA

### 4.1. Definición de Susceptibilidad

De acuerdo a Lagunes *et al.* (2009), la susceptibilidad es la respuesta alta o reducida a los insecticidas, en ausencia de genes de resistencia.

### 4.2. Definición de Resistencia

La resistencia se define como la habilidad o respuesta de una cepa dada de insectos para tolerar dosis de un insecticida, que mataría a la mayoría de una población normal de insectos de la misma especie.

Sin embargo, los plaguicidas no producen resistencia, sino simplemente seleccionan los individuos resistentes que ya existen en la población natural de la plaga, por lo que los organismos tolerantes confieren esta característica a su progenie por medio de los genes, es decir sus generaciones siguientes serán resistentes también al plaguicida (Cremlyn, 1989).

Por lo que la resistencia adquirida genéticamente por los insectos contra los insecticidas es uno de los principales obstáculos que impiden el empleo eficaz de los mismos (Metcalf y Luckman, 1990).

Según Wellis *et al.* (2004), los investigadores identificaron que existen puntos específicos en el código genético que no solo controlan la resistencia, sino que influyen significativamente en la habilidad del organismo para desarrollar la resistencia.

#### **4.2.1. Tipos de Resistencia**

*Resistencia cruzada* se llama cuando un mecanismo de detoxificación específico confiere la resistencia a dos compuestos semejantes, donde se involucran los mismos genes para los dos insecticidas, es el caso de los clorados y los piretroides.

*Resistencia múltiple* es más complicada ya que una población de insectos se expuso a diferentes ingredientes activos, que tienen distintos mecanismos de acción, como los fosforados y carbamatos (Cremllyn, 1989 y Metcalf y Luckman, 1990).

Es por este motivo que se evalúan concentraciones crecientes de algún tóxico y después de un tiempo de exposición, se valoran variables (respuesta) como puede ser la mortalidad, con estos datos se realiza un análisis para calcular la respuesta de la población y se puede inferir la concentración que puede matarlos, por ejemplo al 50% ( $CL_{50}$  o  $DL_{50}$ ) Dosis Letal Media o cualquier otro porcentaje de los insectos expuestos.

#### **4.3. Generalidades de insecticidas**

De acuerdo a Ware y Whitacre (2004), « *los insecticidas son agentes de origen químico o biológico que controlan insectos, éste control puede resultar de matar el insecto de alguna manera impedir que tenga un comportamiento considerado como destructivo* ».

Los insecticidas pueden ser de origen natural o de fabricación humana y se aplican a los organismos blanco en diversas formulaciones y sistemas de uso, aunque actualmente la biotecnología ya incorporó en las plantas, los genes para codificar proteínas insecticidas.

#### 4.4. Importancia Económica

La importancia de *Bactericera cockerelli* (Sulc), se basa en las toxinas que inyecta a las plantas cuando se alimenta, lo que provoca en desordenes metabólicos y del desarrollo (Eyer y Crawford, 1933; Eyer, 1937; Eyer y Miller, 1938; Carter, 1950; Wallis, 1955; Abernathy, 1991; Purcell *et al.*, 1997; Liu y Trumble, 2004 y Liu *et al.*, 2006).

Asimismo se reporta como transmisor de fitopatógenos como fitoplasmas, bacterias y virus (Davies *et al.*, 1992; Carraro *et al.*, 1998; Blomquist y Kirkpatrick, 2002; Tedeschi y Alma, 2004; Coletta *et al.*, 2005 y Salazar, 2006).

Para las especies de Solanáceas se debe, a su asociación con la enfermedad conocida como “Psyllid yellow”, la cual se reportó inicialmente por Richards (1928).

De acuerdo a Carter (1950), la causa de esta enfermedad es una toxemia inducida por la alimentación de éste insecto; éstos síntomas se presentan al alimentarse por lo menos 30 insectos, aunque hay información respecto a que si se remueven, las plantas se pueden recuperar (Blood *et al.*, 1933).

Los reportes sobre esta sintomatología, se refieren principalmente a que el daño lo causan las ninfas, aunque existen datos acerca de que los adultos también la ocasionan (Daniels, 1954).

Por otra parte, se realizaron experimentos para eliminar la capacidad infectiva de las ninfas, al criarlas continuamente en plantas de invernadero, con resultados negativos (Richards, 1928; Carter, 1950; Daniels, 1954).

Los cambios fisiológicos e histológicos dentro de las hojas, en el sitio de alimentación de *B. cockerelli*, pueden variar desde “desdoblamiento” de proteínas, altos contenidos de nitrógeno, niveles de sucrosa anormalmente altos, bajos contenidos de almidón y metabolismo de los carbohidratos afectado; asimismo al romperse las células ocurre una necrosis localizada y una inhibición de la translocación; al suceder esto, los cloroplastos aparecen mas pequeños, mas claros y distorsionados; por ultimo, cuando se rompen, los niveles de clorofila, caroteno y pigmentación bajan (Eyer, 1937).

A nivel de campo, los síntomas pueden aparecer a los cuatro o seis días después de que inician la alimentación los insectos (Daniels, 1954), aunque Carter (1950), observó síntomas en plántulas de jitomate en invernadero, en tan solo dos a seis horas después de que las ninfas se alimentaran.

Según Daniels (1954), los síntomas se pueden clasificar en: primarios, cuando hay retardo en el crecimiento, clorosis y coloración púrpura en las hojas y secundarios, donde existe malformación, distorsión del follaje, clorosis, retardo del crecimiento por semanas o meses, estimulación de la floración y producción de numerosos y pequeños frutos

Estos efectos, se reflejan a nivel de campo, en una reducción de la producción del 40%, para muchas variedades.

Actualmente se le relaciona con nuevos patógenos: *Candidatus Liberibacter solanacearum* “Zebra Chip”, en las solanáceas (Cameron *et al.*, 2009; Liefting, 2009; Munyaneza, 2009; Munyaneza *et al.*, 2007, 2009; Secor, 2009) y *Candidatus Phytoplasma australiense* en papa (Ogden, 2009).

Esta patogenia inició su importancia económica desde 2004 y causó pérdidas en millones de dólares en USA y México (Flores *et al.*, 2004; Secor and Riviera, 2004; Hernández *et al.* 2006 y Salas *et al.*, 2006).

También se comenta que se le relaciona con fitoplasmas de la punta morada de la papa (Garzón *et al.*, 2004), en un 75% del estado de Jalisco, a excepción de Tapalpa (Rubio *et al.*, 2006).

#### 4.2. Distribución geográfica

En México, los antecedentes de *B. cockerelli* (Sulc) se tienen desde 1947, con reportes de su presencia en los estados de Guanajuato, Tamaulipas y Michoacán, posteriormente se localizó en el Estado de México, Guanajuato y 12 entidades mas (Bujanos *et al.*, 2005).



Figura 1. Distribución de *Bactericera cockerelli* (Sulc), en América del Norte (Davison *et al.*, 2008).

Anderson (2009), comenta que *B. cockerelli* se reportó por primera vez en Nueva Zelanda en abril del 2006 (en invernaderos) y a nivel de campo en el mes de febrero del 2007.

El daño que causa en papas, jitomates y chiles por la toxina que inyecta, no es de importancia económica, sino por ser vector de fitoplasmas (Garzón *et al.*, 1986; Delgadillo *et al.*, 1999).

La producción de jitomate en México, se redujo en un 45% y se deduce que pasa lo mismo en papas, chiles y tomate, con perdidas mayores a las que causan los geminivirus en los cultivos de jitomate y chile (Bujanos *et al.*, 2005).

Para el estado de Puebla, *B. cockerelli*, se presenta en otros hospederos como el tabaco y tomate silvestre (Marín, 2006).

En Michoacán esta plaga, afectó por tres años el cultivo de la papa, al no poder sembrarla en el Valle de Zamora (Manzo, 2008).

En Guanajuato ataca, papa y jitomate, donde se le relaciona con el “Permanente del jitomate” (Rubio *et al.*, 2006).

Asimismo, Cranshaw (1993), lo reportó como causante de daños en Baja California en el mismo cultivo.

Debido a ello, se emitió una Norma Oficial Mexicana, donde se le considera como una plaga de importancia económica (SAGARPA, 2002).

Por su parte, el Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Guanajuato, A. C., en su folleto de hortalizas, la incluyó como un insecto-plaga, además de los plaguicidas para su combate (CESAVEG, 2004).

Asimismo, la SAGARPA en su Guía de Plaguicidas Autorizados de Uso Agrícola, publicó los insecticidas autorizados para control de *B. cockerelli*, y su aplicación en hortalizas (SAGARPA, 2006).

### **4.3. Descripción del organismo**

#### **4.3.1. El genero *Bactericera* (*Paratrioza*)**

##### **4.3.1.1. Ubicación taxonómica**

Los psilidos pertenecen a la superfamilia Psylloidea, que contiene seis familias: Calophyidae, Carsidaridae, Homotomidae, Phacopteronidae, Psyllidae, Triozidae (Percy, 2005b; Dale y Nielsen, 2009).

Por su parte, Al-Jabar (1999), reporta que en el año de 1909, T. D. Cockerell colectó el primer espécimen en el cultivo del chile en la localidad de Boulder, Colorado; posteriormente Crawford (1911), asignó la especie al genero *Paratrioza* (Caldwell, 1941, 1944), ulteriormente se le situó como *Trioza cockerelli* por Pletsch (1947).

Actualmente existe discrepancia sobre el genero de la especie, ya que se usa tanto *Paratrioza* (Caldwell, 1941, 1944; Garzón, 2002; García y Flores, 2003), como *Bactericera* (Percy, 2005; BayScience Foundation, 2007; Bischoff *et al.*, 2008).

El genero *Bactericera* fue bautizado por Puton (1876); de acuerdo a la BayScience Foundation (2007), tiene aproximadamente 35 especies; *B. cockerelli* fue reasignada por Burckhardt y Lauterer (1999).

El linaje de *B. cockerelli* (Sulc), se describe como un insecto Pterigoto, Neoptero, Paraneoptero (Gullan y Cranston, 2005), del Orden Homóptera (Triplehorn *et al.*, 2005).

Aunque las nuevas publicaciones lo sitúan como un Hemíptero (Crop Protection Compendium, 2000; ), dentro del suborden Sternorrhyncha (Gullan y Martin, 2003; Gullan y Cranston, 2005; Percy, 2005a) y como un integrante de la familia Triozidae (Crop Protection Compendium, 2000; Bischoff *et al.*, 2008), como de la Psyllidae (Triplehorn *et al.*, 2005; Garzón, 2002; Percy, 2005a; Trumble, 2006; Dale y Nielsen, 2009).

Se le menciona con tres nombres comunes: “tomato psyllid, potato psyllid y potato and tomato psyllid”, sin embargo, de acuerdo al Common Names of Insects & Related Organisms perteneciente a la Sociedad Entomológica de América, solamente se reconocen los dos primeros nombres comunes (Stoetzel, 1989).

#### **4.3.2. Morfología del insecto**

De acuerdo a Pavlista (2002, 2005) y Cranshaw (2007), este organismo pasa por tres estados: huevecillo, ninfa y adulto.

Pletsch (1947) y Richards y Blood (1933) observaron que los huevecillos están adheridos a las hojas, y sus dos primeros estadios son muy pequeños (menos de un mm.), lo que dificulta verlos en campo.

Knowlton y Janes, (1931) y Teulon *et al.* (2009), comentaron que son pedicelados (aproximadamente dos tercios la longitud del huevecillo), tienen forma oblongo-ovada, de color amarillo brillante, aunque éste cambia a naranja conforme se desarrolla el embrión; aunque cuando el huevo ya está maduro se pueden observar cerca del ápice, los ojos ninfales de color rojo (Rowe y Knowlton, 1935; CESAVEG, 2004; Grantham, 2008); aunque Trumble (2006), comenta que presentan un color rosa con el corión brillante (Bujanos *et al.*, 2005).

Las ninfas según Percy (2005b), pasan por cinco estadios, presentan una morfología diferente a los adultos, son ápteras y tienen cuatro cojinetes alares (anteriores y posteriores), además sus estructuras y setas tienen importancia taxonómica.

La ninfa se asemeja a una escama o ninfa de mosca blanca, pero es móvil cuando se le molesta (Davison *et al.*, 2008); tiene cinco estadios, similares en su morfología (Compere, 1916); sus características corporales y setales se usan para su identificación (Percy, 2005b), además de presentar en todo su borde, pelillos cerosos (Pavlista, 2002, 2005), así como tres pares de patas cortas (Drees y Jackman, 1999).

El primer instar es amarillo claro, oval, escamiforme y con los ojos rojos; en el segundo estadio, el color cambia a bronceado ligero; el cual, en el tercer instar adquiere tonos verdosos, y ya en el cuarto y quinto estadios se transforma en verde o verde café; los cojinetes alares son notables a partir del tercer instar (Pletch, 1947; Bujanos *et al.*, 2005), además de las glándulas cerosas marginales (Rowe y Knowlton, 1935), por lo que excretan una sustancia granular cerosa y blanca, semejante al azúcar o sal (Pavlista, 2002, 2005; Headrick, 2003; Quezada e Ibarra, 2005; Cranshaw, 2007), a mas de que, pueden moverse al ser molestadas (CESAVEG, 2004; Trumble, 2006).

Los adultos se parecen a los pulgones (Davidson *et al.*, 2008); son pequeños con las alas transparentes, en forma de tejado sobre el abdomen, su color tiene cambios graduales desde el amarillo claro al verde pálido cuando recién emerge, a los dos o tres días después cambia a café o verde, hasta que pasa a gris o negro cuando llega a los cinco días de edad (Pletch, 1947; Marín *et al.*, 1995; Bujanos *et al.*, 2005).

Además, presentan bandas transversales blancas o amarillas en el tórax y líneas claras que delimitan los segmentos abdominales, donde el último de ellos tiene una “V” blanca invertida, su longitud varía de 0.41-0.31cm (CESAVEG, 2004; Godfrey y Haviland, 2004; Trumble, 2006; Davidson *et al.* 2008; Grantham, 2008).

De acuerdo a Pavlista (2002, 2005), sus ojos son abultados o prominentes, así como posee patas bien desarrolladas; también presentan antenas largas y filiformes que se proyectan en forma de cuernos, frente de los ojos y terminan en dos pelos cortos más o menos notorios (Quezada e Ibarra, 2005).

Dale y Nielsen (2009), mencionan que *B. cockerelli* se puede diferenciar del género *Trioza*, por la presencia de dos espolones apicales internos en las metatibias.

Existe dimorfismo sexual, el cual se basa en la forma del ápice del abdomen, ya que en las hembras, termina en un ovipositor corto, dando una apariencia redonda y robusta, por su parte el macho presenta una forma más roma en su ápice (Pletch, 1947; Dale y Nielsen, 2009) y se dirige hacia arriba y adelante (Dale y Nielsen, 2009).

Asimismo, se menciona que son de vuelo pobre, aunque son buenos saltadores (Drees y Jackman, 1999; Miller *et al.*, 2000).

Por otra parte, Percy (2005b), describe como diferenciar a Triozidae de Psylloidea, en base a las venas alares R+M+Cu1, así como en los cojinetes anteriores de las ninfas.

Los miembros de Triozidae se diferencian de las otras familias, en que tienen la base de la vena basal trifurcada, en vez de bifurcada (Dale y Nielsen, 2009).

Estos mismos autores comentan que, *B. cockerelli* presenta en el borde de sus alas anteriores, tres marcas oscuras como es el caso de la celda cubital, la cual es corta y compacta.

#### **4.3.3. Ciclo de vida**

Este insecto tiene reproducción sexual (CESAVEG, 2008), y de acuerdo a Pletsch (1947), *B. cockerelli* presenta tres estados: huevecillo, cinco estadios ninfales y adulto.

Los primeros estudios de laboratorio encontraron que su ciclo tomó entre 15 y 30 días, sin referencia de temperatura (Knowlton y Janes, 1931), sin embargo, Abdullah (2008), reportó que a temperatura de 26°C se llevó en promedio 29 días; aunque List (1939a), comenta que a temperaturas mayores a 30°C, reducen drásticamente la sobrevivencia tanto de las larvas como de los adultos.

Por su parte Yang (2008), encontró que el desarrollo desde huevecillo hasta la emergencia de los adultos en papa, jitomate, berenjena, y chile bell tardó en promedio 19.6, 18.7, 24.1 y 26.2 días y no hubo diferencias significativas entre las mismas, en cuanto al ciclo de vida de *B. cockerelli*, aunque si determinó el rango de preferencia: papa, jitomate, berenjena y chile bell.

Asimismo, en Guanajuato, México, se reportan 27 días para los siguientes estadios a 23°C: huevecillo =5.50, ninfa 1=4.10, ninfa 2=3.60, ninfa 3=4.10, ninfa 4=3.60, ninfa 5=6.10 (Marín *et al.*, 1995).

En USA, se observaron de tres a cinco generaciones por año en el cultivo de la papa (List, 1939b; Pletsch, 1947).

Knowlton y Janes (1931), encontraron que algunas hembras lograron ovipositar más de 1000 huevecillos durante su vida, la cual fue superior a los 189 días.

La longevidad de los adultos y la fecundidad de las hembras depende de la planta hospedera (Knowlton y Thomas, 1934; Plestch, 1947).

*B. cockerelli* tiene dos biotipos identificados: el nativo y el invasivo (Davison *et al.*, 2008; Liu *et al.*, 2006); en nuestro país existen los dos tipos (Wallis, 1955; Liu *et al.*, 2006).

Los adultos tienen hábitos migratorios (CESAVEG, 2008), según Nielsen (2009), se consideran buenos voladores, aunque se pueden dispersar por la ayuda del viento y alcanzan hasta 1.5 km de altura, esto también los ayuda a moverse entre cultivos cuando ya no les son apetecibles o para ovipositar, también se dispersan por medio de material vegetativo.

*B.cockerelli* también se localiza en el sur de Canadá, USA, México, Nueva Zelanda (Wallis, 1951; Ferguson y Shipp, 2002; Davison *et al.*, 2008; Nielsen, 2009) (Fig. 1).

Rubio *et al.* (2006), comentan que este insecto prefiere lugares con menor precipitación y mayor temperatura, como es el caso de Sayula, en cultivo de chile.

En Washington, USA, se reporta para el cultivo de la papa, tiene por lo menos una generación al año (Munyaneza *et al.*, 2009).

#### **4.4. Hospederos**

De las más de 160 especies vegetales que se reportan como hospederas de *B. cockerelli*, solo en 46 de ellas se completa todo su ciclo de vida, esto sugiere que son hospederos potenciales (Pletsch, 1947; Wallis, 1955), de las cuales 42 pertenecen a la familia Solanaceae (Wallis, 1951; Davison *et al.*, 2008; Martin, 2008; Yang, 2008).

En Nueva Zelanda, se reporta a *Solanum betaceum* Cav. “Tamarillo”, como hospedero Watson (2009); a *Physalis peruviana* también (Liefting, 2009), y en jitomates y chiles tanto a nivel de campo como en invernadero (Nielsen, 2009).

Asimismo, también en *Lycium barbarum* (Secor, 2009); por su parte Yang y Liu (2009), concluyeron en sus estudios, que este insecto se desarrolla mejor en berenjena que en pimiento.

Por lo que corresponde a nuestro país, en Metepec Edo. de México, se reportó su presencia en ausencia de cultivo, en plantas de chile manzano de patios caseros, así como en solanáceas silvestres como *Saracha jaltomata* Schtdl. y *Physalis* sp., como también en Valle de Bravo, en la misma entidad, durante todo el año, sin embargo, hay reportes que en trampas que se colocaron en malezas comunes a orillas del cultivo de papa, se colectaron insectos durante el invierno para Coahuila y Nuevo León (Rubio *et al.*, 2006).

En lo correspondiente al estado de Guanajuato, México, se le encuentra en monocultivos de papa, jitomate, tomate, chile, *Solanum nigrum*, *Datura stramonium*, *Senecio salignus* y *S. rostratum* (CESAVEG, 2008).

#### **4.5. Tipo de daño**

De acuerdo al CESAVEG (2008), este insecto se alimenta de la savia de las plantas y provoca dos tipos de daño: directo e indirecto.

*B. cockerelli* se considera el principal agente vector del reciente patógeno *Candidatus Liberibacter solanacearum* (Liefting *et al.*, 2008) o de *Ca. L. psyllauros* (Hansen *et al.*, 2008), el cual se asocia con la enfermedad “zebra chip” y posiblemente con el “psyllid yellow” (Yang, 2008; Abad *et al.*, 2009; Teulon, *et al.*, 2009).

#### 4.6. Antecedentes del control de *B. cockerelli* (Sulc).

##### 4.6.1. Control Químico

Según Liu y Trumble (2007), el biotipo invasivo presenta CL<sub>50</sub> más altas, para algunos insecticidas en comparación con el biotipo nativo.

Actualmente su control gira en el uso de insecticidas, además de que se requiere conocer su biología, ecología distribución geográfica y dinámica poblacional (Munyanza *et al.*, 2009), ya que los productores de papa en México, sus aplicaciones llegan hasta 30 por ciclo, lo cual incrementa costos de producción (Rubio, 2006).

Solo unos pocos insecticidas se recomiendan para el manejo del “psílido de la papa” en USA, como son: *Methamidophos* (Monitor ®), *Phorate* (Thimet ®), *Disulfoton* (Di-syston ®), *Imidacloprid* (Confidor ®) + *Ciflutrina* (Baythroid ®), *Thiamethoxan* (Actara ®) y *Endosulfan* (Thiodan ®) (Cranshaw y Hein, 2004), ya que de acuerdo a Cranshaw, (1985 y 1989), se conoce que los carbamatos no lo controlan.

Watson (2009), comenta que en Nueva Zelanda en el cultivo de tamarillo, no se logra controlarlo a pesar de usar insecticidas de buena reputación tales como *Cloronicotinilo* (Calypso ®), *Pymetrozine* (Chess ®), *Spinosad* (Success Naturalyte ®), *Buprofezin* (Applaud ®), *Spiromesifen* (Oberon ®) a las dosis recomendadas, en contraste con *Deltametrina* (Decis ®) y *Abamectina* (Avid ®), que presentan muy buenos controles.

Por su parte Workman (2009), reporta que de 13 insecticidas que se usaron para controlar *B. cockerelli* en papa, 10 tuvieron una eficiencia del 82 al 100%, los tres restantes mostraron selectividad hacia los agentes biológicos de control: *Azadiractina* (Azatin ®), *Spiromesifen* (Oberon ®) y *Spirotetramat* (Movento ®).

Otros ingredientes que se usaron en Nueva Zelanda fueron *Lambdacialotrina* (Karate ®) (Anderson, 2009) e *Imidicloprid* (Confidor ®), donde este último puede tener baja eficiencia contra los estados ninfales (Walker y Berry, 2008).

Secor (2009), reporta la aplicación de *Imidacloprid* (Confidor ®) a la siembra, *Dinotefuran* (Starke ®), *Spiromesifen* (Oberon ®), *Pymetrozine* (Chess ®) y *Abamectina* (Avid ®) por vía foliar, en papa.

#### **4.6.2. Control Biológico**

Aunque la experiencia en USA sugiere que las poblaciones de enemigos naturales en cultivos de papa no son lo suficientemente grandes para mantener bajas las poblaciones (Cranshaw y Hein, 2004), los agentes de control biológico pueden jugar un rol importante para reducir la presión de esta plaga (Davidson, 2008).

En Nueva Zelanda, se reportan varios enemigos naturales de *B. cockerelli* entre ellos están: *Drepanacra binocular*, *Tamarixia* sp. *Sejanus albisignata*, *Halmus chalybeus*, *Adalia bipunctata*, *Harmonia conformis*, *Cleobora mellyi*, *Macrolophus pygmaeus*, *Micromus tasmaniae* Walker, Larvas de Sirfidos, *Chrysoperla rufilabris*, Coccinelidos, *Orius* spp., *T. triozae*, *Metaphyous psyllidis* (Workman, 2009).

Lacey *et al.* (2009), evaluaron cinco aislados de hongos entomopatógenos en hojas de papa, con los resultados siguientes de mortalidad: *B. bassiana* (95-99% en adultos y ninfas), *Metarhizium anisopliae* (96% en inmaduros) e *Isaria fumosorosea* (95% en ninfas).

El CESAPEG (2008), reporta los siguientes entomopatógenos: *Paecilomyces fumosoroseus*, *M. anisopliae* y *B. bassiana*, así como los depredadores: *Chrysoperla* spp., *Hipodamia convergens* y *Tamarixia triozae*.

#### **4.6.3. Otros tipos de control**

Las trampas amarillas sirven como un control de tipo físico, para capturar a los adultos de *B. cockerelli* (Rubio, 2006) ; en cuanto al uso de control genético, se reporta que no existen cultivares resistentes, al menos en papa (Davidson *et al.*, 2008); jitomate, tomate y chile (CESAVEG, 2008).

Por otra parte una medida que funciona para controlar físicamente las poblaciones invernantes, es la remoción de las papas voluntarias, malezas y destrucción de residuos de los cultivos, así como usar plantas libres de huevecillos e inmaduros (Wallis, 1946 ; Hill, 1947 ; CESAPEG, 2008),

Por lo que corresponde al control legal, existe la NOM-081-FITO-2001 que consiste en el manejo y eliminación de focos de infestación de la plaga, a través de la destrucción de los residuos (rastros), inmediatamente después del término de la cosecha.

## 5. MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se desarrolló en dos etapas: los ensayos de campo (cuatro) y la parte de laboratorio (seis), que cubrieron del año 2005 al 2008.

El trabajo **inicial** se realizó en Zapotlán, Jalisco, en el mes de Octubre del año 2005, en tres parcelas: dos de tomate *Physalis philadelphica* (tomate sin tutor, “Los Depósitos” y tutorado “Los Llanos”), y una de chile tutorado *Capsicum annum* (“La Curva”), para ello se colectaron al azar 500 hojas, en diseño de cinco de oros para cada sitio, las cuales se guardaron en bolsas de estraza y se mantuvieron al resguardo del sol (Figura 2 y 3).



**Fig. 2. Tomate sin tutorar “Los Depósitos”. Octubre, 2005.**



**Fig.3. Tomate tutorado “Los Llanos”. Octubre, 2005.**

Al siguiente día, en el laboratorio del Herbario, del Centro de Investigaciones y Graduados Agropecuarios (CIGA) del Instituto Tecnológico Agropecuario de Jalisco (ITA 26), que se localiza en Tlajomulco, Jalisco, hoy Instituto Tecnológico de Tlajomulco, Jalisco (ITTJ); con ayuda de un microscopio estéreo se contó el número de ninfas presentes por hoja, esto se realizó tanto por el haz como en el envés, así mismo, se efectuó en hojas de otras especies vegetales (*Physalis sulphurea* y *Nicandra physaloides*).

El **segundo** trabajo, se efectuó en el Laboratorio de Biología Molecular del Instituto Tecnológico de Tlajomulco, Jalisco (ITTJ), a inicios del año 2006, para ello se esterilizaron, en hipoclorito de sodio al 1.8%/una gota de detergente líquido/20 min., las semillas de 10 materiales del género *Physalis*, al término de esto, se sembraron 20 semillas de ellas, en 2 frascos de vidrio con Peat Moss estéril; cuando llegaron al estado de plántula, se maceraron para llevar a cabo la extracción de su ADN (Doyle y Doyle, 1990).

Para la realización de la PCR (Reacción en Cadena de la Polimerasa), se usaron los iniciadores: ITS1, ITS4, así como las siguientes condiciones: Desnaturalización a 94° C/1 min., Anillamiento a 55°C/ 2 min. y Extensión a 72°C/ 2 min.

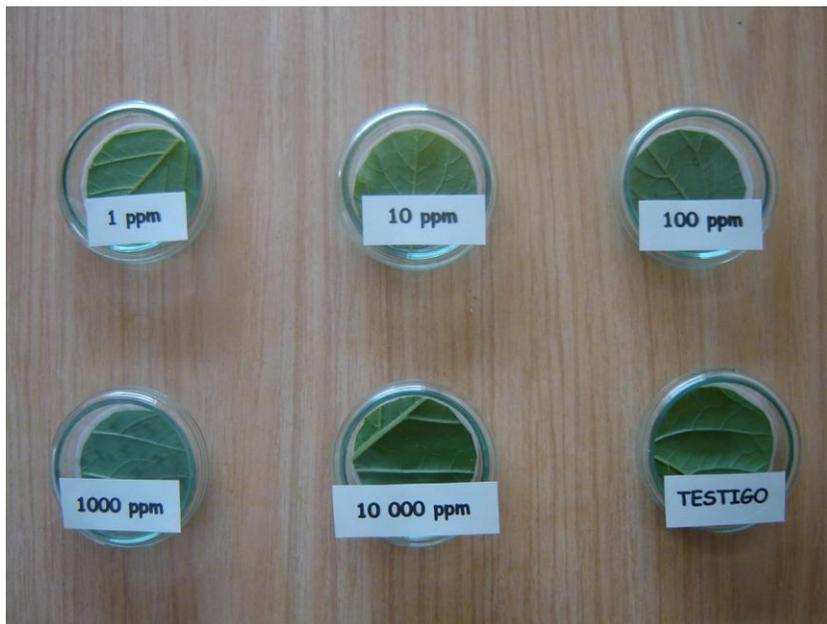
Por otro lado, se sembraron en vasos de hielo seco, 20 semillas de seis materiales de tomate con cinco repeticiones, cuyas variables a medir fueron: tiempo de germinación y temperatura, a los que se les aplicó un análisis univariado.

Para desarrollar el **tercer** bioensayo con *P. philadelphia*, en el mes de Julio del 2006, se visitó el Municipio de Zapotlán, Jalisco, donde se tomaron 200 hojas al azar con presencia de ninfas, las que se guardaron en bolsas de estraza.

Las pruebas se realizaron en el Laboratorio de Control de Plagas del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA) de la Universidad de Guadalajara (U. de G.), que se localiza en el predio “Las Agujas”, dentro del Municipio de Zapopan, Jalisco.

Para esto, se cortaron discos foliares de 5 cm. de diámetro, hasta completar grupos de 100 inmaduros y se colocaron en cajas de Petri de vidrio con papel filtro húmedo (Figura 2), con el objeto de determinar la  $CL_{50}$  de los siguientes ingredientes activos: *Aceite Mineral* (Safe-T-Sade ®), *Clotianidina* (Clutch ®), *Lambdacialotrina* (Karate ®), *Carbofuran* (Furadan ®), *Carbosulfan* (Advantage ®) y *Diazinon* (Diazinon ®), más un testigo sin tratar.

La técnica que se usó, fue la de la película residual (Lagunes y Vázquez, 1994) para las siguientes concentraciones: 1, 10, 100, 1000 y 10000 ppm de ingrediente activo (Figura 4 y 5); la lectura de mortalidad se llevó a las 24 y 48 h. posteriores, mediante observación al microscopio estereoscópico de las ninfas de *B. cockerelli*, donde se consideró muerto, aquel inmaduro sin movilidad coordinada; con los datos de mortalidad que se obtuvieron, se llevó a cabo el Análisis Probit de Máxima Verosimilitud, mediante el paquete estadístico SPSS (2001) versión 10.0, para determinar las  $CL_{50}$ .



**Fig. 4. Cajas de Petri con los discos foliares infestados y sus tratamientos.  
Julio, 2006.**



**Fig. 5. Técnica de la película residual para discos foliares infestados.  
Julio, 2006.**

En la **cuarta** fase, se trabajó durante los dos primeros meses del año 2007, con colectas periódicas en “La Loma”, Municipio de Teocuitatlán, Jalisco, al follaje de *P. philadelphica* y obtener insectos adultos de *B. cockerelli*, para ello se colocó un frasco de cristal de boca ancha con alcohol al 70%, debajo de las hojas para que los organismos cayeran dentro de él.

Ya en el Herbario del ITTJ, se eliminaron los especímenes de otros grupos, con ayuda del estereomicroscopio y un pincel de pelo de camello, y se depositaron los adultos de *B. cockerelli*, en viales de 25 ml. con alcohol al 70%, junto con su etiqueta de datos para su posterior estudio (Figura 6).



**Fig. 6. Material para colecta de especímenes de *B. cockerelli*.  
Julio, 2006.**

Las mediciones y observaciones morfológicas de los dos sexos se hicieron al microscopio estereoscópico, para la toma de fotos de las características morfológicas se usó un Microscopio estéreo Marca Leica, modelo 10447157, de la sala de microscopia del Laboratorio de Biotecnología Vegetal del ITTJ, posteriormente se realizó Análisis Univariado de la proporción de machos y hembras.

El trabajo número **cinco**, también se basó en colectas de 200 hojas con presencia de ninfas de *B. cockerelli*, las que se guardaron en bolsas de estraza, para ello se visitó “La Loma”, Teocuitatlán, Jalisco, durante el mes de Octubre del año 2007.

Los bioensayos se llevaron a cabo en el Laboratorio de Control de Plagas del CUCBA, U. de G., para ello se usaron discos foliares, hasta completar grupos de 100 ninfas, los que se colocaron en cajas de petri de cristal con papel filtro húmedo; para determinar las CL<sub>50</sub> y CL<sub>90</sub>, se usaron siete ingredientes: *Azadiractina* (Azatin ®), *Beauveria bassiana* (Mycotrol ®), *Fipronil* (Regent ®), *Lambdacialotrina* (Karate ®), *Malation* (Malation ®), *Flufenoxuron* (Cascade ®), *Aceite Mineral* (Safe-T-Sade ®), más el Testigo sin tratar.

Se utilizó la técnica de la película residual para concentraciones de: 312.5, 625, 1250, 2500, 5000 y 10000 ppm. de ingrediente activo; la lectura de mortalidad fue a las 24 hrs., y se consideró muerto aquel inmaduro sin movilidad coordinada.

Con los datos de mortalidad se corrió el Análisis Probit de Máxima Verosimilitud, mediante el paquete estadístico SPSS, para determinar las CL<sub>50</sub> y CL<sub>90</sub>.

La última etapa, se llevó a cabo durante Septiembre del año 2008, en “La Loma”, Municipio de Teocuitatlán, Jalisco, fue el lugar de colecta de las hojas (200) con ninfas de *B. cockerelli*, que se depositaron en sus bolsas de estraza.

Los bioensayos fueron en el laboratorio de control de plagas del CUCBA, U. de G., donde se utilizaron discos foliares, hasta completar grupos de 100 ninfas, los que se colocaron en cajas de petri de cristal con papel filtro húmedo; donde para establecer las CL<sub>50</sub> y CL<sub>95</sub>, se usaron cinco ingredientes activos: *Fipronil* (Regent ®), *Malatión* (Malation ®), *Aceite Mineral* (Safe-T-Sade ®), *Lambdacialotrina* (Karate ®), *Azadiractina* (Azatin ®), mas el Testigo sin tratar.

Se manejó la técnica de la película residual para concentraciones de: 312.5, 625, 1250, 2500, 5000 ppm. de ingrediente activo; la lectura de mortalidad fue a las 24 hr., y se consideró muerta aquel inmaduro sin movilidad coordinada.

Con los datos de mortalidad se corrió el Análisis Probit de Máxima Verosimilitud, mediante el paquete estadístico SPSS, para determinar las  $CL_{50}$  y  $CL_{95}$ .

Los experimentos de campo se realizaron en el predio “La Loma”, Municipio de Teocuitatlán, Jalisco, el primero se llevó a cabo durante el mes de Octubre del año 2006, donde se aplicó un diseño de bloques al azar con ocho tratamientos más el testigo; con cuatro aplicaciones de los siguientes productos: *Clotianidina* (Clutch ®) 200g/ha, *Beauveria bassiana* (Mycotrol ®) 1l/ha, *Abamectina* (Avid ®) 500 ml/ha, Aceite Mineral (Safe-T-Sade ®) 2l/ha, *Azadiractina* (Azatin ®) 1l/ha, *Fipronil* (Regent ®) 500ml/ha, *Cipermetrina* (Arrivo ®) 500ml/ha y *Jabón Potásico* (Impide ®) 3l/ha; previo a la primera aplicación, se colectaron al azar 200 hojas de tomate para conocer la población ninfal.

Los muestreos fueron la semana posterior a la aplicación, donde se cuantificaron al microscopio estéreo las poblaciones ninfales de 20 hojas que se tomaron al azar de cada tratamiento, con estos datos se realizó un análisis univariado.

El segundo experimento, se llevó a cabo durante el mes de Noviembre del 2006, para ello se trabajó con el diseño de bloques al azar con tres tratamientos y tres repeticiones, con cuatro aspersiones semanales de los siguientes ingredientes activos: *Clotianidina* (Clutch ®), *Fipronil* (Regent ®) y *Cipermetrina* (Arrivo ®) en las dosis del primer experimento.

La toma de muestras se realizó la semana posterior a la aplicación, al contabilizar en 20 hojas tomadas al azar en cada uno de los tres tratamientos las poblaciones ninfales con apoyo del estéreo microscopio, al final, a los resultados se realizó les efectuó un análisis de varianza con el programa de la UANL.

Durante el mes de Octubre del 2007, se llevó a cabo el tercer experimento, para ello, se estableció un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones, siete tratamientos, mas el testigo sin tratar; los cuales se nombran a continuación: *Azadiractina* (Azatin ®), *B. bassiana* (Impide ®), *Fipronil* (Regent ®), *Cipermetrina* (Arrivo ®), *Clotianidina* (Clutch ®) y *Aceite Mineral* (Safe-T-Sade ®) con las dosis anteriores, excepto *Flufenoxuron* (Cascade ®) 250ml/ha.

Los muestreos se llevaron a cabo la semana posterior a la aplicación, para ello se cuantificaron las poblaciones ninfales de *B. cockerelli* en 20 hojas tomadas al azar, para un total de 80 hojas / tratamiento.

La determinación de la muerte se realizó al microscopio estéreo, donde se consideró muerta aquella ninfa sin movilidad coordinada.

Se realizó análisis de varianza para los datos que se obtuvieron, y con la formula de Abbott, se calculó la eficacia biológica de los insecticidas.

El último trabajo de campo, fue en el mes de Octubre del año 2008, se trabajó con un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones y siete tratamientos: *Clotianidina* (Clutch ®), *Beauveria bassiana* (Impide ®), *Flufenoxurón* (Cascade ®), *Aceite Mineral* (Safe-T-Sade ®), *Azadiractina* (Azatin ®), *Fipronil* (Regent ®), *Cipermetrina* (Arrivo ®), más el testigo.

Se tomaron 20 hojas al azar para conteo de ninfas, la semana posterior a la aplicación de cada tratamiento, donde se cuantificaron al microscopio estereoscopio las poblaciones ninfales muertas, se calculó la eficacia biológica mediante la fórmula de Abbott, así como la varianza y comparación múltiple de medias de Tukey al 0.05% de significancia (Paquete Agricultural Research Management, 2000).

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIONES

En esta investigación se estudiaron un total de 15 ingredientes activos, once en laboratorio y nueve para campo, los que correspondieron a 11 grupos diferentes: fosforados, carbamatos, piretroides, nicotinoideos, fiproles, benzoilureas, Botánicos, antibióticos, microbiales, hidrocarburos parafínicos y ácidos grasos (Cuadro 1 y 2).

**Cuadro 1. Ingredientes activos que se usaron contra *B. cockerelli* (Sulc). 2009.**

<b>Laboratorio</b>	<b>Campo</b>
Aceite Mineral	Clotianidina
Nicotianidina	<i>Beauveria bassiana</i>
Lambdacialotrina	Abamectina
Carbofuran	Aceite Mineral
Carbosulfan	Fipronil
Diazinón	Jabón Potásico
Azadiractina	Flufenoxurón
<i>Beauveria bassiana</i>	Cipermetrina
Fipronil	Azadiractina
Malatión	
Flufenoxurón	

**Cuadro 2. Clasificación de insecticidas por grupos. 2009.**

<b>Fosforados</b>	<b>Carbamatos</b>	<b>Piretroides</b>	<b>Nicotinoides</b>
Malatión	Carbofurán	Lambdacialotrina	Clotianidina
Diazinón	Carbosulfán	Cipermetrina	
<b>Fiproles</b>	<b>Benzoilureas</b>	<b>Botánicos</b>	<b>Antibióticos</b>
Fipronil	Flufenoxurón	Azadiractina	Abamectina
<b>Microbiales</b>	<b>Hidrocarburos Parafínicos</b>	<b>Ácidos Grasos</b>	
<i>Beauveria bassiana</i>	Aceite Mineral	Jabón Potásico	

### 6.1. Primer bioensayo

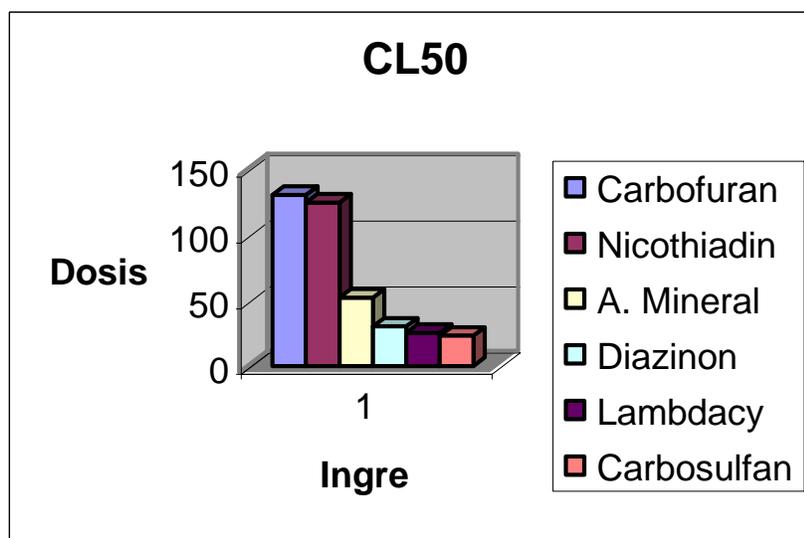
Los resultados de los ingredientes activos, en cuanto a su mortalidad, coinciden con los reportes de que cualquier insecticida funciona contra *B. cockerelli* (Bujanos *et al.*, 2005).

Donde Diazinón, Carbosulfan y Lambdacialotrina concuerdan en que son los insecticidas que tienen mayor mortalidad contra las ninfas, tal como se reporta para el cultivo del chile (Velásquez *et al.*, 2005; Avilés *et al.*, 2005a). (Cuadro 3).

En lo que corresponde a las CL<sub>50</sub>, las dosis mas bajas correspondieron a: Carbosulfan, Lambdacialotrina y Diazinón, por su parte, el Aceite Mineral tuvo una CL<sub>50</sub> media, mas no así el Nicotiadina y Carbofuran que presentaron las CL<sub>50</sub> mas altas. (Cuadro 3 y Gráfica 1).

**Cuadro 3.- Insecticidas y sus dosis (ppm), evaluadas en tomate, con su porcentaje de mortalidad para ninfas de *B. cockerelli*. 2006.**

Insecticida	Dosis	% Mortalidad
1. Diazinon	625 ppm	95.0
2. Carbosulfan	625 ppm	95.0
3. Clotianidina	625 ppm	83.33
4. Lambdacialotrina	1000 ppm	100.0
5. Carbufuran	3125 ppm	88.88
6. Aceite mineral	3125 ppm	84.0



**Gráfica 1.- CL<sub>50</sub> de los ingredientes que se aplicaron a ninfas de *B. cockerelli* a nivel laboratorio. 2006.**

### 6.1.2. Segundo bioensayo

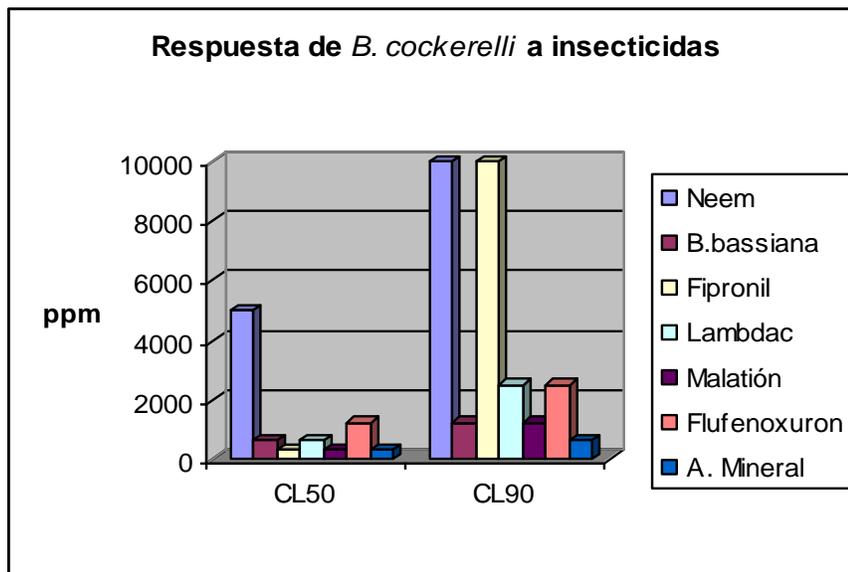
En este, se contaron un total de 4900 ninfas de *B. cockerelli*, los resultados de los ingredientes activos que se aplicaron, coinciden con los datos de bioensayos anteriores en contra de este insecto (Posos *et al.*, 2007, Reyes, 2006).

Por lo que se obtuvo control de las ninfas de *B. cockerelli* a CL<sub>50</sub> mas bajas, correspondientes a los ingredientes: Fipronil, Malatión y Aceite Mineral con 312 ppm; por su parte, la más alta fue para la Azadiractina con 5000 ppm (Cuadro 4).

**Cuadro 4. Insecticidas con sus CL<sub>50</sub> y CL<sub>90</sub> (ppm), en tomate para ninfas de *B. cockerelli* (Sulc). 2007.**

<b>Insecticida</b>	<b>CL<sub>50</sub></b>	<b>CL<sub>90</sub></b>
Azadiractina	<u>5000</u>	<u>10000</u>
<i>B. bassiana</i>	625	1250
Fipronil	312	10000
Lambdac	625	2500
Malatión	312	1250
Flufenoxuron	1250	2500
A. Mineral	<b>312</b>	<b>625</b>
Testigo	0	0

Sin embargo la CL<sub>90</sub>, tuvo una respuesta más diversa: en el A. Mineral fue la menor; *B. bassiana* y Malatión controlaron a 1250, Lambdacialotrina. y Flufenoxuron con 2500, por su parte, Fipronil y Azadiractina presentaron la más alta:10000 ppm (Cuadro 4 y Grafica 2), estos datos coinciden con los resultados que obtuvo para el cultivo de la papa Franco (2002).



**Grafica 2. Mortalidad de ninfas *B. cockerelli* (Sulc). en laboratorio. 2007.**

### 6.1.3. Tercer bioensayo

Aquí se presentó coincidencia con los datos de Mosqueda (2007) sobre el control de los ingredientes activos contra *B. cockerelli*.

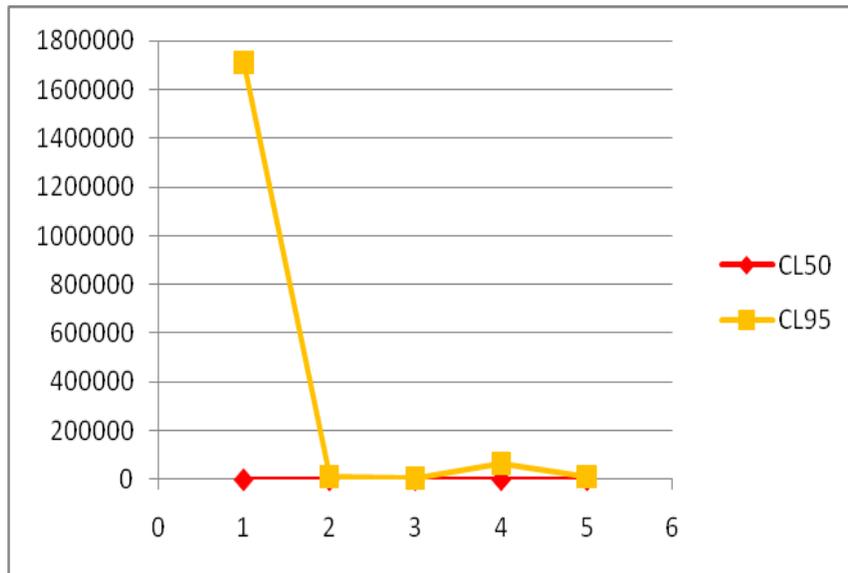
Ya que se obtuvo control de las ninfas de *B. cockerelli* en todas las CL<sub>50</sub>, sin embargo la CL<sub>95</sub>, tuvo una respuesta más diversa, lo que concuerda con los resultados para aquellos cultivos protegidos (Teulon *et al.*, 2008).

Específicamente, las CL<sub>50</sub>, más bajas correspondieron al A. Mineral con 131 ppm y Malatión con 257 ppm; en cuanto a la Lambda-cyhalotrina y Azadiractina controlaron a 438 ppm y 454 ppm, por su parte, la más alta fue para el Fipronil con 490 ppm (Cuadro 5).

**Cuadro 5. Insecticidas con sus CL<sub>50</sub> y CL<sub>95</sub> (ppm), para ninfas de *B. cockerelli* (Sulc). 2008.**

Insecticida	CL <sub>50</sub>	CL <sub>95</sub>
A. Mineral	<b>131</b>	1713338
Malatión	257	11896
Lambdac	438	<b>4656</b>
Azadiractina	454	66296
Fipronil	490	11940
Testigo	0	0

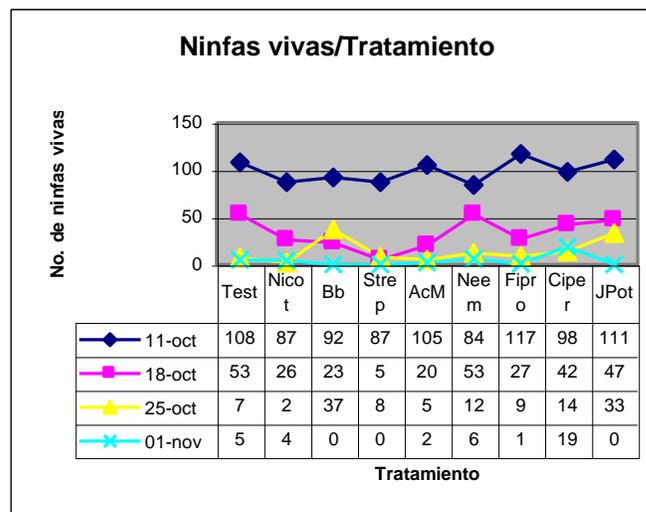
En cuanto a las CL<sub>95</sub>, la Lambdacialotrina presentó la mínima con 4656 ppm; enseguida, Malatión y Fipronil tuvieron control a 11896 ppm y 11940 ppm respectivamente; sin embargo, la Azadiractina funcionó a 66296 ppm; pero la más alta fue para el A. Mineral que alcanzó 1'713338 ppm (Grafica 3).



**Grafica 3. CL<sub>50</sub> y CL<sub>95</sub> de insecticidas, para ninfas de *B. cockerelli* (Sulc). 2008.**

## 6.2. Primer experimento de campo

En lo que respecta al número de ninfas que se contabilizó antes de la primera aplicación fue de 532 y bajó un 81% después de la primera aplicación de insecticida, para el caso de la Abamectina, ésta logró un control de las poblaciones de inmaduros en todas las semanas, lo que está de acuerdo a los reportes de Bujanos *et al.* (2005) (Gráfica 2).



**Gráfica 4. Número de ninfas vivas, siete días después de cada aplicación. 2006.**

En cuanto a Clotianidina y el Aceite Mineral, no fue sino hasta la tercera semana de aplicación cuando mejoraron su actividad, esto no concuerda con los datos que se reportaron en pimiento (Avilés *et al.*, 2005).

Por su parte Cipermetrina, Azadiractina y Jabón Potásico en oposición a los datos del trabajo de Al-Jabar (1999), durante las dos primeras semanas no presentaron control al 100% de ninfas, sin embargo el Fipronil si lo tuvo, tal como lo reportan (Bujanos *et al.*, 2005).

Por último, el análisis univariado para las ninfas demostró que si hubo diferencia estadística significativa entre medias en los tratamientos y el efecto de los mismos se reflejó en el peso total de las plantas, donde el Nicotinoide fue el mejor y la Azadiractina logró menor peso (Cuadros 4 y 5).

**Cuadro 6. Análisis Univariado para Ninfas/ Hoja en *P. philadelphica* en Teocuitatlán, Jalisco. 2006.**

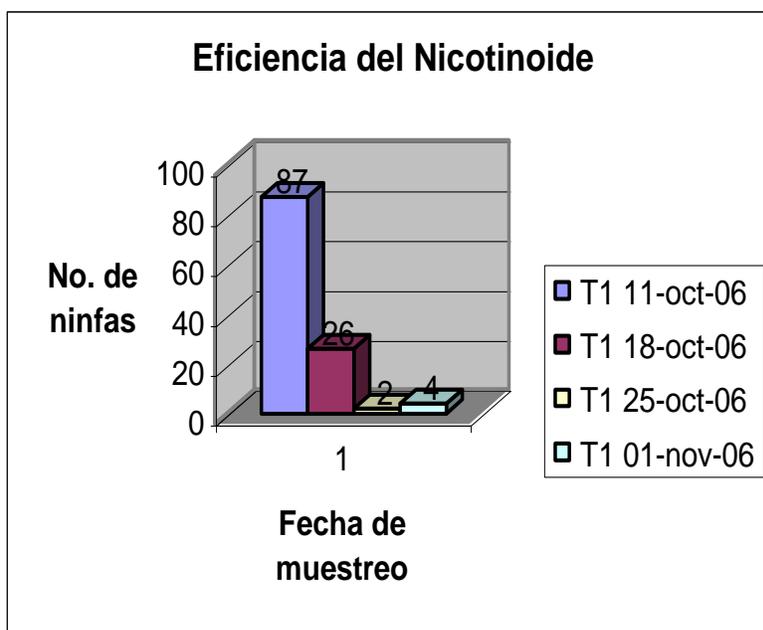
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>	Tt
X	4.3± 0.25	4.55± 2.05	4.3± 0.25	5.2± 1.98	4.15± 1.56	5.8± 2.02	4.85± 1.09	5.5± 2.41	5.35± 1.81
S <sup>2</sup>	0.06	4.24	0.06	3.93	2.46	4.11	1.19	5.84	3.29
S	0.25	2.05	0.25	1.98	1.56	2.02	1.09	2.41	1.81

**Cuadro 7. Análisis Univariado para Ninfas/ Hoja en *P. philadelphica* en Teocuitatlán, Jalisco. Noviembre, 2006.**

	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>	Tt
X	0.15± 0.4	0± 0	0± 0	0.05± 0.3	0.25± 0.55	0±	0.9± 1.02	0±	0.2± 0.62
S <sup>2</sup>	0.16	0	0	0.09	0.31	0.04	1.04	0	0.38
S	0.4	0	0	0.3	0.55	0.21	1.02	0	0.62
PBT/g	40/15	20/10	25/10	10/1	10/0	20/5	20/5	20/5	40/1

### 6.2.1. Segundo experimento de campo

Aquí se observó, que de los tres insecticidas que se probaron, Clotianidina tuvo un control de más del 50% durante las tres primeras semanas, lo que concuerda con los reportes de Avilés *et al.*, (2005) para el cultivo del pimiento (Grafica 3), aunque Bujanos *et al.* (2005) en sus experimentos con chile, explican lo contrario.



**Gráfica 5. Eficiencia semanal de Clotianidina para control de ninfas de *B. cockerelli*, en Teocuitatlán, Jalisco. 2006.**

Por su parte el producto Fipronil, logró que su actividad se presentara hasta el final de las aplicaciones; de esto, no se tienen resultados de este ingrediente para *B. cockerelli* en *P. philadelphica*.

Según Bujanos *et al.* (2005) enunciaron que la Cipermetrina tiene actividad contra las ninfas de *B. cockerelli*, sin embargo, en este experimento no se obtuvo.

El análisis de varianza demostró que no hubo diferencia estadística significativa en la segunda semana de aplicación, sin embargo si existió en la primera, tercera y cuarta semana.

De acuerdo a la comparación de las medias, el mejor insecticida para control de ninfas fue Clotianidina, seguido del Fipronil (Cuadro 8).

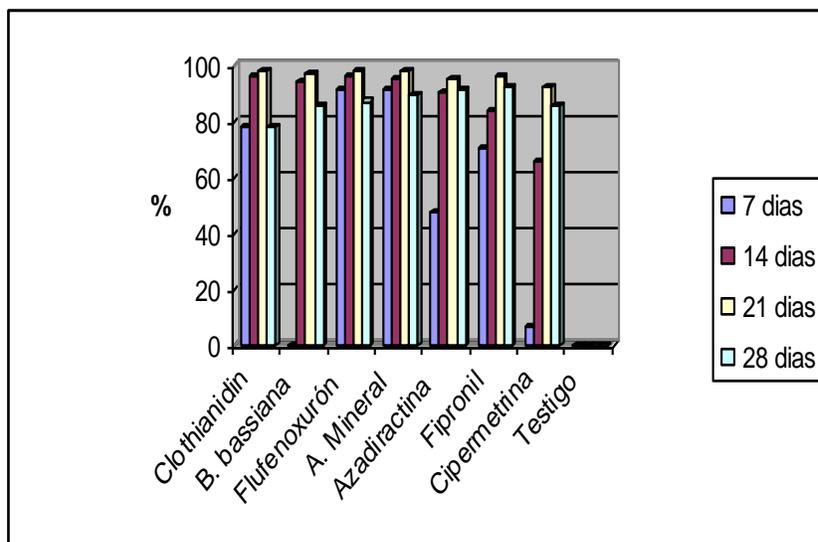
**Cuadro 8.- Comparación de Medias de tres insecticidas sintéticos para control ninfal de *B. cockerelli*. Octubre, 2006.**

Tratamiento	Media
Cipermetrina	0.700000
Fipronil	0.450000
<b>Clotianidina</b>	<b>0.100000</b>

### 6.2.2. Tercer experimento de campo

El comportamiento de los ingredientes activos que se usaron, coincide con los ensayos que se realizaron anteriormente contra *B. cockerelli*.

Donde los mejores insecticidas fueron el A. Mineral y el Flufenoxurón, lo que concuerda con los reportes de Posos y Félix (2004), enseguida estuvieron Clothianidina, Fipronil, Azadiractina y Cipermetrina; por último, el de menor control fue *B. bassiana*, esto acorde a lo que informó Inglis *et al.* (1997) (Grafica 6).



**Grafica 6. Comportamiento de los insecticidas, durante el ensayo contra ninfas de *B. cockerelli* (Sulc). 2007.**

En lo que correspondió al análisis estadístico, éste reflejó que hubo diferencias significativas entre los tratamientos y el testigo, sin embargo entre los tratamientos no se presentó.

#### 6.2.3. Cuarto experimento de campo

El número de inmaduros por hoja que se contabilizó antes de los tratamientos fue de 5 ninfas/hoja, este dato concuerda con los reportes de Godfrey y Haviland (2002); aunque después de la primera aplicación, no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, con excepción de *B. bassiana* que se comportó de manera semejante al testigo (5.18 ninfas/hoja), con un promedio de 5.2 ninfas/hoja.

Sin embargo, si hubo diferencias significativas de control entre ellos, ya que el menor número de ninfas lo obtuvieron Flufenoxuron y el A. Mineral con 0.46 y 0.43 ninfas/hoja.

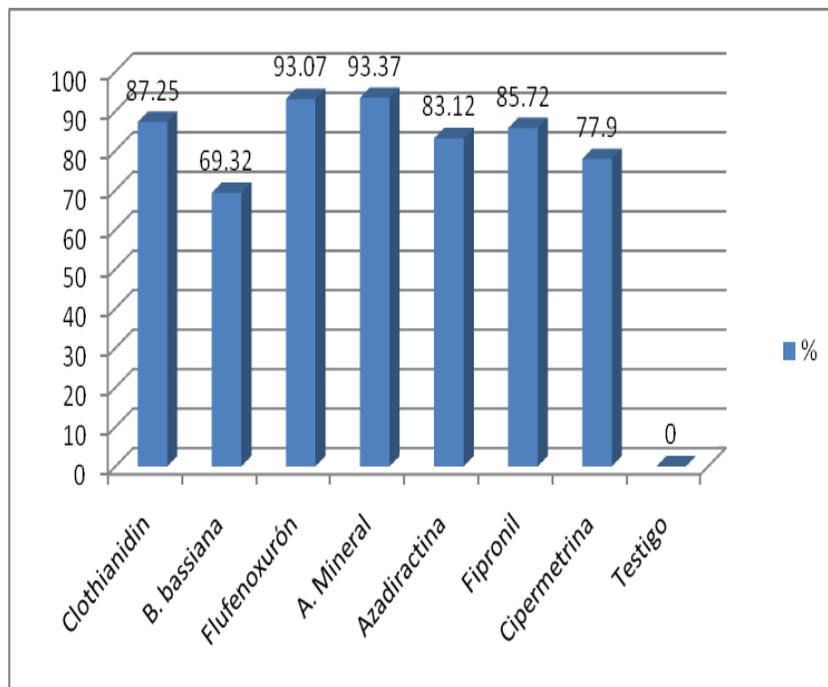
Para la segunda aplicación, tampoco se presentan diferencias significativas, con excepción del testigo y Cipermetrina, que mostraron un número alto de ninfas/hoja.

En la tercera y cuarta aplicación todos los tratamientos se comportaron estadísticamente igual, sin diferencias significativas entre ellos, pero si la hubo, con el testigo (Bujanos *et al.*, 2005) (Cuadro 9).

**Cuadro 9. Porcentaje de control y prueba de medias de medias Tukey al 0.05 % de significancia para control de *B. cockerelli*. 2008.**

Tratamiento	7dda	14dda	21dda	28dda	% de la media de las 4 aplicaciones
Clothianidina	77.7b	95.7c	97.6b	78.0b	87.25
<i>B. bassiana</i>	0.0a	94.3c	97.0b	86.0b	69.32
Flufenoxurón	90.0b	96.4c	98.0b	87.0b	93.07
A. Mineral	91.5b	95.0c	98.0b	89.0b	93.37
Azadiractina	47.5ab	90.78c	95.2b	91.0b	83.12
Fipronil	70.48b	84.0bc	96.4b	92.0b	85.72
Cipermetrina	67.4b	65.9b	92.3b	86.0b	77.9
Testigo	0.0a	0.0a	0.0a	0.0a	0

Durante todo el experimento estadísticamente, los tratamientos no presentaron diferencias significativas, aunque si hubo diferencias de control entre ellos (Grafica 7).



**Grafica 7. Efectividad biológica de los tratamientos para ninfas de *B. cockerelli* (Sulc). 2008.**

**Cuadro 10. Insecticidas que funcionaron tanto a nivel de campo como laboratorio. 2008.**

---

**Ingrediente activo >50% control**

---

Aceite Mineral

Azadiractina

*Beauveria bassiana*

Fipronil

Flufenoxurón

---

**Resultados sobre la morfología de *B. cockerelli*.**

Para el desarrollo de los estudios morfológicos, se observaron al microscopio un total de 500 individuos, como resultado, se encontró presencia de dimorfismo sexual en los adultos de *B. cockerelli*, como fue el color de su cuerpo que se ostentó de café claro a oscuro con marcas particulares claras, además de cinco características diferenciales en base al abdomen de los mismos.

En las hembras su abdomen tiene forma abultada, con los segmentos separados, además de presentar una línea de cuatro manchas claras centrales, donde la última se alarga hacia los lados, el ápice de ésta estructura, no es visible dorsalmente y tiene una forma cónica, con la punta dirigida hacia abajo, lo que es acorde con los datos de Walker (2007) (Figuras 7-10).



**Fig. 7. Vista dorsal de la hembra de *B. cockerelli*, con las manchas centrales en el dorso. Teocuitatlán, Jal. 2007.**



**Fig. 8. Vista dorsal de la hembra de *B. cockerelli*. Nueva Zelanda. Walker, 2007.**



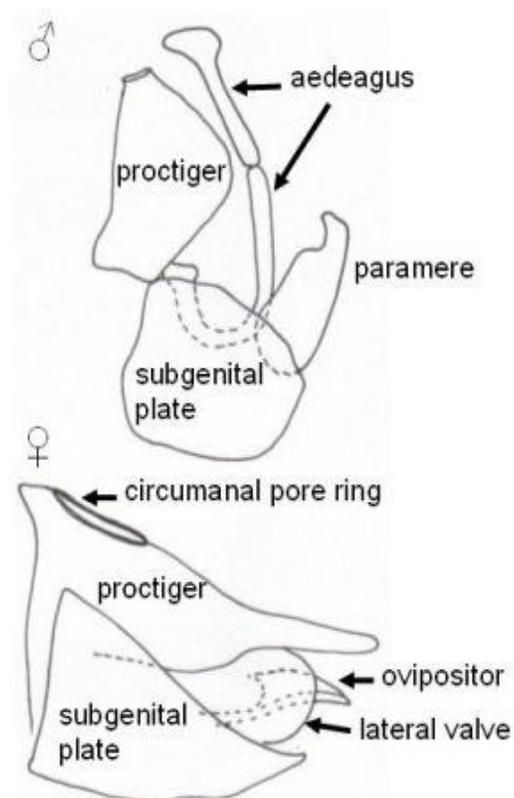
**Fig. 9. Vista lateral de la hembra de *B. cockerelli*. Teocuitatlán, Jal. 2007.**



**Fig. 10. Vista lateral de la hembra de *B. cockerelli*. Nueva Zelanda. Walker, 2007.**

Por su parte, los machos poseen el abdomen de forma algo cónica con la punta roma y se le observan dorsalmente dos bandas claras que cubren la longitud de los tergitos: una en la unión del tórax, la otra es angulada y en la base del quinto segmento; su ápice se dirige hacia arriba y adelante debido a la presencia visible de los parámetros y el aedeago, esto concuerda a los reportes de CESAVEG (2004); Percy (2005b) y Walker (2007).(Figuras 11-13).

Asimismo, los machos presentan un par de prominencias cónicas entre las bases de las antenas, lo cual es una característica nueva (Figura 12).



**Fig. 11. Genitales de macho y hembra de *B. cockerelli* (Percy, 2005b).**



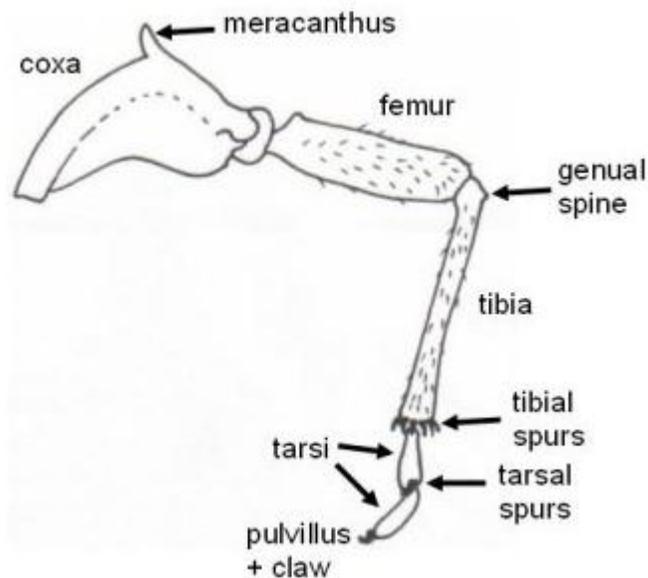
**Figura 12. Vista dorsal del macho de *B. cockerelli*, con sus manchas centrales.  
Teocuitatlán, Jal. 2007.**



**Figura 13. Macho visto dorsalmente. Nueva Zelanda. Walker, 2007.**

En cuanto a los espiráculos abdominales, éstos son redondos, de color café oscuro, más visibles en las hembras ya que su abdomen se encuentra distendido y se sitúan debajo de los pleuritos, éstas características coinciden con lo que reporta (Walker, 2007) (Figura 15).

El primer y segundo par de patas en las hembras, son de color amarillo claro con manchas café oscuro, en contraste a los machos que las tienen café oscuro, las patas posteriores en ambos sexos son claras, con manchas café en sus bordes externos y los tres pares de fémures están engrosados, las tibias posteriores presentan un par de espinas laterales oscuras, robustas y apicales; además presentan una formula tarsal: 2-2-2, así como un par de uñas apicales, lo que concuerda con los datos de Percy, (2005b) y Walker y Berry (2007) (Figuras 14 y 15).



**Figura 14. Morfología típica de la pata posterior de Psyllidae de acuerdo a Percy (2005b).**



**Figura 15. Hembra y macho de *B. cockerelli*, Teocuitatlán, Jal. 2007.**

El análisis univariado indicó que si existe diferencia estadística significativa entre machos y hembras, los machos son más largos, ya que su media es de 2.06 mm. y su rango de crecimiento varió de 1.8 mm a 2.4 mm., donde las hembras tuvieron una media de 1.91mm., y su rango de 1.6 mm. a 2.2 mm.

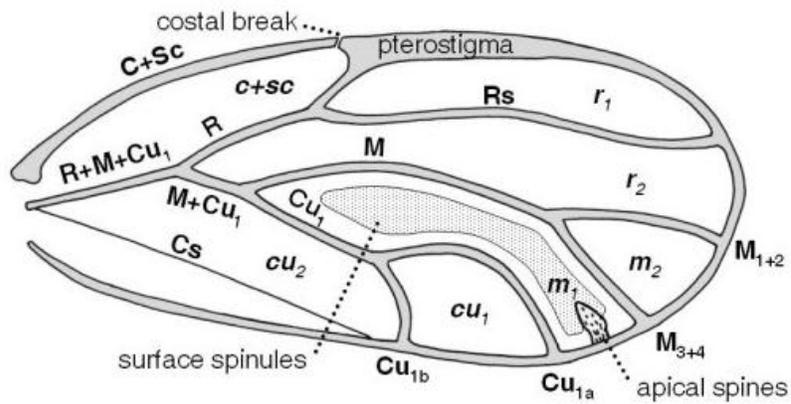
El número de hembras fue mayor con un 54%, mientras que en los machos fue del 46%, esto implica una relación de 1.17: 1; los resultados se pueden apreciar en el cuadro 11.

**Cuadro 11. Análisis univariado para longitud de adultos de *B. cockerelli* (Sulc). 2007.**

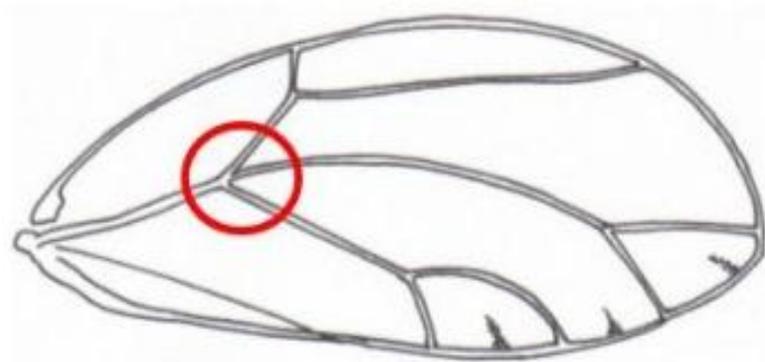
	<b>Hembras</b>	<b>Machos</b>
X	1.91	<b>2.06</b>
S <sup>2</sup>	0.04	0.03
S	0.20	0.19
CV	<b>10.47</b>	<b>9.22</b>

X: Media, S<sup>2</sup>: Varianza; S: Desv. Estándar; CV: Coeficiente de Variación.

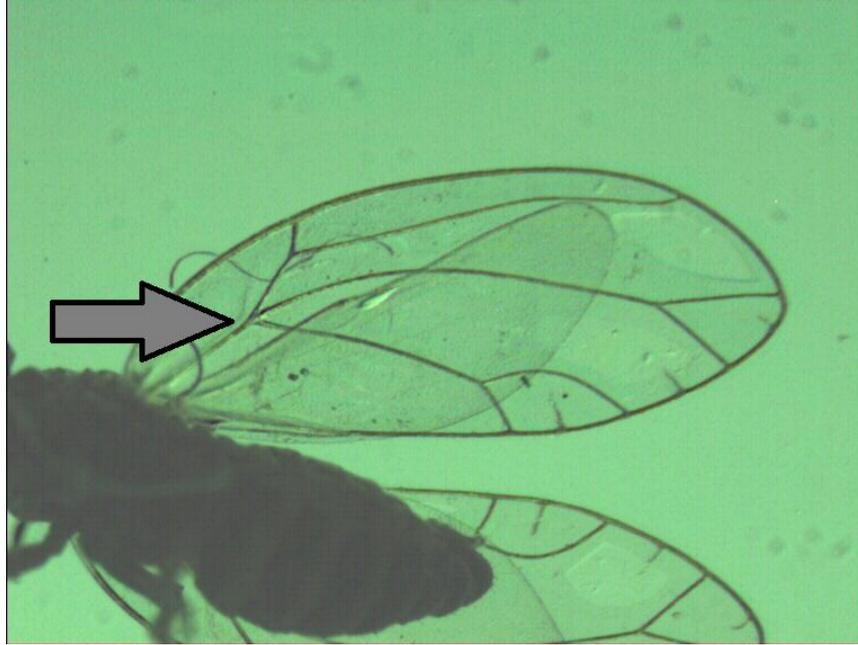
Respecto a la venación alar, ésta no concuerda con los datos de Dale y Nielsen (2009) y Percy (2005b), para las características de la familia Psyllidae, donde la R+M+Cu1 está bifurcada (Figura 16), sino que en nuestros especímenes se encontró trifurcada, tal como se reporta para la familia Triozidae (Fig. 17 y 18).



**Figura 16. Ala anterior de Psyllidae con su bifurcación característica y presencia de Pterostigma de acuerdo a Percy (2005b).**



**Figura 17. Trifurcación característica de Triozidae según Percy, 2005b.**



**Figura 18. Ala anterior de *B. cockerelli* (Sulc), con la trifurcación propia de Triozidae. Jalisco. 2005.**

Sus estados ninfales tienen características dadas para los Psílidos (Figura 22 y 23), como lo es la longitud e inserción de sus antenas que se localiza en el margen de la cabeza (Figura 19) (Dale y Nielsen, 2009) lo que la diferencia de las ninfas tipo Psylline (Figura 21),

Aunque de acuerdo a White y Hodkinson (1985), la sitúan en la familia Triozidae, subfamilia Triozinae, tribu Triozini, en base al desarrollo de los lóbulos humerales (h) en las alas anteriores (figura 20).

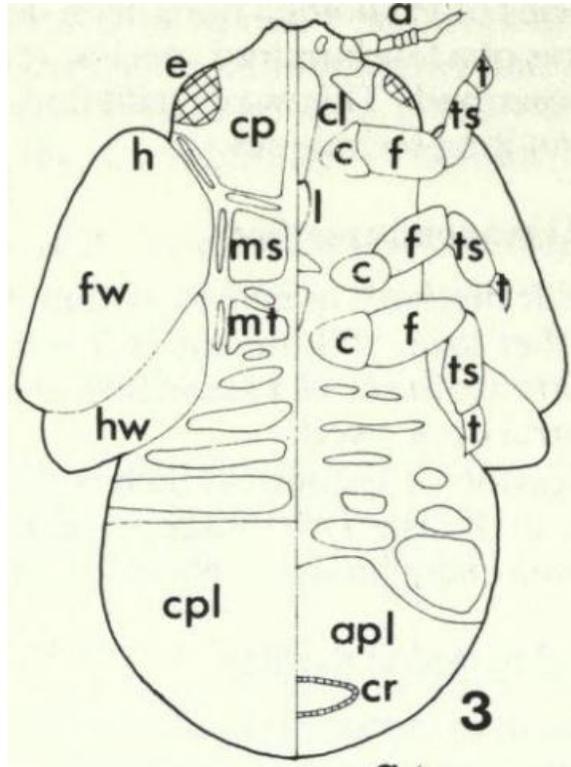


Figura 19. Morfología de una ninfa tipo Pauropsyllinae, propia de Psyllidae (White y Hodkinson, 1985).

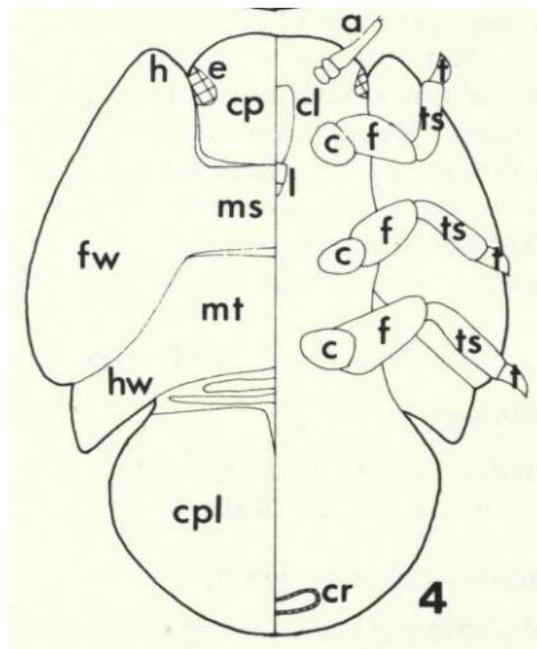


Figura 20. Morfología de una ninfa tipo Triozinae, característica de Triozidae, con los lóbulos humerales (h) extendidos (White y Hodkinson, 1985).

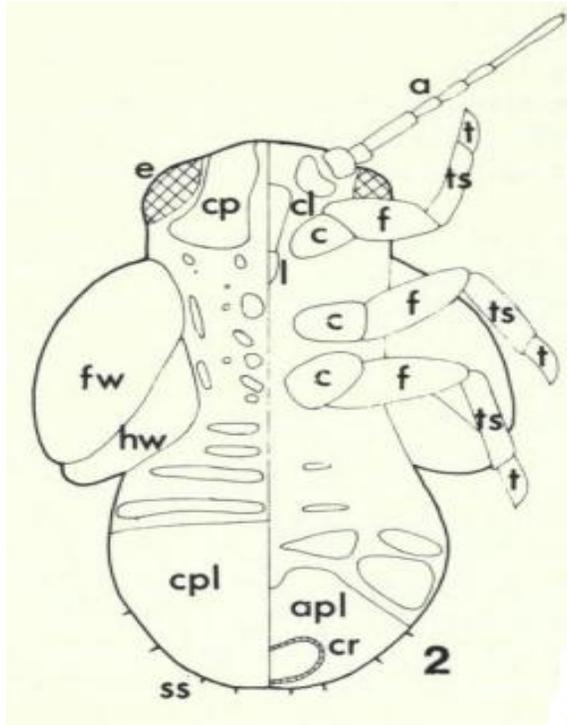


Figura 21. Morfología de una ninfa tipo Psylline, (White y Hodkinson, 1985).



Figura 22. Ninfa Pauropsyllinae de *B. cockerelli* de Teocuitatlán, Jalisco. 2009.

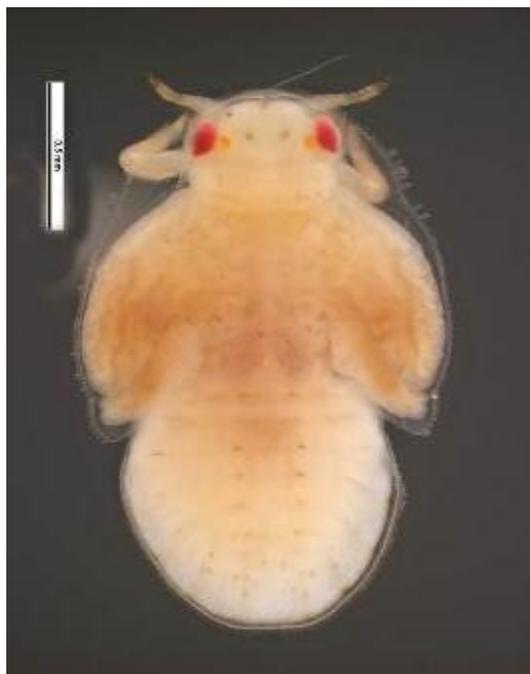


Figura 23. Ninfas de *B. cockerelli* de Nueva Zelanda. Walker, 2007.

#### **Información adicional sobre *Bactericera cockerelli*.**

Con respecto a los resultados sobre poblaciones naturales de los estados inmaduros de *B. cockerelli*, se encontró lo siguiente: el número total de ninfas para Los Depósitos, Los Llanos y La Curva fueron: 2094, 4081 y 3716, sus promedios fueron: 4.18, 9.60 y 7.43 ninfas/hoja, en cuanto a la Desviación Estándar, se presentó de la siguiente manera: 8.16, 4.86 y 8.19, la mayor frecuencia de presencia de ninfas por hoja fue de 2 ninfas/hoja (tomate y chile con tutor) y 3 ninfas/hoja (tomate sin tutor); por último, se contabilizó un total de 1500 hojas, las que presentaron un número total de ninfas de 10611 (Fig. 24).



**Figura 24. Ninfas de *B. cockerelli* sobre *Physalis*. Jalisco. 2005.**

En cuanto a la cantidad de inmaduros presentes, concordó con lo que encontró Daniels (1934) en cultivos de papa; aunque Ferguson y Banks (2001), consideran que de tres a cuatro ninfas son suficientes para que se presenten síntomas en ese mismo cultivo, sin embargo en este trabajo (tomate y chile), los promedios de inmaduros por hoja fueron: 4.18, 9.60 y 7.43, por lo que no coinciden.

En lo correspondiente a la distribución de los huevecillos, éstos se localizaron en diferentes regiones y no solo en los bordes de las hojas, es decir que no corresponde a lo que comentan Ferguson y Banks (2001).

Por otra parte, se comprobó la presencia de agentes naturales de control como larvas de Sífidae, Coccinélidae y Microhimenóptera, lo que coincide con los datos de Daniels (1934), en cuanto a la presencia de depredadores biológicos; lo cual se reconoce cuando los inmaduros adquieren un color dorado con una consistencia dura y en ocasiones se logra observar dentro la silueta de las avispas parasitarias (Fig. 25).



**Figura 25. Inmaduro de *B. cockerelli*, con efecto de parasitismo, Jalisco, 2005.**

En cuanto a la presencia de *B. cockerelli* en especies silvestres de tomate, se encontraron ninfas en *P. sulphurea* (Fernald) Waterf. (Fig. 26), aunque fue negativa en *P. coztomatl*, se considera que esto se debió a que morfológicamente esta planta presenta en su superficie tricomas glandulares tal como la describen Vargas *et al.* (2003), que le confiere una consistencia pegajosa a las hojas, lo que le sirve de protección y la convierte en no atractiva a los insectos, estos datos son reportes nuevos, respecto a las hospederas de este insecto (Fig. 27).

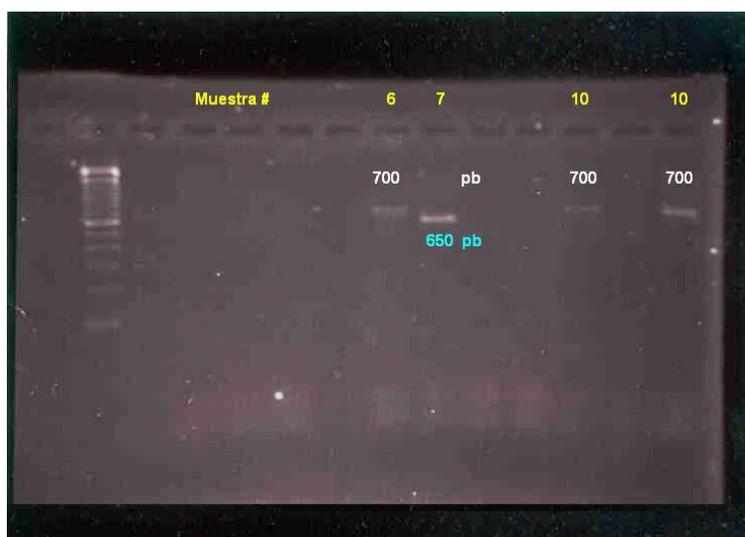


**Figura 26.** *Physalis sulphurea* (Fernald) Waterf. Jalisco, 2005.



**Figura 27.** *P. coztomatl* (Fuente: [www.tradewindsfruit.com](http://www.tradewindsfruit.com)). 2005.

Como un complemento, se llevó a cabo un estudio molecular de las especies de *Physalis*, para esto, se logró extraer el ADN de tres especies y se amplificaron sus regiones ITS: la Var. “Morada”, presentó un fragmento de 650 pb, mientras que las especies ITT-Jal. y la Var. Yoreme tuvieron fragmentos de 700 pb, las diferencias en los ITS, coincidieron con los reportes de González y Martínez (1998) (Fig. 28).



**Figura 28. Productos de la amplificación de las regiones ITS de *Physalis* spp: carril: No. 6 var. ITTJal, No. 7, var. Morada y No. 10, var. Yoreme. 2006.**

Por su parte, el tiempo de germinación de 7 días, fue acorde a los 7-10 días de Moricone *et al.*(1990), los mejores materiales fueron las variedades Yoreme y Morada, con promedios de germinación de 66% y la variedad Volcán con 36%; a una temperatura promedio de 14°C (Figura 29 y Cuadro 12).

Su análisis estadístico dio una media de 50.03, con una Varianza de 680.66, su Desviación Estándar fue de 26.08% y Coeficiente de Variación de 52.14.

**Cuadro 12. Número de semillas germinadas de *Physalis* spp. Abril, 2006.**

<b>Especie</b>	<b>Días</b>	<b>6</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b><math>\bar{x}</math></b>
Morada		0	30	59	72	85	86	<b>66.4</b>
Criolla		0	6	26	48	59	67	41.2
Volcán		0	6	32	39	51	52	36
SuperCG		0	4	17	45	64	67	39.4
Yoreme		0	17	69	77	83	84	<b>66</b>
Rendidora		0	11	32	57	77	80	51.4



**Figura 29. Plántulas de *P. philadelphica* Lam., en proceso de desarrollo. 2006.**

Con base a los resultados que se obtuvieron de los estudios, todas las hipótesis de aceptan.

## 7. CONCLUSIONES

- Todos los insecticidas que se probaron en este trabajo, funcionan contra las ninfas de *B. cockerelli*, tanto a nivel de laboratorio como de campo, por lo si existe variación en su susceptibilidad hacia los ingredientes activos en el cultivo de *Physalis philadelphica*.
- Los ingredientes que controlaron más del 50% en laboratorio fueron: Diazinon, Carbosulfan, Clotianidina, Lambdacialotrina, Aceite Mineral, Malation y Fipronil y a nivel de campo: Abamectina, Clotianidina, Aceite Mineral y Flufenoxuron.
- De éstos, a nivel laboratorio las mejores dosis fueron para el Aceite Mineral con 131 ppm y Malatión con 257 ppm
- A nivel de campo fue: el Aceite Mineral ya que controló con aplicaciones 2l/ha.
- Por lo que podemos concluir que el Aceite Mineral, es el mas adecuado para trabajar en las dos condiciones experimentales, además presenta la ventaja que no se le puede considerar propiamente como un insecticida.
- Se encontró dimorfismo sexual en *B. cockerelli*, a nivel de la cabeza de los machos, en el abdomen se observaron tres: la forma, las bandas claras y en sus segmentos caudales, por último, en la venación alar y morfología ninfal, tienen características tanto de las familias Psilidae como de Triozidae.

## 8. RECOMENDACIONES

Es importante que los ingredientes activos se manejen en un esquema, para evitar el desarrollo de las resistencias cruzadas y/o múltiples de las ninfas de *B. cockerelli* al menos para la región de Teocuitatlán, Jalisco, al tomar en cuenta principalmente sus ppm o DL<sub>50</sub> mínimas.

En lo que corresponde a la morfología, tanto de los adultos como de las ninfas es necesario que se lleve a cabo una revisión más detallada, para su actualización taxonómica, con base a las diferencias que se encontraron en este trabajo.

## 9. LITERATURA CITADA

- Abad, J. A., Bandala, M., French, M. R. R., Liefting, L. W. and Clover, G. R. G. 2009. First report of the detection of "*Candidatus Liberibacter*" species in Zebra Chip disease-infected potato plants in the United States. *Plant Disease* 93(1): 108.
- Abdullah, N. M. M. 2008. Life history of the potato psyllid *Bactericera cockerelli* (Homoptera: Psyllidae) in controlled environment agriculture in Arizone. *African Journal of Agricultural Research* 3(1): 60-67.
- Abernathy, R. L. 1991. Investigation into the nature of the potato psyllid toxin. M. S. thesis, Colorado State University, Fort Collins, CQ.
- Acosta Z. A. M., Gamboa A. R. y Berni M. J. 2006. Efecto repelente de Biocrack + Plus en el cultivo del chile (*Capsicum annum*) contra *Bactericera* (= *Paratrioza*) *cockerelli* en la localidad del Tepozan, Saladillo, Zacatecas. Tercera Convención Mundial del Chile. Chihuahua y Delicias, Chih. pp. 189-191.
- Al-Jabar, A. 1999. Integrated pest management of tomato/potato *Paratrioza cockerelli* (Sulc) (Homoptera: Psyllidae) with emphasis on its importance in greenhouse grow tomatoes. Ph. Dissertation, Colorado State University. pp. 52
- Anderson, J. 2009. Current season potato crops. Horticulture New Zealand, Report No. 2231. pp. 60-63.

- Avilés G. M., Domínguez A. F., Nava C. U., Wong P. J., Pérez V. J. y Velarde F. S. 2005a. Evaluación de la efectividad biológica de varios insecticidas para el control del psílido del tomate *Bactericera cockerelli* (=Paratrioza) *cockerelli* (Sulc) (Homoptera: Psyllidae) en el cultivo del chile bell en La Cruz de Elota, Sinaloa, México. Plagas. Segunda Convención Mundial del Chile. Zacatecas, Zac. pp. 86-92.
- Avilés G. M., Domínguez A. F., Wong P. J., Pérez V. J. y Velarde F. S. 2005b. Control químico del psílido del tomate *Bactericera cockerelli* Sulc en el cultivo del chile bell en la Cruz de Elota, Sinaloa. Segunda Convención Mundial del Chile. Zacatecas, Zac. pp. 120-125.
- BayScience Foundation, Inc. 2007. *Bactericera cockerelli* (Potato/Tomato Psyllid). Taxonomy. pp. 2.
- Bischoff, J., Domrachev, M., Federhen, S., Hotton, C., Leipe, D., Soussov, V., Sternberg, R. and Turner, S. 2008. *Bactericera cockerelli*. NCBI taxonomy database (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy>).
- Blomquist C. L. and Kirkpatrick, B. C. 2002. Frequency and seasonal distribution of pear psyllid infected with the pear decline phytoplasma in California pear orchards. *Phytopathology* 92: 1218-1226.
- Blood, H. L., Richards, B. L. and Wann, F. B. 1933. Studies of psyllid yellows of tomato. *Phytopathology* 23: 930.
- Buchman, 2008. Duration of exposure to potato psyllid, *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Psyllidae), affects expression of zebra chip defect in potatoes. ESA Annual Meeting. pp. 1.

- Bujanos M. R., Garzón T. J. y Marín J. A. 2005. Manejo integrado del pulgón saltador *Bactericera* (=Paratrioza) *cockerelli* (Sulc) (Hemíptera: Triozidae) en los cultivos de solanáceas en México. Segunda Convención Mundial del Chile. Zacatecas, Zac. pp. 93-99.
- Burckhardt, D. and Lauterer, P. 1997. A taxonomic reassessment of the trioziid genus *Bactericera* (Hemíptera: Psylloidea). Journal of Natural History. U. K. 31 (1): 99-153.
- Caldwell. J. S. 1941. A preliminary survey of Mexican psyllidae (Homoptera). Ohio Journal of Science. 41 (6): 418-424.
- Caldwell, J. S. 1944. Notes on Mexican and Central American Psyllidae (Homoptera). Ohio Journal of Science. Vol. 44, No. 2. pp. 57-64.
- Cameron, P. J., Surrey, M. R., Wigley, P. J., Anderson, J. A. D., Hartnett, D. E. and Wallace, A. R. 2009. Seasonality or *Bactericera cockerelli* in potatoes (*Solanum tuberosum*) in south Auckland, New Zealand. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science. Vol. 37: 295-301.
- Carraro, L., Osler, R, Loi, N. Ermacora P. and Refatti, E. 1998. Transmission of european stone fruit yellow phytoplasma by *Cacopsylla pruni*. J. Plant Pathol. 80: 233-239.
- Carter, R. D. 1950. Toxicity of *Paratrioza cockerelli* to certain solanaceous plants. Ph. D. Dissertation, University of California. pp. 128.
- CESAVEG (Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Guanajuato). 2004. Campaña de manejo fitosanitario de Hortalizas. CESAVEG-SAGARPA. Gobierno del Estado de Guanajuato. pp. 12.

- CESAVEG (Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Guanajuato). 2008. Manejo integrado de la ParatRIOza (*Bactericera cockerelli* Sulc). CESAVEG-SAGARPA. Gobierno del Estado de Guanajuato. pp.
- Coletta, F. H. D. Takita, M. A. Targon M. L. P. N. and Machado, M. A. 2005. Analysis of 16S rDNA sequences from citrus huanglongbing bacteria reveal a different "Ca. Liberibacter" strain associated with citrus disease in Sao Paulo. Plant Dis. 89: 848-852.
- Compere, H. 1916. Notes on the tomato psylla. Monthly Bull. Calif. State Commis. Hort. 5.
- Cranshaw, W. S. 1985. control of potato insects with soil applied systemic insecticides. Insecticides and Acaricide Test 10: 133.
- \_\_\_\_\_ 1989. the potato/tomato psyllid as a vegetable insect pest. In: Proceedings of the 18<sup>th</sup> Annual Crop Protection Institute. USA. pp. 69-76.
- \_\_\_\_\_ 1993. Annotated bibliography of potato/tomato psyllid *ParatRIOza cockerelli* Sulc. (Homoptera: Psyllidae). Bulletin TB93-5. Colorado State University, Fort Collins. Agricultural Experiment Station. USA. pp. 52.
- \_\_\_\_\_ 2007. Potato or Tomato Psyllids. Crops. Insects Online Fact Sheets No. 5.540. Horticulture on line. Horticulture. Colorado State University Extension. pdf. pp. 2.
- Cranshaw, W. S. and Hein, G. L. 2004. Potato XXII. Potato Psyllid. Highplainsipm.org/HpIPMSearch/Docs/potatopsyllid-potato.docs. (Consultado el 25 de enero del 2010).

- Cremllyn, R. 1989. Plaguicidas modernos y su acción bioquímica. Limusa. pp. 356.
- Crop Protection Compendium. 2000. CAB INTERNATIONAL. Versión electrónica en disco compacto.
- Dale, P. J. and Nielsen, M. C. 2009. Main characteristics to distinguish *Bactericera cockerelli* from other psyllids in New Zealand. The New Zealand Institute for Plant & Food Research. pp. 411.
- Daniels, L. B. 1934. The tomato psyllid and the control of psyllid yellow of the potatoes. Colorado Agricultural College. Bulletin 410.
- Daniels, L. B. 1954. The nature of the toxicogenic condition resulting from the feeding of the tomato psyllid *Paratrioza cockerelli* (Sulc). Ph. D. Dissertation, Univ. Minnesota. pp. 119.
- Davies, D. L., Guise, C. M., Clark, M. F. and Adams. A. N. 1992. Parry's disease of pears is similar to pear decline and is associated with mycoplasma-like organisms transmitted by *Cacapsylla pyricola*. Plant Pathol. 41: 195-203.
- Davison, M. M., Teulon, D. A. J., Scott, I. A. W. and Workman, P. 2008. A review of the potato psyllid (*Bactericera cockerelli*); a new insect pest of potato in New Zealand. Horticulture New Zealand, Report No. 2231. pp. 14.
- Delgadillo S. F., Cárdenas S. E., Valdovinos G, García Q. R, Nieto A, D. y Garzón T. J. 1999. Alteraciones histológicas causadas por fitoplasma asociado al "Permanente" del jitomate (*Lycopersicon sculentum* Mill) en Guanajuato. Resúmenes Congreso Nal. de Fitopatología. pp 320.
- Doyle, J. J. and Doyle, J. L. 1990. Extraction of plant DNA from fresh tissue. Focus 12 (1): 13-15.

- Drees, B. M. and Jackman, J. 1999. Psyllid. Field guide to Texas Insects. Gulf Publishing Company. Houston, Texas. pp. 3
- Eyer J. R. and Crawford. 1933. Observations on the feeding habits of the potato psyllid (*Paratrioza cockerelli* Sulc.) and the pathological history of the “psyllid yellows” which it produces. J. Econ. Entomol. 26: 846-850.
- Eyer, J. R. 1937. Physiology of psyllid yellow of potatoes. J. Econ. Entomol. 30: 891-898.
- Eyer, J. R. and Miller, M. 1938. A study of the pathological anatomy of psyllid yellows with special references to similar changes in sugar beets affected with curly top. Phytopathology 28: 669.
- Ferguson, G. E. and Banks, H. F. 2001. Potato psyllid. A new pest in greenhouse tomatoes and peppers. UC-Davis. USA. pp. 10.
- Ferguson, G. E. and Shipp, L. 2002. New pests in Ontario greenhouse vegetables. Working group “International Control in Protected Crops, Temperate Climate”. Proceedings of the Working Group Meeting, Victoria, British Columbia. Bulletin OILB/SROP 25(1): 69-72.
- Flores O. A., Gallegos M. G. y García M. O. 2004. Memorias del simposio punta morada de la papa. Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México. pp. 3.
- Franco R. J. 2002. El cultivo de la papa en Guatemala. MAGA. CARE. ICTA. pp. 52.

- García de la Rosa, J. y Flores, N. A. 2003. Punta morada de la papa. Reporte técnico. [www. Redepapa.org/puntamoradadelapapa.pdf](http://www.Redepapa.org/puntamoradadelapapa.pdf). pp.4
- Garzón T. A. J., Garza C. A. Bujanos M R. 1986. Determinación del insecto vector de la enfermedad de tipo viral “permanente del tomate” (*Lycopersicum sculentum* Mill) en la región del Bajío. *In: XIII Congreso Nacional de Fitopatología. Tuxtla Gutiérrez, Chis. Resúmenes. Soc. Mex. de Fitopatología, A. C.* pp. 30.
- Garzón T. A. 2002. El papel de la *Paratrioza cockerelli* en la transmisión de fitoplasmas en tomate. Fundación Produce Sinaloa. pp. 3.
- Garzón T. A., Bujanos M. R., Velarde F. S., Marín J. A., Parga T. V. M., Avilés G. M. C., Almeyda L. I. H., Sánchez S. A. J., Martínez C. J. L. y Garzón C. J. A. 2004. *Bactericera (Paratrioza) cockerelli* Sulc., vector de fitoplasmas en México. *In: Flores O. A., Gallegos M. G. y García M. O. (Eds). Memorias del simposio Punta Morada de la Papa. Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro.* pp. 64-83.
- Godfrey, D. L. and Haviland, D. R. 2002. UC IPM Pest Management Guidelines: Potato. UC ANR. Publication 3463. Univ. Cal. USA. pp. 2.
- González V. L. y Martínez M. 1998. Extracción de ADN y amplificación de ITS en *Physalis* sp. *In: Memorias del V verano de la ciencia de la UAQ.* pp. 4.
- Grantham, R. 2008. Potato or Tomato Psyllid, *Paratrioza cockerelli*. Digital Diagnostics. Information on insects and plants diseases. OSU. USA. pp. 1.
- Gullan, P. J. and Cranston, P. S. 2005. The Insects: An outline of entomology. 3<sup>rd</sup>. edition. Blackwell Publishing Ltd. USA. pp. 505.

- Gullan, P. J. and Martin, J. H. 2003. Sternorrhyncha (jumping plant-lice, whiteflies, aphids and scale insects). *In: Encyclopedia of Insects*. V. Resh and R. Cardé (Eds). Academia Press Amsterdam. pdf. pp. 1079-1089.
- Hansen, A., Trumble, J. T., Stouthamer, R. and Paine, T. D. 2008. New Huanglongbing (HLB) Candidatus species, "*Candidatus Liberibacter psyllaurous*" found to infect tomato and potato is vectored by the psyllid *Bactericera cockerelli* (Sulc). *Applied and Environmental Microbiology* 74: 5862-65.
- Hernández G. V., Sánchez A. A., Frías T. G. A., y Padrón C. E. 2006. Factores abióticos y su relación con el síndrome de punta morada de la papa. *In: Memoria del XXII Congreso de la Asociación Latinoamericana de la papa*, C-17. Toluca, México.
- Headdrick, D. 2003. Psyllidae-Plant lice. Suborder Homoptera. *Topics in Entomology and Pest Management. Introduction-Entomology-Clasificación/Order of Insects*. Agricultural Entomology. Calpoly. USA.
- Hill, R. 1947. An unusual weather sequence accompanying the severe potato psyllid outbreak of 1938 in Nebraska. *Journal of the Kansas Entomological Society* 20(3): 88-92.
- Inglis, G. D., Johnson, D. L., Cheng, K. J. and Goettel, M. S. 1997. Use of pathogen combination to overcome the constraints of temperature on entomopathogenic Hyphomycetes against grasshoppers. *Biological control* Vol. 8, No. 2, pp. 143-152.
- Jiménez G., Domínguez R. R. y Peña L. A. 1992. Plagas insectiles del tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot) en Chapingo, México. *Revista Chapingo* 16: 75-79.

- Knowlton, G. and Janes, M. 1931. Studies on the biology of *Paratrioza cockerelli* (Sulc). Entomological Society of America Annals 24(2): 283-291.
- Knowlton, G. and Thomas, W. 1934. Host plants of the potato psyllid. Journal of Economic Entomology 27: 547.
- Lacey, L. A., de la Rosa, F. and Horton, D. R. 2009. Insecticidal activity of entomopathogenic fungi (Hypocreales) for potato psyllid, *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Triozidae): Development of bioassay techniques, effect of fungal species and stage of the psyllid. Biocontrol Science and Technology, Vol. 19 (9): 957-970.
- Lagunes T. A. y Vázquez N. M. 1994. El bioensayo en el manejo de insecticidas y acaricidas. Colegio de Posgraduados en Ciencias Agrícolas. Montecillo, México. pp. 159.
- Lagunes T. A., Rodríguez M. J. C. y De Loera B. J. C. 2009. Susceptibilidad a insecticidas en poblaciones de artrópodos de México. Agrociencia 43: 173-196.
- Liefting, L., Perez. E. Z. C., Clover, G. R. C. and Anderson, J. A. D. 2008. A new "Candidatus Liberibacter" species in *Solanum tuberosum* in New Zealand. Plant Disease 92(10): 1474.
- Liefting, L. 2009. Liberibacter and Phytoplasma-New Zealand context. Horticulture New Zealand, Report No. 2231. pp. 26-31.
- List. G. 1939a. the effect of temperature upon egg deposition, egg hatch, and nymphal development of *Paratrioza cockerelli* (Sulc). Journal of Economic Entomology 32(1): 30-36.

- List, G. 1939b. The potato and tomato psyllid and its control on tomatoes. Colorado Agricultural Experiment Station Bulletin 454:33.
- Liu, D. and Trumble, J. T. 2004. Tomato psyllid behavioral responses to tomato plant lines and interactions of plant lines with insecticides. *Journal of Economic Entomology* 97(3): 1078-85.
- Liu, D. and Trumble, J. T. 2005. Interactions of plants resistance and insecticides on the development and survival of *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Homoptera: Psyllidae). *Crop Protection* 24: 111-117.
- Liu, D. and Trumble, J. T. 2007. Comparative fitness of invasive and native population of the potato psyllid (*Bactericera cockerelli*). *Entomology Experimentalis et applicata* 123 (1): 35-42.
- Liu, D.; Trumble, J. T. and Stouthamer, R. 2006. Genetic differentiation between populations and recent introductions of potato psyllid (*Bactericera cockerelli*) into western North America. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 118(3): 177-183.
- Manzo V. J. 2008. Buen resultado de estrategia para combatir la *Paratrioza*, se rompió su ciclo de vida. *Cambio de Michoacán*. pp. 2.
- Marín J. A., Garzón T. J., Becerra F. A., Mejía A. C., Bujanos M. R. y Byerly M. K. F. 1995. Ciclo biológico y morfología del salerillo *Paratrioza cockerelli* (Sulc) (Hemíptera: Psyllidae) vector de la enfermedad “permanente del jitomate” en el Bajío. *CATIE. Manejo integrado de plagas. Revista Técnica* No. 38, pp. 25-32.

- Marín T. P. 2006. Plagas de las cadenas productivas. Cadenas agroalimentaria en el estado de Puebla. Secretaria de Desarrollo Rural. Gobierno del Estado de Puebla. pp. 22.
- Martin, N. A. 2008. Host plants of the potato/tomato psyllid: a cautionary tale. *The Weta* 35(1): 12-16.
- Metcalf R. L. y Luckman W. H. 1990. Introducción al manejo de plagas de insectos. Limusa-Noriega. pp. 710.
- Miller, G. L., Miller, D. R. and Carlson, R. W. 2000. Psylloidea Web Page. [www.sel.barc.usda.gov/psyllid/psyllidframe.html](http://www.sel.barc.usda.gov/psyllid/psyllidframe.html). pp. 2 (25 de julio del 2006)
- Morales G. O., Bautista N. M., Valdéz C. J. y Carrillo S. J. 2002. Identificación, biología y descripción de *Melanagromyza tomaterae* Steyskal (Diptera: Agromycidae), barrenador de tomate *Physalis ixocarpa* Brot.
- Moricone, D. N., Rush, M. C. and Flores, H. 1990. Tomatillo: A potential vegetal crop for Louisiana. In: *Advances in new crops*. Timber Press. Portland, OR. pp. 407-413.
- Mosqueda B. E. 2007. Principales plagas del chile de agua en los valles centrales de Oaxaca. *Agroproduce. FUNPROX*. pp. 36.
- Munyaneza, J. E., Crosslin, J. M. and Upton, J. E. 2007. Association of *Bactericera cockerelli* (Homoptera: Psyllidae) with “Zebra Chip”, a new potato disease in Southwestern United States and Mexico. *J. Econ. Entomol.* 100(3): 656-663.
- Munyaneza, J. 2009. Psyllids-North American Experience. *Horticulture New Zealand*, Report No. 2231. pp. 11-25.

- Munyaneza, J., Crosslin, J. M. and Buchman, J. L. 2009. Seasonal occurrence and abundance of the potato psyllid *Bactericera cockerelli*, in south central Washington. American Journal of Potato Research. Vol. 86 (6): 513-518.
- Nielsen, M. 2009. Tomato potato info. Insectwatch. Crop & Food Research. Horticult New Zealand. pp. 2.
- Oeidrus-jalisco. 2010. www.oeidrus-jalisco.gob.mx. (13 de agosto del 2011).
- Ogden, S. 2009. Economic impacts, market access and preliminary observations of potato survey. Horticulture New Zealand, Report No. 2231. pp. 32-38.
- Pavlista, D. A. 2002. Potato (Tomato) Psyllids. Nebraska Potato Eyes. Vol. 14, No. 2. pp. 4.
- Pavlista, D. A. 2005. Potato Psyllid. Vectors. Insects. Potato Education Guide. Univ. of Nebraska. pp. 6.
- Percy, D. M. 2005a. Psyllids or “jumping plant lice” (Psylloidea, Hemiptera). UBC Botanical Garden and Centre for Plant Research and Smithsonian Institution (NMNH). USA. pp. 3.
- \_\_\_\_\_ 2005b. Psyllid Morphology. UBC Botanical Garden and Centre for Plant Research and Smithsonian Institution (NMNH). USA. pp. 4.
- Pletsch, D. J. 1947. The potato psyllid *Paratrioza cockerelli* (Sulc), its biology and control. Montana Agric Expt. Stn. Bull. 446: 95.

- Purcell, M. F., Balciunas, J. K. and Jones, P. 1997. Biology and host-range of *Boreioglycaspis melaleucae* (Hemiptera: Psyllidae), potencial biological control agent for *Melaleuca quinquenervia* (Myrtaceae). Environ. Entomol. 26: 366-372.
- Posos P. P., Santillán S. J., Fregoso F. L., Martínez R. J. L., Durán M. C. M., Enciso C. G. y Monroy R. B. 2007. Biocontrol de (*Paratrioza cockerelli*) en tomate de cáscara *Physalis ixocarpa* en Jalisco. México. 2ª Reunión nacional de innovación agrícola y forestal. Guadalajara, Jal. pp. 16.
- Puton, A. 1876. Petites Nouvelles Entom. Ann. Soc. Ent. France. (5) 6: 286.
- Quezada D. A. e Ibarra R. E. 2005. Ficha Técnica-Proyecto Especies Invasoras MARN-IABIN. Fauna Invertebrada. Documentos. I3N-El Salvador Products. International IABIN. pdf. pp. 4
- Reyes R. J. 2006. Suceptibilidad de *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemíptera: Psyllidae) a insecticidas en tomate (*Physalis philadelphica* Lam.) en Zapotlán, Jalisco. ITA-CIGA. Datos sin publicar.
- Richards, B. L. 1928. A new and destructive disease of the potato in Utah and its relation to potato psylla. Phytopathology 18: 140-141.
- Richards, B. L. and Blood, H. L. 1933. Psyllid yellows of the potato. Journal of Agricultural Research 46(3): 189-216.
- Rowe, J. A. and Knowlton, G. F. 1935. Studies upon the morphology of *Paratrioza cockerelli* (Sulc). Utah Acad. Sci. Proc. 12: 233-239.

- Rubio C. O. A., Almeyda L. I. H., Ireta M. J., Sanchez S. J. A., Fernandez S. R., Borbón S. J. T., Diaz H. C., Garzón T. J. A., Rocha R. R. y Cadena H. M. A. 2006. Distribución de la punta morada y *Bactericera cockerelli* Sulc. En las principales zonas productoras de papa en México. *Agricultura Técnica en México*. Vol. 32, pp. 201-211.
- SAGARPA. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-081-FITO-2001. Manejo y eliminación de focos de infestación de plagas, mediante el establecimiento o reordenamiento de fechas de siembra, cosecha y destrucción de residuos. *DIARIO OFICIAL*. 28 de Septiembre de 2002. pp. 47-53.
- SAGARPA. 2006. Guía de Plaguicidas Autorizados de Uso Agrícola. Dirección General de Inocuidad Agroalimentaria, Acuícola y Pesquera-SENASICA-SAGARPA. pp. 2.
- Salas M. M. A., Flores O. A., Sánchez A. A., García M. O., Almeida L. I. y Garzón T. J. A. 2006. Eficiencia de insectos vectores en la transmisión de fitoplasmas de la punta morada de la papa. O-1. *In: Memoria del XXII Congreso de la asociación Latinoamericana de la papa*.
- Salazar, L. F. 2006. Emerging and re-emerging potato disease in the Andes. *Potato Res.* 49: 43-47.
- Sánchez M. J., Padilla G. J., Bojorquez M. B., Arriaga R. M., Arellano, R. L, Sandoval I. E. y Sánchez M. E. 2006. Tomate de cáscara cultivado y silvestre del occidente de México. SAGARPA-SNICS-UdeG. pp. 176.
- Secor, G. 2009. ZC-North American contex. *Horticulture New Zealand*, Report No. 2231. pp. 4-10.

- Secor, G. A. and Rivera, V. V. V. 2004. Emerging diseases of cultivated potato and their impact on Latin America. Rev. Latinoamericana de la papa. (Suppl.) 1:1-8.
- SIAP-SAGARPA. 2010. Boletín de información agrícola. México.
- Stoetzel, M. B. 1989. Common names of insects & related organisms. Soc. Amer. pp. 199
- Tedeschi, R. and Alma. A. 2004. Transmission of apple proliferation phytoplasma by *Cacopsylla melanoneura* (Homoptera: Psyllidae). J. Econ. Entomol. 97: 8-13.
- Teulon, D., Searle, B. and Whiteman, S. 2008. Integrated Management of covered crops. Crops & Food Research. Horticulture New Zealand. pp. 33.
- Teulon, D. A. J., Workman, P. J., Thomas, K. L. and Nielsen, M. C. 2009. *Bactericera cockerelli*: Incursion, dispersal and current distribution on vegetable crops in New Zealand. New Zealand Plant Protection 62: 136-144.
- Triplehorn, C. A., Johnson, N. F. and Borror, D. J. 2005. Borror an DeLong's Introduction to the study of insects. Thompson Brooks/Cole. USA. pp. 865.
- Trumble, J. 2006. The tomato psyllid : A new problem on fresh market tomatoes in California and Baja Mexico. Vegetable & strawberry production. Div. of Agric. and Nature Resources. Univ. of California Riverside. pp. 5.
- Vargas P. O., Martínez D. M. y Dávila A. P. 2003. La familia Solanaceae en Jalisco-El género *Physalis*- Instituto de Botánica, Departamento de Botánica y Zoología, C.U.C.B.A., U. de G. pp. 130.

- Velásquez V. R., González G. E., García D. C., Esquivel V. F. y Medina A. M. 2005. Avances sobre *Bactericera cockerelli* (Sulc) en Aguascalientes. Segunda Convención Mundial del Chile. Zacatecas, Zac. pp. 130-135.
- Yang, X. B. 2008. Effects of host plants on life history of potato psyllid, *Bactericera cockerelli* (Sulc). The 2008 ESA Annual Meeting. pp. 1.
- Yang, X. B. and Liu, T. X. 2009. Life history and life tables of *Bactericera cockerelli* (Homoptera: Psyllidae) on eggplant and bell pepper. Environmental Entomology. Vol. 38. pp. 1661-1667.
- Walker, K. 2007. Potato psyllid (*Bactericera* (Paratrioza) *cockerelli*) Pest and diseases Image Library. pp. 4.
- Walker, M. and Berry, N. 2008. Insecticides have potential for tomato/potato psyllid control. Grower (April) 64(3): 27-28.
- Wallis, R. 1946. Seasonal occurrence of the potato psyllid in the North Platte Valley. Journal of Economic Entomology 39 (6): 689-694.
- Wallis, R. 1951. Potato psyllid selection of host plants. Journal of Economic Entomology 44(5): 815-817.
- Wallis, R. 1955. Ecological studies on the potato psyllid as a pest of potatoes. USDA Technical Bulletin No. 1107, pp. 25.
- Watson, C. 2009. Tamarillo growers. Horticulture New Zealand, Report No. 2231. pp.50-53.

Weill, M., Berthomieu, A., Berticat, C., Lutfalla, G., Negre, V., Pasteur, N., Philips, A., Leonetti, J. P. and Raymond, M. 2004. Insecticide resistance: a silent base prediction. *Current Biology*. Vol. 14. Number 14, pp. 552-553.

White, I. M. and Hodkinson, I. D. 1985. Nymphal taxonomy and systematic of Psylloidea (Homoptera). *Bulletin of the British Museum (Natural History) Entomology* 50 (2):153-301.

Workman, P. 2009. Current research programme-entomology. *Horticulture New Zealand*, Report No. 2231. pp. 65-69.