



# **COLEGIO DE POSTGRADUADOS**

**INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS**

**CAMPUS MONTECILLO**

**POSTGRADO DE FITOSANIDAD  
ENTOMOLOGIA Y ACAROLOGIA**

**“TOXICIDAD DE SPIROMESIFEN EN LOS ESTADOS BIOLÓGICOS  
DE *Bactericera cockerelli* [Sulc] (HEMIPTERA: TRIOZIDAE)”**

**JORGE ISMAEL TUCUCH HAAS**

**T E S I S**

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

**MAESTRO EN CIENCIAS**

**MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MEXICO**

**2008**

La presente tesis titulada: “Toxicidad de Spiromesifen en los Estados Biológicos de *Bactericera cockerelli* [Sulc] (Hemiptera: Triozidae)” realizada por el alumno: Jorge Ismael Tucuch Haas, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para la obtención del grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS  
FITOSANIDAD  
ENTOMOLOGÍA Y ACAROLOGÍA**

**CONSEJO PARTICULAR**

CONSEJERO: J. C. Rodríguez

DR. J. CONCEPCIÓN RODRÍGUEZ MACIEL

ASESOR: [Signature]

DR. ÁNGEL LAGUNES TEJEDA

ASESOR: [Signature]

DR. BENITO RESÉNDIZ GARCÍA

Montecillo, Texcoco, México a 09 de Junio de 2008

## “TOXICIDAD DE SPIROMESIFEN EN LOS ESTADOS BIOLÓGICOS DE

### *Bactericera cockerelli* [Sulc] (HEMIPTERA: TRIOZIDAE)”

**Jorge Ismael Tucuch Haas, M. C.**

**Colegio de Postgraduados, 2008**

Spiromesifen es un insecticida que inhibe la síntesis de lípidos y se empezó a utilizar en México desde 2005 para el control del salerillo, *Bactericera (Paratrioza) cockerelli* [Sulc] en Chile (*Capsicum annum* L.), tomate, (*Lycopersicon sculentum* Mill), y papa (*Solanum tuberosum* L.); sin embargo se requiere más información sobre su efecto. Por tanto, se investigó su toxicidad en los estadios biológicos de la citada plaga, su efecto sobre la fertilidad y viabilidad de los huevecillos provenientes de hembras tratadas y la preferencia de éstas para ovipositar en plantas tratadas y no tratadas. La toxicidad relativa al 95% de mortalidad (CL<sub>95</sub> observada más alta / CL<sub>95</sub> del estadio respectivo) de spiromesifen en huevecillo, ninfa 1, ninfa 2, ninfa 3, ninfa 4, y ninfa 5 fue de 17,5; 31316,2; 2950,1; 315,6; 18,2 y 1×, respectivamente. Spiromesifen fue igualmente tóxico en machos y hembras. La oviposición se redujo a medida que se incrementó la concentración de spiromesifen que se utilizó para tratar a las hembras y la eclosión se disminuyó de manera similar en todas las dosis evaluadas. En la prueba de “no elección”, la hembra depositó  $38,5 \pm 2,0$  huevecillos por hoja de Chile jalapeño no tratado, mientras que en las tratadas con  $360 \text{ mg L}^{-1}$  se observaron  $0,3 \pm 0,08$  huevecillos por hoja. En las pruebas de “elección”, la oviposición decreció a medida que se incrementó la concentración que se utilizó para tratar la planta de Chile jalapeño. No hubo presencia de huevecillos en plantas tratadas a la concentración de  $2400 \text{ mg L}^{-1}$ .

**PALABRAS CLAVE:** paratrioza, juvenoide, ácido tetrónico, Oberón®.

**“TOXICITY OF SPIROMESIFEN ON THE BIOLOGICAL STAGES OF  
*Bactericera cockerelli* [Sulc] (HEMIPTERA: TRIOZIDAE)”**

**Jorge Ismael Tucuch Haas, M. C.**

**Colegio de Postgraduados, 2008**

Spiromesifen is an insecticide that inhibits the synthesis of lipids and, in Mexico, its use against the Tomato-Potato Psyllid, *Bactericera (Paratrioza) cockerelli* [Sulc] on chili pepper (*Capsicum annum L.*), tomato (*Lycopersicon sculentum* Mill) and potato (*Solanum tuberosum L.*) began in 2005; however more information is needed to understand its toxicity on this insect pest. The aim of this research was to determine the toxicity of spiromesifen against each of the biological stages of Tomato-Potato Psyllid, its effect on fertility and viability of eggs deposited by treated females, as well as the female preference to lay eggs on treated and non treated plants. The relative toxicity at 95% mortality (highest LC<sub>95</sub> value /LC<sub>95</sub> value of the respective biological stage) of spiromesifen in egg, nymph 1, nymph 2, nymph 3, nymph 4, and nymph 5 were 517,5; 31316,2; 2950,1; 315,6; 18,2 and 1×, Respectively. There were no differences in the toxicity of spiromesifen against males and females. The number of laid eggs was reduced as the spiromesifen concentration used to treat female increased and egg hatch was reduced in all tested doses. In the “no choice” test, females deposited 38,5 ± 2,0 eggs by leaf of non treated chili pepper type jalapeño, while in the treated with 360 mg L<sup>-1</sup> we observed 0,3 ± 0,08 eggs by leaf. In the “choice” test, the oviposition decreased as the dose increased. There were no eggs on plants treated with 2400 mg L<sup>-1</sup> of spiromesifen.

**KEY-WORDS:** Paratrioza, juvenoid, tetronic acids, Oberon<sup>®</sup>, tomato-potato psyllid.

## **DEDICO ESTA TESIS A:**

**A MI ESPOSA:** Gloria Adriana Martin Euan, por su comprensión, estímulo y Amor.

**A MI HIJA:** Leamsi Anahi Tucuch Martin, por ser un motivo de superación.

**A MIS PADRES:** José Guadalupe Tucuch Alvarado y María Estela Haas Colli, Fuente de Fortaleza y Carácter.

**A MIS HERMANOS:** Alejandro del Carmen, Cesar Jacier, José Guadalupe de Jesús, Julio Esteban y María, por su apoyo y confianza.

**A MIS AMIGOS**

**AL Dr. J. Concepción Rodríguez Maciel**

## **AGRADECIMIENTOS**

**A Dios** por darme vida y salud, pero sobre todo, por todas las Bendiciones que me ha dado.

**A los millones de mexicanos** que pagan impuestos, quienes, a través del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) han financiado parte de mi formación.

**Al Colegio de Postgraduados** que entre paredes y jardines me acogieron dos años de mi vida.

**A los miembros del Consejo Particular**, Dr. J. Concepción Rodríguez Maciel, Dr. Ángel Lagunes Tejeda, Benito Reséndiz García, por el esfuerzo, la dedicación, el tiempo y el apoyo que me han brindado, pero sobre todo por la infinita paciencia con migo y mis problemas.

**A todos los Maestros** que participaron en tan loable labor, la formación de un mexicano más comprometido con los valores y principios éticos que deben de regir la vida.

**Al Sr. Rubén Pérez** por su valiosa ayuda en el invernadero.

**A mis amigos:** Alejandro Cano, Álvaro Can, Carlos Acatitla, Eleodoro Meneses, Eduardo Villanueva, José Chávez, José Suarez, José Tun, Josefa Ramírez, Melissa Andrade, Marcela Villegas, Piedad Solano, Rosy Monterrosa, Sandra Rangel, Vielka Castañeda, a todos ellos por estar con migo en las buenas y en las malas.

**A todos mis compañeros:** Incluyendo a las secretarias de servicio académico (Lucy, Verónica, etc.), al equipo de futbol (Genética), a los que atienden la biblioteca, a los del laboratorio de Toxicología, a los de Hidrociencia, Fitosanidad, Entomología, Forestales, Ganadería, Desarrollo, Fisiología, Botánica, Edafología y a todos aquellos que me faltaron.

¡Estrecho la mano de cada uno de ustedes y ofrezco mi más sincero agradecimiento!

## CONTENIDO

	Página
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
1.1. Objetivo.....	2
<b>2. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	2
2.1. Población de Insectos.....	2
2.2. Insecticida.....	2
2.3. Ensayos.....	3
2.4. Ensayo con Huevecillos.....	3
2.5. Ensayo con Ninfas.....	3
2.6. Ensayo con Adultos.....	4
2.7. Evaluación de la preferencia para ovipositar en plantas tratadas.....	4
2.7.1. Evaluación de “no elección”.....	4
2.7.2. Evaluación de “elección”.....	5
2.8. Análisis Estadístico.....	5
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	6
<b>4. CONCLUSIÓN</b> .....	6
<b>5. LITERATURA CITADA</b> .....	9



## ÍNDICE DE CUADROS

	Página
<b>Cuadro 1.</b> Toxicidad del insecticida spiromesifen en los diferentes estadios biológicos de <i>B. cockerelli</i> .....	13
<b>Cuadro 2.</b> Número promedio de huevecillos de <i>B. cockerelli</i> depositados por disco foliar a los 3 d de haber aplicado la concentración respectiva de spiromesifen.....	15

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
<b>Figura 1.</b> Numero de huevecillos de <i>B. cockerelli</i> depositados por hoja en Plantas no tratadas (testigo) y en plantas tratadas con 360 mg L <sup>-1</sup> de spiromesifen. Los valores con la misma letra no son estadísticamente diferente ( $p \leq 0,05$ ).....	16
<b>Figura 2.</b> El numero promedio de huevecillos de <i>B. cockerelli</i> depositados por hoja en plantas de chile jalapeño tratadas con diferentes concentraciones de spiromesifen. El valor de cero corresponde al testigo sin tratar. Los valores con la misma letra no son estadísticamente diferentes (Tukey, $\alpha = 0.05$ ).....	17

## 1. INTRODUCCIÓN

En México, el salerillo, *Bactericera cockerelli* [Sulc], se documentó por primera vez en 1947 como plaga de la papa, *Solanum tuberosum* L., en los estados de Durango, Estado de México, Guanajuato, Michoacán y Tamaulipas (Pletsch 1947). Actualmente se encuentra ampliamente distribuido en el país y representa una seria limitación en la producción de cultivos de chile, *Capsicum annum* L., papa y jitomate, *Lycopersicon sculentum* Mill, (Garzón *et al.* 2004; 2005). Además del daño directo que provoca al succionar la savia de las plantas también transmite fitoplasmas que pueden causar 100% de pérdidas de cosecha (Liu & Trumble 2004; 2005). Esta plaga posee una amplia capacidad para elevar su densidad de población, dado que la hembra puede depositar hasta 1400 huevecillos durante su vida (Liu & Trumble 2006) y se alimenta de una gran variedad de plantas silvestres y cultivadas de las familias Amaranthaceae, Asclepiadaceae, Asteraceae, Brassicaceae, Violaciae, Chenopodiaceae, Polygonaceae, Ranunculaceae, Rosaceae, Salicaceae, Scrophulariaceae y Zygophyllaceae (Pletsch 1947; Wallis 1955).

A pesar de los avances en el manejo integrado del salerillo (Garzón *et al.* 2004; 2005), el combate químico sigue siendo una herramienta muy importante para mantener la densidad de población por debajo del umbral económico (Lawson *et al.* 1999). Dada la capacidad para desarrollar resistencia a insecticidas y la exigencia del mercado para reducir el uso de productos de elevado riesgo al ambiente y salud humana, la industria de agroquímicos se ha enfocado al desarrollo de insecticidas de alta eficacia biológica, bajo impacto sobre los agentes de control biológico y amplio margen de seguridad al ambiente (Liu 2003). Como resultado de estos esfuerzos, en 2005 se introdujo al mercado el insecticida spiromesifen, que pertenece al grupo de los ácidos tetrónicos y actúa inhibiendo la síntesis de lípidos (Liu 2003). En México, dicho insecticida está registrado para su uso contra el salerillo en cultivos de papa, chile y jitomate en dosis de 0,5-0,6 L ha<sup>-1</sup> y 0,4-0,6 L ha<sup>-1</sup>, respectivamente

(SENASICA 2007). Sin embargo, se requiere más información sobre aspectos importantes de su toxicidad sobre esta plaga.

### **1.1. Objetivo**

El objetivo de esta investigación fue determinar la toxicidad diferencial de spiromesifen sobre cada uno de los estadios biológicos del salerillo (huevecillo, ninfa 1, ninfa 2, ninfa 3, ninfa 4, ninfa 5, macho y hembra), el efecto en la oviposición y eclosión de huevecillos provenientes de hembras tratadas y la preferencia de las hembras para depositar sus huevecillos en plantas tratadas y no tratadas.

## **2. MATERIALES Y MÉTODOS**

**2.1. Población de insectos.-** Se utilizó una población de *B. cockerelli* susceptible a insecticidas proporcionada por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), ubicado en Celaya, Guanajuato. Originalmente, los individuos se recolectaron de plantas silvestres y desde entonces se han reproducido en invernadero, libres de presión de selección por insecticidas desde el año 2002 (aproximadamente 140 generaciones). La cría se realizó sobre plantas de chile Jalapeño de  $\geq 100$  d de edad.

**2.2. Insecticida.-** Se utilizó el insecticida Oberón<sup>®</sup> 240 SC (Spiromesifen, suspensión concentrada, 240 g de i.a. L<sup>-1</sup>; Bayer Cropscience de México S.A. de C. V.). Este se diluyó con agua destilada para preparar las concentraciones requeridas.

**2.3. Ensayos.-** Se utilizó el ensayo de inmersión de hoja descrito para el psílido del peral (*Psylla* spp.) propuesto por el Comité de Acción de la Resistencia a Insecticidas (IRAC 2007) con ligeras

modificaciones, pues se usaron hojas de chile jalapeño (*Capsicum* spp.) en lugar de hojas de peral. Se determinó el rango de concentraciones que produjeran de 0 a 100% de mortalidad (ventana de respuesta biológica) en cada uno de los estadios de *B. cockerelli*. Posteriormente se incluyeron seis concentraciones intermedias que cubrieran dicho rango. En total se realizaron 10 repeticiones en días consecutivos y cada repetición incluyó un testigo sin tratar. En todos los ensayos, la mortalidad en el testigo sin tratar fue  $\leq 10\%$  y se corrigió mediante la fórmula de Abbott (Abbott 1925). En todos los casos, los individuos tratados se mantuvieron en condiciones controladas a  $23^{\circ}\text{C} \pm 3$ , humedad relativa  $50\% \pm 4$  y fotofase 16:8 h luz: oscuridad.

**2.4. Ensayos en huevecillos.-** Se colectaron hojas del estrato medio de plantas de chile de 100 d de edad, de las que se cortaron discos de 3,3 cm de diámetro y se colocaron con el envés hacia abajo en una caja Petri que contenía 3 mL de agar al 2%. Posteriormente, se introdujeron 10 parejas de *B. cockerelli* de 20 a 24 h de edad en cada caja Petri para que ovipositaran durante 24 h sobre los discos foliares. Se contaron los huevecillos y el disco infestado se sumergió en la concentración a evaluar de spiromesifen durante 15 s. Luego se dejó en campana de flujo laminar durante 30 min para eliminar el exceso de humedad y se colocó con el envés hacia arriba en cajas petri de 4 cm de diámetro conteniendo 3 mL de agar (2%, p/v) en agua destilada. A las 96 h se determinó el porcentaje de mortalidad y se consideró muerto aquel huevecillo que presentaba color café o que estuviera deshidratado.

**2.5. Ensayo en ninfas.-** Las evaluaciones se realizaron sobre ninfa 1, ninfa 2, ninfa 3, ninfa 4 y ninfa 5. En cada disco de hoja se colocaron de 10 a 20 ninfas sanas del instar respectivo y a los 30 min se sumergió el disco foliar infestado en la concentración respectiva de spiromesifen siguiendo el

procedimiento antes descrito. Se consideró muerta aquella ninfa que presentara cuerpo flácido, los apéndices pegados al cuerpo o que no respondiera al estímulo de un toque de pincel.

**2.6. Ensayo en adultos.-** En ensayos separados, hembras y machos de 20 a 24 h de edad se anestesiaron con CO<sub>2</sub> a 20 Psi de presión durante 2 min y la concentración requerida de spiromesifen se asperjó mediante el uso de una torre de Potter (Potter 1952) que se calibró para aplicar de 2 mg cm<sup>-2</sup> (Hassan 1985). De cada concentración se aplicaron 15 mL a una presión de 0,703 kg cm<sup>-2</sup> (10 lb pulgada<sup>-2</sup>) y después de 1 min, los adultos tratados se depositaron en discos foliares sin tratar, registrándose el porcentaje de mortalidad a las 96 h. Se consideró muerto aquel individuo que no saltara o no respondiera al toque del pincel. Además se registró el promedio de huevecillos depositados en cada disco de hoja y el porcentaje de éstos que habían eclosionado.

**2.7. Evaluación de la preferencia para ovipositar en plantas tratadas.-** Para evaluar la preferencia de las hembras para depositar sus huevecillos en plantas tratadas con spiromesifen, en comparación con las no tratadas, se realizaron dos tipos de evaluaciones: “no elección” (no choice) y “elección” (choice).

**2.7.1. Evaluación de “no elección”.-** Con una aspersora manual de cinco litros de capacidad marca Swissmex<sup>®</sup> con boquilla de cono hueco se asperjaron hasta “punto de goteo” plantas de chile jalapeño de 100 d de edad. Se utilizó la dosis comercial de spiromesifen, 360 mg L<sup>-1</sup>. A los de 45 min se introdujeron en una jaula entomológica (2,0 x 1,5 x 1,5 m) 10 plantas tratadas y 20 parejas de insectos de 20-24 h de edad para que ovipositaran libremente durante 5 d. Los insectos se mantuvieron bajo condiciones de invernadero, como lo sugiere Liu & Trumble (2006). El testigo se manejó de la misma manera, pero la jaula contenía 10 plantas sin tratar. Para evaluar la preferencia para ovipositar, se

seleccionó al azar una hoja del tercio superior de cada planta y se contabilizó el número promedio de huevecillos depositados por hoja. Este experimento se repitió 10 veces en días consecutivos.

**2.7.2. Evaluación de “elección”.**- En una jaula entomológica se colocaron ocho plantas al azar, cuidando que no hicieran contacto entre ellas. Cada planta había sido previamente tratada (45 min) con una concentración diferente de spiromesifen [0 (testigo sin tratar); 0,0024; 0,024; 0,24; 2,4; 24; 240 y 2400 mg L<sup>-1</sup>]. El resto del procedimiento fue como se explicó anteriormente. En total se realizaron 10 repeticiones en días consecutivos y el arreglo de las plantas dentro de la jaula fue aleatorio en cada repetición.

**2.8. Análisis estadístico.**- Para estimar la concentración letal que elimina al 50 (CL<sub>50</sub>) o 95% (CL<sub>95</sub>) de la población, se utilizó el procedimiento Proc Probit de SAS (SAS Institute 2003). Se consideró que a un nivel determinado de mortalidad (CL<sub>50</sub> o CL<sub>95</sub>), la respuesta entre estadíos bajo comparación, era significativamente diferente si sus límites de confianza (LC) al 95% no se traslapaban, como lo indica Robertson & Preisler (1992). Para calcular la toxicidad relativa al 50% (TR<sub>50</sub>), se dividió el valor de la CL<sub>50</sub> más alto que se observó, entre el valor de la CL<sub>50</sub> del estadío respectivo; el mismo procedimiento se aplicó para determinar TR<sub>95</sub>, pero usando valores de CL<sub>95</sub>. Las diferencias estadísticas de la tasa de oviposición entre plantas tratadas con spiromesifen y no tratadas de la prueba “no elección”, se estimaron mediante la prueba no pareada de t ( $p \leq 0,05$ ). Los valores de número de huevecillos depositados y eclosionados provenientes de hembras tratadas con spiromesifen, así como los valores de oviposición que se observaron en la prueba de “elección” se transformaron a la función  $\text{Log}_{10}(x+1)$  y se sometieron a un análisis de varianza para determinar si al menos un tratamiento era diferente (ANOVA,  $\alpha = 0,05$ ) y a una prueba de comparación múltiple (Tukey,  $\alpha = 0,05$ ) para ordenar la eficacia de cada tratamiento.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Todos los estadios biológicos de *B. cockerelli* fueron susceptibles a spiromesifen (Cuadro 1). A nivel de la CL<sub>95</sub>, la toxicidad relativa (TR<sub>95</sub>) de spiromesifen en huevecillo, ninfa 1, ninfa 2, ninfa 3, ninfa 4 y ninfa 5 fue 17,5; 31316,2; 2950,1; 315,6; 18,2 y 1×, respectivamente (Cuadro 1). A nivel de 50% de mortalidad, la TR<sub>50</sub> del huevecillo fue similar a la que se observó en ninfa 3 y 4; mientras que a nivel de TR<sub>95</sub>, la toxicidad de dicho insecticida en huevecillo fue similar a la observada en los instares ninfales 3 a 5. El efecto ovicida del spiromesifen también se ha observado en huevecillos de *B. tabaci* Biotipo B, donde a dosis de  $\geq 2960 \text{ mg L}^{-1}$  empieza a causar mortalidad (Liu 2003); además, la eclosión de los huevecillos fue nula a  $24,000 \text{ mg L}^{-1}$ , ya sea por contacto directo (huevecillo tratado) o vía hembra tratada. Las ninfas que emergieron de los huevecillos tratados con las concentraciones de 0,0024; 0,024; 0,24; 2,4 y  $24 \text{ mg L}^{-1}$  no alcanzaron a mudar exitosamente, debido probablemente a que no existe suficiente disponibilidad de lípidos, como sugiere Liu & Trumble (2006).

En las ninfas, la toxicidad de spiromesifen tanto a nivel de CL<sub>50</sub> como de CL<sub>95</sub>, fue mayor en el primer instar y decreció en cada uno de los instares siguientes (Cuadro 1). Estos resultados, coinciden con los documentados por Liu y Meister (2001) y Liu (2003) quien observaron que los primeros instares ninfales de *B. tabaci* biotipo B son más susceptibles a spiromesifen, en comparación con los últimos. Avilés *et al.* (2003) evaluaron la toxicidad de spiromesifen en *B. cockerelli* a  $0,5 \text{ L ha}^{-1}$  y encontraron que las ninfas del cuarto instar, cuyo instar anterior se trató con las concentraciones de 0,0024; 0,024; 0,24; 2,4 y  $24 \text{ mg L}^{-1}$  son menos vigorosas, pequeñas y murieron en un periodo de 0-96 h. Haruka (2004) documentó con pyriproxifen que los adultos de *Plutella xylostella* L. que emergían de pupas tratadas fueron menos vigorosos y pequeños. Probablemente, a medida que el individuo avanza en instares, requiere menor cantidad de lípidos, en concordancia con los estudios que realizaron Nomura & Miyata (2000) en *Spodoptera litura* (F.).



No hubo diferencias significativas en la toxicidad de spiromesifen entre machos y hembras (Cuadro 1). Las hembras tratadas depositaron menos huevecillos y la eclosión de éstos se redujo (Cuadro 2). En el testigo sin tratar, las hembras ovipositaron  $89 \pm 4,9$  huevecillos por disco foliar y de ellos el 77% eclosionó (Cuadro 2). A la dosis más baja ( $0,24 \text{ mg L}^{-1}$ ), la mortalidad fue del 11%, la oviposición se redujo 64% y la eclosión fue 39% (Cuadro 2). Sin embargo, en todas las dosis evaluadas, la eclosión de los huevecillos fue similar e inferior a la observada en el testigo sin tratar (Tukey,  $\alpha = 0,05$ ). Se infiere que las hembras tratadas con spiromesifen depositan menos huevecillos y la eclosión de éstos se reduce.

En la evaluación de “no elección” (no choice), hubo diferencias estadísticas significativas en la tasa de oviposición por hoja ( $p \leq 0,05$ ). Las hembras depositaron en promedio  $38,5 \pm 2,0$  por hoja en las plantas no tratadas, mientras que en las tratadas a la dosis de  $360 \text{ mg L}^{-1}$  (dosis comercial) ovipositaron  $0,3 \pm 0,08$  huevecillos por hoja (Fig. 1).

En lo que respecta al ensayo de “elección” (choice), se observó que en las plantas no tratadas se presentaron en promedio  $75,8 \pm 6,6$  huevecillos por hoja, y a medida que se incrementó la concentración, se redujo significativamente la cantidad promedio de huevecillos depositados (Tukey,  $\alpha = 0,05$ ). Las oviposiciones se detectaron en el rango de concentraciones de  $0,0024$  a  $240 \text{ mg L}^{-1}$ , pero no a la concentración de  $2400 \text{ mg L}^{-1}$  (Fig. 2).

Los efectos tóxicos de spiromesifen en cada uno de los estadios de *B. cockerelli*, así como su impacto en la reducción de la oviposición y eclosión de huevecillos provenientes de hembras tratadas y la preferencia por ovipositar en plantas no tratadas lo convierten como una herramienta química valiosa para el combate de esta plaga como lo sugieren Palumbo *et al.* (2001), Nauen *et al.* (2002), Liu (2003), Haruka (2004) y Liu *et al.* (2006).

#### **4. CONCLUSIÓN**

Se concluye que el insecticida spiromesifen es tóxico a todos los estadios biológicos de *B. cockerelli*. La hembra tratada deposita menor cantidad de huevecillos en comparación con la no tratada y la eclosión de éstos se reduce; además, la hembra prefiere ovipositar en plantas no tratadas con spiromesifen.

## 5. LITERATURA CITADA

- Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide: J. Econ. Entomol. 18: 265-267.
- Avilés, G.M., T.J.A. Garzón, T.A. Marín & P.H. Caro. 2003. El psílido del tomate *Paratrioza cockerelli* (Sulc): biología, ecología y su control. In: Memoria del taller sobre *Paratrioza cockerelli* Sulc. Como plaga y vector de fitoplasma en hortalizas. Culiacán, Sin. México. 100p.
- Garzón, T.J.A., J.A. Garzón-Ceballos, S.F. Velarde, A.J. Marín & O.G. Cárdenas. 2005. Ensayos de transmisión del fitoplasma asociado al “permanente del tomate” por el psílido *Bactericera cockerelli* Sulc, en México. Entomología Mexicana. 4: 672-675.
- Garzón, T.J.A., M.R. Bújanos, M.C.G. Avilés, M.K.F. Byerly, T.V. Parga, C.J.L. Martínez & J.A. Marín. 2004. *Bactericera (Paratrioza) cockerelli* Sulc, transmisor de toxinas y vectores de fitoplasma. Memoria del curso “Manejo de plagas en cultivo de tomate, chile y pepino”. Sinaloa, México. pp. 80-94.
- Haruka, O. 2004. Insecticidal Properties of a juvenoid, pyriproxifen, on all life stages of the diamondback moth, *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Yponomeutidae). Jpn. J. Appl. Entomol. Zool. 40: 145-149 (in Japanese with English Summary).
- Hassan, S.A., 1985. Standers methods to test the side effects of pesticides on natural enemies of insects and mites developed by the IOBC/WPRS Working Group Pesticides and beneficial organisms. EPPO Bulletin 15: 214-255.
- IRAC (Insecticide Resistance Action Committee). 2007. Susceptibility Test Method Series: Method 2 “*Psylla* spp.” In: [www.irc-online.org/documents/method2.pdf](http://www.irc-online.org/documents/method2.pdf) (fecha de consulta: Mayo 10,

2008).

Lawson, D.S., D.M. Dumbar & S.M. White. 1999. Actara 25 WG: control of cotton pest with a new neonicotinoid insecticide, thiametoxan. Proceedings of the Beltwide Cotton Conference. Memphis. 2:1106-1109.

Liu, D. & J.T. Trumble. 2004. Tomato psyllid behavioral responses to tomato plant lines and interaction of plant lines with insecticides. J. Econ. Entomol. 97: 1078-1085.

Liu, D. & J.T. Trumble. 2005. Interactions of plant resistance and insecticides on the development and survival of *Bactericera cockerelli* [Sulc] (Homoptera: Psyllidae). Crop Protection. 24:111-117.

Liu, D., J.T. Trumble & R. Stouthamer. 2006. Molecular Characterization indicates recent introductions of potato psyllid (*Bactericera cockerelli*) into Western North America are genetically different from eastern populations. Entomol. Experimental. et Applicata. 118, 177-183.

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

Liu, T.X. 2003. Toxicity and efficacy of spiromesifen, a tetrone acid insecticide, against Sweetpotato whitefly (Homoptera: aleyrodidae) on melons and collards. Subtropical Plant Sci. 23, 505-513.

Liu, T.X. & C. Meister. 2001. Managing *Bemisia tabaci* on spring melon with insect growth regulators, entomopathogens and imidacloprid in south Texas. Subtropical plant Sci. 53, 44-48.

Nauen, R., T. Bretschneider, E. Bruck, A. Elbert, U. Reckmann, U. Wachendorff & R. Tiemann. 2002. BSN

2060: a novel compound for whitefly and spider mite control. The BCPC Conference: Pests and diseases, Vol. 1 and 2. Proceedings of the International Conference, Brighton, UK, 18-21 November, 2002. British Crop Protection Council, Farnham, UK, pp. 39-44.

Nomura, M. & T. Miyata. 2000. Effects of pyriproxyfen, insect growth regulator on reproduction of common cutworm, *Spodoptera litura* (F.) (Lepidoptera: Noctuidae). Jpn. J. Appl. Entomol. Zool. 44: 81-88 (in Japanese with English Summary).

Palumbo, J.C., A.R. Horowitz, N. Prabhaker. 2001. Insecticidal control and resistance management for *Bemisia tabaci*. Crop Prot. 20, 739-765.

Pletsch, D. J. 1947. The potato psyllid *Paratrioza cockerelli* (Sulc), its biology and control. Montana Agricultural Experimental Station Bulletin 446. 95 p.

Potter, C. 1952. An improved laboratory apparatus for applying direct sprays and surface films, with data on electrostatic charge on atomized spray fluids. Ann. Appl. Biol. 39:1-29.

Robertson, J.L. & H. K. Preisler. 1992. Pesticide Bioassays with arthropods. CRC, Boca Raton, FL. 127 p.

SAS Institute. 2003. SAS<sup>®</sup>. Language Guide for Personal Computers release 9.0 Edition. SAS Institute Cary N.C. USA, 1028p.

SENASICA (Servicio Nacional de Inocuidad y Calidad Agroalimentaria). 2007. Catálogo de plaguicidas. <http://www.cofepris.gob.mx/cis/tramites/infpynv/InfRegPlagNutVet>. htm (Consultado en junio 06, 2008).

Wallis, R. L. 1955. Ecological studies on the potato psyllid as a pest of potatoes. USDA Tech. Bull. 1107:  
25.

Cuadro 1. Toxicidad del insecticida spiromesifen en los diferentes estadios biológicos de *B. cockerelli*.

Estadio	n <sup>†</sup>	b ± EE <sup>¶</sup>	CL <sub>50</sub> \$		Pr>χ <sup>2</sup> *	TR <sub>50</sub> <sup>φ</sup>	TR <sub>95</sub> <sup>φ,φ</sup>
			(95% LC) <sup>&amp;</sup>	CL <sub>95</sub> \$ (95% LC) <sup>&amp;</sup>			
Huevecillos	3569	0,50 ± 0,07	1,1 (0,35 - 5,5)	2328 (172 - 503995)	0,0001	216,7	17,5
Ninfas							
Ninfa 1	1340	0,71 ± 0,05	0,007 (0,004 - 0,01)	1,3 (0,74 - 2,9)	0,0001	34057,1	31316,2
Ninfa 2	930	0,46 ± 0,15	0,04 (0,02 - 0,07)	13,8 (6,5 - 36,7)	0,0001	5960	2950,1
Ninfa 3	930	6,6 ± 0,05	0,41 (0,27 - 0,63)	129 (59,5 - 342,1)	0,0001	581,5	315,6
Ninfa 4	920	0,62 ± 0,04	4,76 (3,06 - 7,42)	2239 (1002 - 6055)	0,0001	50,1	18,2
Ninfa 5	920	0,74 ± 0,05	238,4 (159,9 - 359,8)	40711 (19490 - 102719)	0,0001	1	1

Cuadro 1. Continúa.....

Estadio	n <sup>†</sup>	b ± EE <sup>¶</sup>	CL <sub>50</sub> §		Pr>χ <sup>2*</sup>	TR <sub>50</sub> <sup>φ</sup>	TR <sub>95</sub> <sup>φφ</sup>
			(95% LC) <sup>&amp;</sup>	CL <sub>95</sub> § (95% LC) <sup>&amp;</sup>			
Aspersión con torre de Potter							
Adulto							
Macho	960	0,58 ± 0,01	951,5 (170,4 - 7206)	665116 (49268 - 2723797)	0,0001	1,3	1,7
Hembra	860	0,56 ± 0,13	1266 (96,1 - 44623)	1150940 (35978 - 2722930)	0,0001	1	1

† = numero total de individuos tratados

b = valor de la pendiente

¶ = Error estándar de la pendiente

§ = Concentración letal = mg L<sup>-1</sup>

& = Limites de confianza al 95%

\* = Probabilidad de que en la línea log Dosis-Probit ajuste a una línea recta

φ = Toxicidad relativa (TR<sub>50</sub>) = CL<sub>50</sub> mayor/CL<sub>50</sub> del estadio respectivo

φφ = Toxicidad relativa al 95% de mortalidad (TR<sub>95</sub>) = CL<sub>95</sub> mayor/CL<sub>95</sub> del estadio respectivo



Cuadro 2. Número promedio de huevecillos de *B. cockerelli* depositados por disco foliar a los 3 d de haber aplicado la concentración respectiva de spiromesifen.

Concentración (mg L <sup>-1</sup> )		Mortalidad de hembras tratadas	Número de huevecillos depositados	Número de huevecillos eclosionados	Eclosión
	n°	(%)	$\bar{x} \pm EE^{\&}$	$\bar{x} \pm EE^{\&\&}$	(%)
Testigo	160	1	89,0 ± 4,9 a	36,0 ± 0,6 a	77
0,24	100	11	32,2 ± 0,6 b	1,1 ± 0,1 b	39
2,4	100	11	32,0 ± 0,1 b	1,5 ± 0,1 b	34
24	100	12	21,3 ± 0,9 bc	2,4 ± 0,1 b	24
240	100	13	15,1 ± 0,7 bc	1,1 ± 0,1 b	5
2400	100	52	2,4 ± 0,2 c	0,0 ± 0,0 b	0
24000	100	85	0,0 ± 0,0 c	0,0 ± 0,0 b	0
240000	100	97	0,0 ± 0,0 c	0,0 ± 0,0 b	0

El experimento completo se repitió 10 veces en días diferentes

° Número total de hembras tratadas.

& = Numero medio de huevecillos depositados por disco foliar a los 3 días de haber aplicado el tratamiento respectivo.

&& = Número medio de huevecillos eclosionados por disco foliar a los tres días de haber aplicado el tratamiento respectivo.

Dentro de cada columna, los valores con la misma letra no son estadísticamente diferentes (Tukey,  $\alpha = 0.05$ )

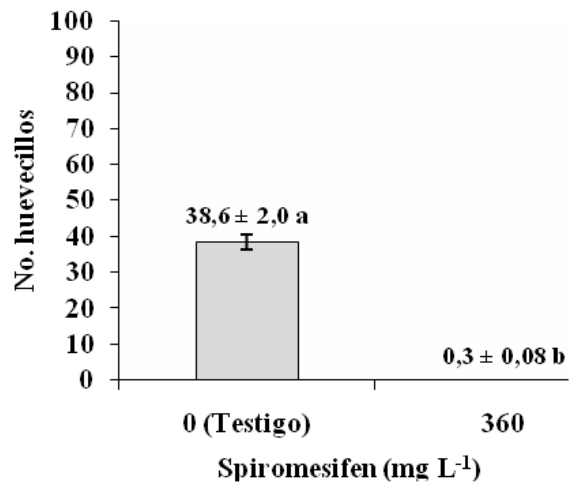


Figura 1. Numero de huevecillos de *B. cockerelli* depositados por hoja en plantas no tratadas (testigo) y en plantas tratadas con 360 mg L<sup>-1</sup> de spiromesifen. Los valores con la misma letra no son estadísticamente diferentes ( $p \leq 0,05$ ).

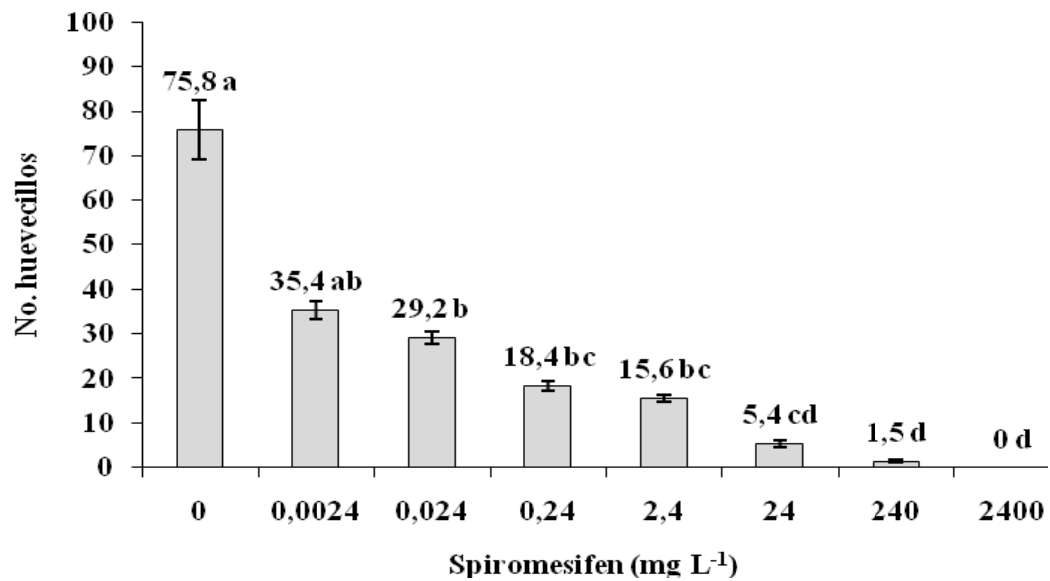


Figura 2. Numero promedio de huevecillos de *B. cockerelli* depositados por hoja en plantas de chile jalapeño tratadas con diferentes concentraciones de spiromesifen. El valor de cero corresponde al testigo sin tratar. Los valores con la misma letra no son estadísticamente diferentes (Tukey,  $\alpha = 0.05$ )