

**DETERMINACIÓN DE LA TOLERANCIA A INSECTICIDAS DE
DIFERENTE GRUPO TOXICOLÓGICO DEL PSILIDO DE LA PAPA**
Bactericera cockerelli SULC (Hemiptera: Triozidae)

RIGOBERTO JIMÉNEZ CORDERO

TESIS

PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

EN PARASITOLOGÍA AGRICOLA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

Programa de graduados

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Noviembre de 2010



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

**SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA**

**DETERMINACIÓN DE LA TOLERANCIA A INSECTICIDAS DE DIFERENTE
GRUPO TOXICOLÓGICO DEL PSILIDO DE LA PAPA *Bactericera cockerelli* (SULC)**

**POR:
RIGOBERTO JIMÉNEZ CORDERO**

TESIS

**ELABORADO BAJO LA SUPERVISIÓN DE COMITÉ PARTICULAR DE
ASESORÍA Y APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS EN PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA**

COMITÉ PARTICULAR

ASESOR PRINCIPAL: DR. ERNESTO CERNA CHAVEZ

ASESOR: DR. JERONIMO LANDEROS FLORES

ASESOR M.C. JORGE CORRALES REYNAGA

ASESOR DRA. YISA MARIA OCHOA FUENTE

ASESOR DR. LUIS PATRICIO GUEVARA ACEVEDO

Dr. Jerónimo Landeros Flores

Subdirección de posgrado

BUENAVISTA SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO; NOVIEMBRE DE 2006

COMPENDIO

Determinación de la tolerancia a insecticidas de diferente grupo toxicológico del psilido de la papa *Bactericera cockerelli* (Sulc)

POR:

RIGOBERTO JIMÉNEZ CORDERO

MAESTRÍA EN PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

BUENAVISTA SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO; NOVIEMBRE DE 2010

DR. ERNESTO CERNA CHÁVEZ – ASESOR –

Palabras clave: Pulgón saltador, resistencia, dosis letal media

El presente trabajo de investigación se realizó en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Saltillo, Coahuila, México. En el laboratorio de toxicología del departamento de parasitología agrícola, durante el periodo de enero del 2008 a diciembre del 2009. El objetivo fue determinar el nivel de resistencia de cuatro poblaciones de *B. cockerelli* provenientes del cultivo de la papa de la región productora del sureste de Coahuila y Nuevo León.

Las muestras de insectos fueron recolectadas de invernaderos de Saltillo (Sa) y de huertos comerciales de papa de Huachichil (Hu), Raíces (Ra), San Rafael (SR) y una línea susceptible (Ls). Las poblaciones fueron trasladadas al laboratorio de toxicología de UAAAN, para su establecimiento. En cada sitio de muestreo se colectaron 200 hojas infestadas con ninfas. Como línea susceptible se utilizó una población recolectada en invernaderos sin presión de selección desde el año 2004, y todas las poblaciones fueron desarrolladas en un invernadero para llevar a cabo el experimento

Los bioensayos se realizaron utilizando la técnica de inmersión de hoja utilizada para el psílido del peral (*Psylla pyricola* Foerster), con ligeras modificaciones (IRAC, 2005). Los insecticidas utilizados Abamectina[®], Cypermetrina[®], Imidacloprid[®], Endosulfan[®], and Profenofos[®]. Así como agua destilada y el producto Bionex como dispersante, se prepararon diferentes concentraciones con rangos de 0,01 hasta 2000 ppm. Las lecturas de mortalidad se realizaron los días 24 y 48 h después del tratamiento, se considero ninfa muerta los que estaban deshidratados o no respondieron a los estímulos. Una vez determinado la LC_{50} , se determino la proporción de resistencia dividiendo los valores de LC_{50} de la población de campo contra LC_{50} de la población susceptible (Georghiou, 1962), los datos obtenidos se analizaron por análisis Probit, mediante el método de máxima verosimilitud (Finney, 1971). Utilizando el programa SAS system para Windows ver 9.0 (2002).

Los resultados indican que la población de Huachichil presenta una proporción de resistencia de 0.3, 3.1, 5.3, 1.1 y 1.1 veces para los insecticidas abamectina, cipermetrina, endosulfan, imidacloprid y profenofos respectivamente. Para la población proveniente de Saltillo los valores fueron de 3.2, 1.6, 4.1, 20.4 y 1.6 veces. En relación a la población de Raíces la proporción de resistencia fue de 4.2, 2.6, 6.5, 29.3 y 2.1 veces y finalmente para la

población de San Rafael presentó valores de 4.2, 1.4, 11.7, 9.2 y 1.3 veces para los mismos insecticidas.

ABSTRACT

Determination of insecticide tolerance showed by different toxicological groups of potato psyllid *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae)

By

RIGOBERTO JIMÉNEZ CORDERO

**MASTER IN SCIENCE
AGRICULTURAL PARASITOLOGY**

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MEXICO; 2010 NOVEMBER

Dr. ERNESTO CERNA CHAVEZ - Advisor

Key words: Potato psyllid, resistance, mean lethal rate

This research work was carried in the toxicology laboratory of Department of Parasitology of Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro, in Buenavista, Saltillo. Coahuila: from January 2008 to December 2009. The objective was evaluating the level resistance of four populations of *Bactericera cockerelli* Sulc of Southeastern potato growing regions from Coahuila and Nuevo Leon.

Insects were sampled on greenhouse from Saltillo (Sa) and potato fields from Huachichil (Hu), San Rafael (SR), Raices (Ra) and a susceptible line (SL) and were later reared in the toxicology laboratory of UAAAN. In each sampling site, 200 leaves infested with nymphs were collected. As a susceptible line a greenhouse population without selection pressure reared since 2004 was used, and all populations then were reared in a greenhouse to carry out the experiments.

Bioassays were done using the leaf immersion technique used for the pear psyllid (*Psylla pyricola* Foerster), with slight modifications (IRAC, 2005). Insecticides used were Abamectin[®], Cypermethrin[®], Imidacloprid[®], Endosulfan[®], and Profenophos[®]. Purified water and Bionex as dispersant were used to prepare the different concentrations from 0.01 to 2000 ppm. Mortality readings were done 24 and 48 h after treatment, considering dead nymph the ones that were dehydrated or did not respond to stimulus. Once determined the LC₅₀, the resistant proportion was determined by dividing the LC₅₀ values of the field population against the susceptible (Georghiou, 1962), Data was analyzed by a probit analysis with the maximum verisimilitude method and using a SAS system Windows 9.0 (2002).

Results indicated that Huachichil's population has a resistance ratio of 0.3, 3.1, 5.3, 1.1 and 1.1 times for abamectin, cypermethrin, endosulphan, imidachloroprid and prophenophos, respectively. In the case of Saltillo's population, the values were 3.2, 1.6, 4.1, 20.4 and 1.6 times respectively. As far as Raíces population is concerned, resistance ratio was 4.2, 2.6, 6.5, 29.3 and 2.1 times respectively, and finally San Rafael population showed values of 4.2, 1.4, 11.7, 9.2 and 1.3 times for the same insecticides.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
ÍNDICE DE CONTENIDO	VIII
ÍNDICE DE CUADROS	IX
INTRODUCCIÓN	1
REVISIÓN DE LITERATURA	4
<i>Bactericera cockerelli</i> Sulc.....	4
Importancia Económica.....	5
Distribución.....	5
Hábitos.....	6
Ubicación taxonómica.....	6
Daños.....	7
Morfología.....	8
Biología y hábitos.....	10
Hospederos.....	10
Control de <i>B. cockerelli</i>	11
Control cultural.....	12
Control legal.....	12
Control biológico.....	12
Control químico.....	13
Abamectina.....	14
Profenofos.....	15
Endosulfan.....	15
Cipermetrina.....	16

Imidacloprid.....	18
Resistencia.....	18
Resistencia por comportamiento.....	19
Resistencia morfológica.....	19
Resistencia fisiológica.....	20
Resistencia metabólica.....	20
Resistencia no metabólica.....	21
ARTÍCULO CIENTÍFICO	
Determinación de la tolerancia a insecticidas de diferentes grupos toxicológico del psílido de la papa <i>Baceticera cockerelli</i> (Sulc) (Hemíptera: Triozidae).....	22
CONCLUSIONES GENERALES	45
LITERATURA CITADA	46
ANEXO	54

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Pág.
1	Concentración letal y límites fiduciales de los insecticidas aplicados a la línea susceptible (Ls) de ninfas de cuarto estadio de <i>Bactericera cockerelli</i> (Sulc).....	40
2	Concentración letal y límites fiduciales de los insecticidas aplicados a ninfas de cuarto estadio de <i>Bactericera cockerelli</i> (Sulc) de la línea de Huachichil (Hu) y su proporción de resistencia contra la línea susceptible.....	41
3	Concentración letal y límites fiduciales de los insecticidas aplicados a ninfas de cuarto estadio de <i>Bactericera cockerelli</i> (Sulc) de la línea de Saltillo (Sa) y su proporción de resistencia contra la línea susceptible.....	42
4	Concentración letal y límites fiduciales de los insecticidas aplicados a ninfas de cuarto estadio de <i>Bactericera cockerelli</i> (Sulc) de la línea de Raíces (Ra) y su proporción de resistencia contra la línea susceptible.....	43
5	Concentración letal y límites fiduciales de los insecticidas aplicados a ninfas de cuarto estadio de <i>Bactericera cockerelli</i> (Sulc) de la línea de San Rafael y su proporción de resistencia contra la línea susceptible.....	44

Cuadro	Pág.
A1	Concentraciones evaluadas con el insecticida endosulfan 24 hrs de exposición y el número de individuos observados y muertos de ninfas de <i>B. cockerelli</i> en la población de Saltillo, así como el porcentaje de mortalidad..... 55
A2	Concentraciones evaluadas con el insecticida endosulfan 24 hrs de exposición y el número de individuos observados y muertos de ninfas de <i>B. cockerelli</i> en la población de Huchichil, así como el porcentaje de mortalidad..... 55
A3	Concentraciones evaluadas con el insecticida endosulfan 24 hrs de exposición y el número de individuos observados y muertos de ninfas de <i>B. cockerelli</i> en la población de Raíces, así como el porcentaje de mortalidad..... 56
A4	Concentraciones evaluadas con el insecticida endosulfan 24 hrs de exposición y el número de individuos observados y muertos de ninfas de <i>B. cockerelli</i> en la población de San Rafael, así como el porcentaje de mortalidad..... 56
A5	Concentraciones evaluadas con el insecticida Cipermetrina 24 hrs de exposición y el número de individuos observados y muertos de ninfas de <i>B. cockerelli</i> en la población de Saltillo, así como el porcentaje de mortalidad..... 57

Cuadro	Pág.
A6	Concentraciones evaluadas con el insecticida Cipermetrina 24 hrs de exposición y el número de individuos observados y muertos de ninfas de <i>B. cockerelli</i> en la población de Huachichil, así como el porcentaje de mortalidad..... 57
A7	Concentraciones evaluadas con el insecticida Cipermetrina 24 hrs de exposición y el número de individuos observados y muertos de ninfas de <i>B. cockerelli</i> en la población de Raices, así como el porcentaje de mortalidad..... 58
A8	Concentraciones evaluadas con el insecticida Cipermetrina 24 hrs de exposición y el número de individuos observados y muertos de ninfas de <i>B. cockerelli</i> en la población de Raíces, así como el porcentaje de mortalidad..... 58
A9	Concentraciones evaluadas con el insecticida Imidacloprid 24 hrs de exposición y el número de individuos observados y muertos de ninfas de <i>B. cockerelli</i> en la población de Saltillo, así como el porcentaje de mortalidad..... 59
A10	Concentraciones evaluadas con el insecticida Imidacloprid 24 hrs de exposición y el número de individuos observados y muertos de ninfas de <i>B. cockerelli</i> en la población de Huachichil, así como el porcentaje de mortalidad..... 59

Cuadro	pág.
A11	Concentraciones evaluadas con el insecticida Imidacloprid 24 hrs de exposición y el número de individuos observados y muertos de ninfas de <i>B. cockerelli</i> en la población de Raices, así como el porcentaje de mortalidad..... 60
A12	Concentraciones evaluadas con el insecticida Imidacloprid 24 hrs de exposición y el número de individuos observados y muertos de ninfas de <i>B. cockerelli</i> en la población de San Rafael, así como el porcentaje de mortalidad..... 60
A13	Concentraciones evaluadas con el insecticida Abamectina 48 hrs de exposición y el número de individuos observados y muertos de ninfas de <i>B. cockerelli</i> en la población de Saltillo, así como el porcentaje de mortalidad..... 61
A14	Concentraciones evaluadas con el insecticida Abamectina 48 hrs de exposición y el número de individuos observados y muertos de ninfas de <i>B. cockerelli</i> en la población de Huachichil, así como el porcentaje de mortalidad..... 61
A15	Concentraciones evaluadas con el insecticida Abamectina 48 hrs de exposición y el número de individuos observados y muertos de ninfas de <i>B. cockerelli</i> en la población de Raices, así como el porcentaje de mortalidad..... 62

Cuadro	Pág.	
A16	Concentraciones evaluadas con el insecticida Abamectina 48 hrs de exposición y el número de individuos observados y muertos de ninfas de <i>B. cockerelli</i> en la población de San Rafael, así como el porcentaje de mortalidad.....	62
A17	Concentraciones evaluadas con el insecticida Profenosfos 24 hrs de exposición y el número de individuos observados y muertos de ninfas de <i>B. cockerelli</i> en la población de San Rafael, así como el porcentaje de mortalidad.....	63
A18	Concentraciones evaluadas con el insecticida Profenosfos 24 hrs de exposición y el número de individuos observados y muertos de ninfas de <i>B. cockerelli</i> en la población de Saltillo, así como el porcentaje de mortalidad.....	63
A19	Concentraciones evaluadas con el insecticida Profenosfos 24 hrs de exposición y el número de individuos observados y muertos de ninfas de <i>B. cockerelli</i> en la población de Huachichil, así como el porcentaje de mortalidad.....	64
A20	Concentraciones evaluadas con el insecticida Profenosfos 24 hrs de exposición y el número de individuos observados y muertos de ninfas de <i>B. cockerelli</i> en la población de Raices, así como el porcentaje de mortalidad.....	64

INTRODUCCIÓN

La papa se cultiva en más de cien países, entre los cuales China, Rusia, India, Estados Unidos y Ucrania son los países con mayor producción a nivel mundial, (FAO 2008). En lo que respecta América latina, México se encuentra entre los cinco países, con una mayor superficie sembrada y cosechada (FAOSTAT 2007), con un promedio de 61,000 ha sembradas aproximadamente; distribuidas en 23 estados. En nuestro país el cultivo de la papa ocupa el cuarto lugar en la importancia de la producción de alimentos; y dos hechos la definen. El valor alimenticio y los excelentes ingresos derivados de su comercialización (Rascón, 1999; SIAP 2007). Sin embargo en algunos estados como Coahuila y Nuevo León, la superficie sembrada ha venido en decadencia en los últimos años, ya que anualmente, se sembraba una superficie aproximada a 6000 ha de papa, bajo condiciones de riego, con un rendimiento promedio de 31 ton/ha siendo uno de las más importantes (Almeyda *et al*, 2006). Sin embargo en el 2009 la superficie se redujo aproximadamente a 4500 has, representando el 8% de la superficie sembrada a nivel nacional (SIAP 2009).

Esta reducción al número de hectáreas sembradas, es debido, a que el cultivo en esta zona se ve afectada por diversos factores; como son los aspectos fitosanitarios, ya

que este cultivo es susceptible a más de 300 especies de plagas (SAGARPA, 2002), Siendo el pulgón saltador, *Bactericera (=Paratrioza) cockerelli* Sulc, una de las más importante de este cultivo en México (Vega *et al.*, 2008) Este insecto puede causar dos tipos de daño, el primero conocido como daño directo, que consiste en succionar la sabia de la planta (Munyaneza *et al.*, 2007) al mismo tiempo que inyecta una toxina sistémica, causando una enfermedad denominada amarillamiento del psílido (Cranshaw, 2002) y el segundo, conocido como daño indirecto, que está relacionado con la trasmisión de fitoplasma que causa la enfermedad del permanente del tomate o la punta morada de la papa. (Delgadillo 1999; Garzón 1986 y Almeyda *et al.*, 2002).

En el Estado de Guanajuato *B. cockerelli* mermo el 60 % de la producción de jitomate en los 90, y en los años siguientes la superficie se redujo en un 85% (Garzón 2003); Mientras que, en los estados de Coahuila y Nuevo León esta enfermedad es el factor más importante que limita la producción de papa, reportando que en los años 2003 y 2004, la incidencia de ésta enfermedad se incrementó al 100% ocasionando pérdidas millonarias, ya que el rendimiento se redujo hasta en un 90%; además recientemente a este insecto se le ha relacionando con una nueva enfermedad de la papa, denominada “Zebra Chip”, que se caracteriza por un patrón de rayas necróticas que se desarrollan en los tubérculos de plantas infectadas (Munyaneza *et al.*, 2007). Por lo que, muchos productores utilizan diferentes métodos de control, como es el uso de trampas amarillas, la liberación de enemigos naturales, el control cultural, que consiste la eliminación de papa mostrencas y la eliminación de hospederos alternos aledaños al cultivo y el control químico, siendo este ultimo el más usado y el más importante para el control del vector de la punta morada de la papa, y que en algunas regiones del país llegan realizar hasta 30 aplicaciones de insecticidas por ciclo; Incrementado los costos

de producción y representa un riesgo de contaminación ambiental y de daño al hombre (Rubio et al. 2006; Vega et al. 2008). En los Estados de Coahuila y Nuevo León se realizan hasta doce aplicaciones de insecticidas durante el ciclo del cultivo y desconocen la susceptibilidad de *B. cockerelli* a los diferentes grupos de insecticidas, como son los neonicotinoides y a otros insecticidas convencionales, por lo que, los productores muestran preocupación por la falta de control. Siendo el control químico la herramienta más importante para mantener la densidad de población por debajo del umbral económico (Lawson *et al.*, 1999).

Lo anterior confirma que el uso indiscriminado de estos productos, desconocer el nivel de resistencia y los mecanismos involucrados para que esta se presente; implica un alto riesgo de rentabilidad del cultivo. Por lo que, la no detección temprana de este fenómeno puede acarrear problemas muy serios, ya que este fenómeno se ha reportado para la mayoría de los insecticidas (Georghiou y Lagunes, 1991). De este modo son pocos los estudios que se han realizado que permitan conocer el nivel de resistencia de este psílido hacia los diferentes grupos toxicológicos de los insecticidas utilizados para su control. Por lo que el objetivo de la presente investigación es determinar el nivel de resistencia de cuatro poblaciones de *B. cockerelli* provenientes del cultivo de la papa de la región productora del sureste de Coahuila y Nuevo León, México.

REVISIÓN DE LITERATURA

Generalidades de *Bactericera cockerelli* Sulc

El pulgón saltador o salerillo, se descubrió en 1909 por J. A. Cockerelli en el estado de Colorado, USA. Debido a esto se le considera como centro de origen al Oeste de Estados Unidos de Norteamérica (Richards, 1927). Como reconocimiento H. A. Sulc en 1909, lo denomina científicamente como *Trioza cockerelli* (Crawford 1911). Donde posteriormente se le asigna a esta especie, el cambio de género de *Trioza* a *Paratrioza*, que el mismo autor propuso en 1910. En los últimos años mediante un proceso de revisión se le ha asignado un nuevo cambio de género a esta especie, de *Paratrioza* a *Bactericera cockerelli* (Burckhardt y Lauterer, 1997; Miller *et al.*, 2000). Esta especie es conocida comúnmente como pulgón saltador, psílido de la papa, psílido del tomate o simplemente como salerillo; este insecto tiene un amplio rango de hospedero que incluye diferentes especies de 20 familias, teniendo una fuerte preferencia por las solanáceas (Liu y Trumble, 2006).

Importancia Económica

A pesar de que el psílido del tomate o de la papa en el Oeste de Estados Unidos es considerada como una de las plagas de mayor importancia en estos cultivos (Cranshaw, 1993 y 1998). En México, era considerado como una plaga secundaria hace apenas algunos años, pero recientemente se le ha asociado como el principal vector de fitoplasmas causantes de la punta morada, que se ha visto incrementada en los últimos 10 años en Solanáceas; y que ha causado pérdidas de un 45% a nivel nacional en tomate (Garza y Rivas, 2003) y de un 90% en el cultivo de papa (Flores *et al.*, 2004). Además de producir un efecto toxinífero en sus hospederos (Cadenas *et al.*, 2003 y Ramírez *et al.*, 2008). Recientemente se le ha asociado con una nueva enfermedad denominada “Zebra Chip”, que se caracteriza por un patrón de rayas necróticas que se desarrollan en los tubérculos de plantas infectadas (Munyaneza *et al.*, 2007).

Distribución

B. cockerelli se ha reportado en los estados de Arizona, California, Colorado, Idaho, Kansas, Minnesota, Nebraska, Nevada, Nuevo México, Dakota del Norte y Sur, Oklahoma, Texas, Utah y Wyoming de los Estados Unidos, colonizando plantas de papa, tomate y chile (Blood *et al.*, 1933; Pletsch, 1947; Tuthill, 1943). Para Canadá, en los estados de Quebec y Vancouver (Ferguson y Shipp, 2002 y Pletsch, 1947).

En México, Pletsch (1947) reportó la presencia de poblaciones del psílido de la papa en los estados de Durango, Tamaulipas, D. F. y Michoacán, posteriormente se

extendió a otros estados bautizándolo con el nombre de pulgón saltador (Garzón *et al.*, 2005). Sin embargo, en los últimos años se ha encontrado en Coahuila, Chihuahua, Durango, Baja California (Norte), Estado de México, Guanajuato, Aguascalientes, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Puebla, San Luis Potosí, Sonora, Sinaloa y Nuevo León, sobre cultivos de papa, tomate y chile (Velásquez *et al.*, 2005 y García, 2007).

Hábitos

B. cockerelli tiene el hábito de migrar a otros lugares donde las condiciones son más favorables, que les permitan pasar el invierno y puedan adaptarse a nuevas condiciones climáticas y colonizar nuevos hospederos (Servín *et al.*, 2008; Liu *et al.*, 2006; Abdullah, 2008 y Pletsch, 1947). Sin embargo en investigaciones recientes mencionan la existencia de biotipos de *B. cockerelli* que tienen una mayor capacidad de reproducción y de invasión en los cultivos, a demás de ser más resistente a algunos insecticidas que las poblaciones nativas y de provocar pérdidas mayores en cultivo de solanáceas. (Servín *et al.*, 2008; Liu y Trumble, 2007).

Ubicación taxonómica

De acuerdo a Triplehorn y Johnson (2005) la clasificación de *Bactericera cockerelli* es la siguiente:

Reino: Animal

Phyllum: Artrópoda

Clase: Hexápoda

Orden: Hemíptera

Suborden: Sternorrhyncha

Superfamilia: Psylloidea

Familia: *Psyllidae*

Género: *Bactericera*

Especie: *cockerelli*

Daños

B. cockerelli causa dos tipos de daños: el toxinífero o directo y el indirecto como transmisor de fitoplasma. El primero se manifiesta cuando este insecto se alimenta de la planta succionando la savia e inyectando una sustancia que se encuentra en la saliva que daña las células de la planta y hace que produzcan una menor cantidad de clorofila en las hojas, lo que hace que las plantas se vean amarillentas y raquílicas, causando una sintomatología conocida como amarillamiento del psílido (List y Daniels 1934; Garzón, 1984; Munyaneza *et al.*, 2007). Por otro lado, el fitoplasma es un organismo infeccioso, submicroscópico, y México es el único país que ha reportado a *B. cockerelli* como vector de este fitoplasma, ya que en el resto del mundo se le conoce únicamente por su efecto toxinífero en papa y tomate (Garzón, 2003). Sin embargo recientemente el psílido de la papa se le ha asociado con una nueva enfermedad llamada “Zebra Chip,” la cual fue documentada por primera vez en México en 1994, donde se le denominó el

manchado de la papa y en el 2003 la incidencia de esta enfermedad fue del 100% en algunos los lotes de papa comercial (Flores *et al.*, 2004); Por otro lado, en los Estados Unidos de Norteamérica fue identificada por primera vez en el año 2000, presentando síntomas que se caracterizan, por tener brotes axilares de coloración marrón, estolones colapsados, patrón de rayas necróticas que se desarrollan en los tubérculos de plantas infectadas y que se hacen más visibles cuando están se fríen, provocando un rechazo de los tubérculos de papa fresca a partir de plantas de papa afectadas (Munyanza *et al.* 2007).

Morfológica

Los huevecillos del psílido de la papa son anaranjado-amarillentos, con corion brillante y presenta en uno de sus extremos un pedicelo corto (Garza y Rivas, 2003; List, 1939). Según Davidson (1992) la eclosión ocurre de 3 a 8 días, la cual se asemeja con Knowlton y Janes, (1931) quienes reportan en base a sus estudios, que la incubación se da entre los 3 a 9 días pero la mayor eclosión ocurre durante el 5 ó 6 día.

Una vez eclosionado el huevecillo, esta especie presenta cinco estadios ninfales que son similares en sus características morfológicas. Los cambios estructurales en los instares según Rowe y Knowlton (1935), son el aumento en el tamaño del cuerpo, desarrollo de las alas y un numero agregado de las glándulas marginales de la cera. En el primer instar son de color amarillo-verde pálido y achatado como escamas, (Howard y Marion, 1979; Garza y Rivas 2003). Con ojos rojos bien definidos (Lorus y Margery, 1980). En el segundo instar se diferencian claramente las divisiones entre cabeza, torax

y abdomen, y los ojos son de color naranja a oscuro y el torax de color verde amarillento con paquetes alares visibles (Becerra, 1989). El tercer estadio presenta características semejantes al anterior, donde se observa perfectamente paquetes alares en el mesotórax y metatórax. (Becerra, 1989); Para el cuarto y quinto estadio, Garza y Rivas (2003), mencionan que presentan las mismas características al estadio anterior. Mientras que Pletsch (1947), menciona que en el tercer estadio, las alas se notan primero y se hacen evidentes en los últimos estadios. Además de presentar tres espuelas en la parte terminal de las tibias posteriores y abdomen semicircular (Becerra, 1989). Por otro lado, el promedio de desarrollo ninfal es de 12 a 21 días según Knowlton and Janes (1931), todo esto dependiendo la temperatura (Pack, 1930). Sin embargo, de forma general toman un oposición por debajo de las hojas de las plantas, y alguna de ellas se pueden encontrar en el haz. Las ninfas en los primeros estadios se encuentran cerca de donde fueron ovipositadas y permanecen inactivas cuando se alimentan (Becerra, 1989 y Daniels, 1934)

Los adultos son muy parecidos a una cigarra de tamaño pequeño, midiendo de 2 a 6 cm (Lorus y Margery, 1980); son de color verde al emerger, posteriormente en tres días se tornan negros (Wallis, 1951) o grises, a los cinco días de edad según García y Rivas (2003), las hembras pueden llegar a poner hasta 510 huevecillos y vivir tres veces más que los machos (Garza y Rivas, 2003; Pletsch, 1947 y Wallis, 1955). Las hembras y machos se distinguen por la forma del ápice del abdomen; en la hembra se presenta un ovipositor corto, redondo y de mayor tamaño que el macho (Pletsch, 1947).

Biología y Hábitos

El psílido de la papa presenta metamorfosis incompleta, es decir que pasan por los estadios de huevo, ninfa y adulto (Wallis, 1951), Al llegar a los 60 y 80 unidades calor, las hembras ovipositan los huevecillos en el envés de las hojas medias e inferiores de la planta (Garzón *et al.*, 2005), prefiriendo las yemas apicales más jóvenes, con una generación de hasta 157 huevecillos durante 24 horas. La incubación varia de tres a nueve días, pero la mayor eclosión ocurre al quinto o sexto día. (Knowlton y Janes 1931) y Davis (1931), menciona que el tiempo de eclosión de más de 90 huevecillos fue de 7 a 8 días. Pudiendo llegar a depositar hasta 510 huevecillos durante su vida y las hembras pueden llegar a vivir, hasta tres veces más que los machos (Pletsch, 1947; Wallis, 1955).

El ciclo de vida de *B. cockerelli* requiere de 20 a 23 días de huevecillo a emergencia del adulto, dándose la máxima emergencia de adultos a los 21 y 22 días, los que sumaron en total 139.3 unidades calor de huevecillo a adulto con 31.07, 34.85, 19.4, 22.82, 17.22 y 14.07 U.C., respectivamente en el orden de huevecillo a adulto, en un estudio realizado por Montero (1994), en Saltillo, Coahuila, México.

Hospederos

El psílido tiene un amplio rango de hospederos cultivados y silvestres. Ataca a las solanáceas, mencionando varios autores que las plantas de papa es de los más preferidos por las hembras para depositar sus huevecillos. Se considera que el ciclo

biológico del insecto no varía en los cultivos de papa y de tomate, sin embargo, el estado ninfal es más prolongado en especies de plantas que no pertenecen a la familia antes señalada, como en el caso de malezas (Pletsch, citado por Avilés *et al.*, 2003).

Bactericera cockerelli tiene un amplio rango de hospederos sin embargo tiene preferencia por plantas de la familia Solanácea (Pletesch, 1947), Sin embargo, también se les ha encontrado en especies de plantas las familias Amarantácea, Fabácea, Lamiaceae, Malvácea, Pinácea, Poaceae, Polygonaceae, Rosácea, Salicácea, y Zygophyllaceae (Pletsch, 1947; Wallis, 1955).

Control de *B. cockerelli*

Desde los inicios de la civilización el hombre ha luchado para mejorar sus condiciones de vida, con el deseo de producir alimentos necesarios, ha combatido la plaga que compiten por la comida, esta idea del combatir a las plagas no es del toda nueva; por ejemplo, el azufre fue utilizado desde el año 1000 A.de C. (Cremllyn, 1985), pasando por el verde Paris, hasta llegar a la introducción de los compuestos orgánicos, creyendo que con esto las plagas estaban destinados a desaparecer, sin embargo comenzó a notarse que a pesar de las aplicaciones continuas las plagas persistían e inclusive tendían a incrementarse (Lagunes y Villanueva 1994), de tal manera que el hombre tuvo que buscar diferentes métodos de control que pudiera controlar a estas plagas. A continuación se menciona algunos métodos de control para el control de *B. cockerelli*.

Control cultural

Montana (1938) observó, que siembras tempranas son más afectadas que las siembras tardías, se sugirió tomar en cuenta las fechas de siembras para evitar que los psílicos dañaran a los cultivos de papa. Además se deben retirar plantas infestadas (Pletsch, 1947).

Control legal

Para el control legal se llevan a cabo medidas de la Norma Oficial Mexicana NOM-081-FITO-2001, la cual se refiere al manejo y eliminación de focos de infestación de plagas, mediante el establecimiento o reordenamiento de fechas de siembra, cosecha y destrucción de residuos (SAGARPA, 2002).

Control Biológico

Romney (1939), observó parasitismo en *B. cockerelli* por un himenóptero de la familia Eulophidae, conocido como *Tetrastichus* sp, que mas tarde fue descrito por B. D. Burks como *Tetrastichus triozae* (Pletsch, 1947). Sin embargo Johnson (1971) observó, que esta especie era inefectivo para el control biológico del psílido del tomate por la pobre sincronización entre el psílido y el parasito, además estudios en laboratorio revelaron que las lo oviposición se llevaba a cabo en el cuarto y quinto estadio ninfal por lo que el daño ya había ocurrido antes de que el insecto fuera afectado por el

parasito (Pletsch, 1947). Bújanos *et al.* (2005), mencionan que el principal parasitoide de ninfas del pulgón saltador es la avispa *Tamarixia triozae*.

Para el control natural de *B. cockerelli* se encuentran diferentes especies de entomopatógenos como es *Bauberia bassiana*, *Metarhizium anisopliae* y *Paecilomyces fumosoroseus*. Sin embargo su efectividad o sobrevivencia se ve limitada cuando es usada en condiciones de campo por la exposición a la temperatura, una baja humedad relativa y a la radiación ultravioleta (Feng *et al.*, 1994; Weinzierl y Henn, 1989). Como lo menciona Inglis *et al.* (1997), que es el caso de *B. bassiana* que el 95% de los conidios se redujo después de 15 min de exposición a la radiación de luz ultravioleta bajo condiciones de laboratorio.

Los principales depredadores que se han utilizado son el león de los áfidos *Chrysoperla* spp. La chinche ojona *Geocoris* spp., *Anthocoris melanocerus*, la catarinita roja *Hippodamia convergens* y *Orius tristicolor* (Pletsch 1947). La desventaja de estos, como es el caso de *Chrysoperla* spp. es que no son depredadores específicos (Toschi, 1965).

Control Químico

Una de las alternativas para el control de insectos es el método químico, donde responde de forma inmediata. Por lo que, desde 1911 cuando fue identificado el agente causal del amarillamiento del psílido se comenzó a utilizar una mezcla de cal con

azufre la cual controlaba tanto adultos como ninfas y provocaba repelencia a oviposición (Pletsch, 1947).

Cranshaw (1989; 1994) menciona que las aplicaciones foliares de insecticidas sistémicos, como demeton, dimetoato y forato eran eficaces para controlar el psílido del tomate; y que la mayoría de los insecticidas piretroides y organofosforados proporcionaban un control aceptable. Sin embargo Vargas (2005), menciona se ha hecho tolerantes a altas dosis de insecticidas en lotes comerciales de papa a pesar al elevado número de aplicaciones.

Abamectina

Pertenece al grupo de las Lactonas Macroclícas, constituyen un amplio número de moléculas producidas por actinomicetos que viven en el suelo, pertenecientes al género *Streptomyces*. Es un acaricida-insecticida de origen natural cuyo movimiento es translimitar, actuando por ingestión y por contacto directo. Inhibe la transmisión de señales en las conexiones neuromusculares. El insecto afectado deja de moverse causándoles una parálisis de forma irreversible posteriormente le provoca la muerte (Soderlund *et al.*, 1989)

Profenofos

Es un insecticida organofosforado, derivados de la molécula del ácido fosfórico, que forman parte de los insecticidas de contacto al absorberse por intermedio de los lípidos del caparazón de los insectos (Baños 1992).

Los organofosforados afectan al sistema nervioso central, desde la unión neuromuscular no colinérgica como a los mamíferos. La única sinapsis colinérgica conocida en los insectos es en el sistema nervioso central (Lagunes 1989).

Endosulfan

Pertenece al grupo de insecticidas organoclorados y se caracteriza porque presentan en su molécula átomos de carbono, hidrógeno, cloro y ocasionalmente oxígeno; contienen anillos cíclicos o heterocíclicos de carbono; son apolares y lipofílicos; tienen poca reactividad química. Son altamente estables, característica que los hace más valiosos por su acción residual contra insectos y a la vez peligrosos debido a su prolongado almacenamiento en la grasa de los mamíferos (Lagunes *et al.*, 1994).

El endosulfán es un insecticida neurotóxico que pertenece al grupo de los organoclorados. Es un insecticida con propiedades de acaricida, actúa de contacto e ingestión y a temperaturas mayores a 22 °C a través de su fase gaseosa, debido a la fase de gas del endosulfan, que se desarrolla a temperaturas mayores a 22 °C (DEAQ, 2004).

El modo de acción del endosulfan, es bloqueando la transmisión del impulso nervioso a nivel neuromuscular, es decir, bloquean el flujo clorinado dependiente del ácido gamaaminiburítico (GABA) hacia el complejo acarreador de iones del receptor clorinado de GABA, este ácido es el encargado de realizar la transmisión nerviosa entre la célula nerviosa activadora y los músculos receptores de la orden de contracción (Soderlund *et al.*, 1989).

Cipermertrina

Pertenece al grupo de los piretroides, que es un extracto de las cabezas florales del crisantemo (*Chrysanthemum cinerariifolium*), que se ha usado como insecticida desde el año 400 A. de C. este extracto fue introducido a Europa en el siglo XVIII, que cobró gran interés por su excelente acción insecticida, lo que ha conducido al establecimiento de las piretrinas (Término genérico para los seis productos químicos activos que los constituyen). Se sabe que son muy tóxicas para los insectos, produciendo en ellos una acción rápida de parálisis conocida como “efecto de derribe” y con baja toxicidad para los mamíferos y las plantas (Cremllyn, 1995).

El primer piretroide sintético comercial fue la aletrina descubierta en 1949 aunque muy poco eficaz, y fue en 1965 cuando apareció la tetrametrina. En 1967 se anuncio el descubrimiento de la resmetrina, posteriormente se sintetizó la fenotrina aunque un poco inestable, sin embargo, en la década de los setentas se logró la síntesis de compuestos que superaban la inestabilidad en el medio ambiente y con las

características deseables del piretro natural como lo fue la Permetrina al que se le agregaron moléculas de cloro para lograr mayor estabilidad (Lagunes *et al.*, 1994).

El modo de acción de los piretroides, es que afectan el sistema nervioso tanto central como periférico. Causando que el potencial de acción de sodio se prolongue, lo que pudiera ser la causa de las descargas repetitivas que se observan en el impulso nervioso (Narahashi, 1971).

Los piretroides presentan mecanismos de acción que afectan básicamente el sistema nervioso periférico, al bloquear, los impulsos eléctricos a nivel de su transmisión final finalizando con parálisis nerviosa que se debe a cambios que se producen en la membrana. Al ser bloqueados los canales de sodio, alteran la conductividad del ión en tránsito (Soderlund *et al.*, 1989).

La aplicación de concentraciones mayores de piretroides da como resultado el bloqueo total de la transmisión del impulso nervioso (Cremlyn, 1995).

La cipermetrina es un insecticida acaricida piretroide, presenta un uso agrícola, urbano, industrial pecuario y domestico es un producto ligeramente persistente (1 a 4 semanas), este compuesto es eliminado rápidamente del ambiente, presenta un potencial de moderado a alto de biocumulación, en condiciones de uso moderado no presenta un peligro para el ambiente debido a su rápida descomposición (Liñan, 1997).

Imidacloprid

El imidacloprid pertenece al grupo de los cloronicotinílicos. El modo de acción, es por contacto directo o ingestión al alimentarse la plaga de la savia o tejidos de la planta. Interfiere agonísticamente con los receptores nicotínicos de la acetilcolina en el sistema nervioso del insecto (Bayer, 2005).

Resistencia

El termino de resistencia es complejo y controvertido, ya que es un fenómeno muy relativo (Brattsten, 1989). Brown (1941) definió a la resistencia, como el desarrollo de una habilidad adicional, en una raza de insectos, a tolerar dosis de tóxicos que son letales para la mayoría de los individuos de una población. Tomando en cuenta que la resistencia adquirida, no especifica para el producto usado, si no que generalmente se extiende a productos similares.

La resistencia se manifiesta como un fenómeno de selección en el cual sobreviven los organismos mejor adaptados (Georghiou, 1983).

Georghiou (1965) clasifico a la resistencia en tres tipos: por comportamiento, morfológica y fisiológica.

Resistencia por Comportamiento

Dentro de la resistencia por comportamiento se refiere a los patrones que siguen los insectos, que contribuyen a la resistencia. Estos patrones pueden ser como la preferencia en descansar en áreas no tratadas con insecticida, en lugar de áreas tratadas. O bien la tendencia de detectar el insecticida y tratar de evitarlo (Carrillo, 1984).

La mayoría de los casos de resistencia por comportamiento se da en aquellas especies muy hiperactivas donde pequeños cambios en cualquiera de las etapas del comportamiento provocan cambios en la interacción insecto-insecticida. Así como el mayor porcentaje de resistencia por comportamiento reportada se registra en mosquitos (16,4%), moscas domésticas (20%) y otros dípteros (22,7%). El resto se reparte entre cucarachas y otros insectos (Sparks, 2000).

Resistencia Morfológica

En cuanto a la resistencia morfológica se presenta por ejemplo cuando las estructuras cuticulares (pubescencia, ceras, etc.) no permiten que el toxico penetre el integumento del insecto (Barbera, 1976).

También se conoce como mecanismo físico de resistencia y contempla muchos casos de penetración reducida que causan resistencia en los insectos. La velocidad de penetración depende de las características moleculares del insecticida y de las

propiedades del tegumento del insecto, las cuales varían considerablemente entre los estadios de vida y de una especie a otra. Una penetración demorada provee un mayor tiempo para la detoxificación de una dosis tomada (Brattsten et al., 1986).

Resistencia Fisiológica

La resistencia fisiológica es el tipo más importante de resistencia que los insectos adquieren. Esta puede ser de dos formas: por adición de un mecanismo protector (enzimas); o por la insensibilidad en el sitio de acción. A estos dos sistemas también se les denomina como mecanismos de resistencia metabólicos y mecanismos de resistencia no metabólicos (Lagunes y Villanueva, 1994).

Resistencia Metabólica

Este tipo de resistencia se refiere a que los productos insecticidas pueden ser metabolizados y transformados en productos menos tóxicos. Como una consecuencia de la acción de sistemas enzimáticos presentes en los insectos. Los principales sistemas enzimáticos responsables del metabolismo de los insecticidas son: las oxidasas microsómicas (Wilkinson, 1983), Esterasas y Carboxiesterasas (Yasutomi, 1983) y Glutación s-transferasas (Dauterman, 1983).

Resistencia No Metabólica

Al respecto Lagunes y Villanueva (1994) señalan que estos mecanismos no dependen del metabolismo del insecto, pero por su participación, algunos insectos son capaces de producir altos niveles de resistencia a los productos químicos. Los principales mecanismo de resistencia no metabólicos son los siguientes: resistencia al derribo (Plapp, 1976), Acetil Colinesterasa Insensible (Hama, 1983), Insensibilidad al sitio de acción (Narahashi, 1983), Penetración reducida (Matsumura, 1983) y Excreción y mayor almacenamiento (Georghiou, 1971).

Los métodos comunes para supervisar el psílido en cosechas al aire libre han incluido el uso de redes para detectar adultos, si se captura un individuo adulto o mas en 100 redazos es recomendable comenzar el tratamiento con plaguicidas (Davidson, 1992).

Determinación de la tolerancia a insecticidas de diferente grupo toxicológico del psílido de la papa *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae)

Determination of insecticide tolerance showed by different toxicological groups of potato psyllid *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae)

Rigoberto Jiménez-Cordero¹, Ernesto Cerna-Chávez¹, *Yisa Maria Ochoa-Fuentes², Luis Guevara-Acevedo¹, Mohammad Badii³, Luis Aguirre-Uribe¹, Jerónimo Landeros-Flores¹

Determinación de la tolerancia de *B. cockerelli*

Resumen: La región papera del sureste de Coahuila y Nuevo León, aporta el 15% de la producción nacional. Sin embargo, esta se ve afectada por diversos factores; siendo el pulgón saltador, *Bactericera* (=Paratrioza) *cockerelli* Sulc, una de las plagas más importante de este cultivo. Su control se basa en la aplicación de insecticidas, percibiendo controles no satisfactorios y una alta presión de selección, por tal motivo se recolectaron cuatro poblaciones de campo de *B. cockerelli* en la zona productora y se compararon con una línea susceptible de laboratorio. Las poblaciones fueron recolectadas en huertos comerciales e invernaderos de Huachichil, Saltillo, Raíces y San

¹ Departamento de Parasitología, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. C.P. 25315, Tel y Fax. 844 4110226.

² Universidad Autónoma de Aguascalientes. Centro de Ciencias Agropecuarias. Departamento de Fitotecnia. Posta Zootécnica. CP 20100. Jesús María, Aguascalientes, México. *Autor para correspondencia, e-mail ychoa@correo.uaa.mx

³ Universidad Autonomía de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México. C.P. 20900

Rafael; las poblaciones se trasladaron al laboratorio de toxicología de la Universidad Antonio Narro, donde se realizaron una serie de bioensayos, mediante la técnica de inmersión en hoja, con el propósito de determinar los niveles de resistencia en relación con la línea susceptible de laboratorio. Los resultados indican que la población de Huachichil presenta una proporción de resistencia de 0.3, 3.1, 5.3, 1.1 y 1.1 veces para los insecticidas abamectina, cipermetrina, endosulfan, imidacloprid y profenofos respectivamente. Para la población proveniente de Saltillo los valores fueron de 3.2, 1.6, 4.1, 20.4 y 1.6 veces. En relación a la población de Raíces la proporción de resistencia fue de 4.2, 2.6, 6.5, 29.3 y 2.1 veces y finalmente para la población de San Rafael presentó valores de 4.2, 1.4, 11.7, 9.2 y 1.3 veces para los mismos insecticidas.

Palabras clave: Pulgón saltador, resistencia, dosis letal media

Abstract: Southeastern potato growing regions from Coahuila and Nuevo León contribute with 15% to domestic production. Such production has been impacted by several factors, in particular *Bactericera* (=Paratrioza) *cockerelli* Sulc potato psyllid, one of the most important pests affecting this crop. Insecticide applications are the common control methods, leading to unsatisfactory results and high selection pressure. Samples were collected from 4 field populations of *B. cockerelli* from the growing region, using a susceptible laboratory line for comparison. The populations were collected from commercial orchards and greenhouses located at Huachichil, Saltillo, Raíces and San Rafael localities. All the samples were taken to the toxicology laboratory of Antonio Narro Autonomous University, where a series of biological essays were conducted through foliar dipping, in order to determine the resistance levels

as compared to the susceptible laboratory line. Results indicated that Huachichil's population has a resistance ratio of 0.3, 3.1, 5.3, 1.1 and 1.1 times for abamectin, cypermethrin, endosulphan, imidachloroprid and prophenophos, respectively. In the case of Saltillo's population, the values were 3.2, 1.6, 4.1, 20.4 and 1.6 times respectively. As far as Raíces population is concerned, resistance ratio was 4.2, 2.6, 6.5, 29.3 and 2.1 times respectively, and finally San Rafael population showed values of 4.2, 1.4, 11.7, 9.2 and 1.3 times for the same insecticides.

Key words: Potato psyllid, resistance, mean Lethal Rate

Introducción

El cultivo de la papa representa una actividad muy importante en México, ocupando el cuarto lugar en la producción de alimentos. La región papera del sureste de Coahuila y Nuevo León, aporta el 15% de la producción nacional (SAGARPA, 2008). Sin embargo, el cultivo en esta zona se ve afectada por diversos factores; siendo los aspectos fitosanitarios los de mayor importancia, ya que este es susceptible a más de 300 especies de plagas (SAGARPA, 2002). Siendo el pulgón saltador, *Bactericera* (=Paratrioza) *cockerelli* Sulc, una de las más importante de este cultivo en México (Vega *et al.*, 2008). Munyaneza *et al.* (2007) mencionan que *B. cockerelli*, es un insecto que causa daño directo, al succionar la savia de las plantas e inyectando una toxina sistémica, además ocasiona un daño indirecto al transmitir fitoplasmas (Garzón *et al.*, 2004). Almeyda *et al.* (2008) detectaron la relación de éste psílido con el fitoplasma que causa el síndrome punta morada de la papa. De este modo, Flores *et al.* (2004) mencionan que esta enfermedad es el factor más importante que limita la producción de papa, reportando que en los años 2003 y 2004, la incidencia de ésta enfermedad se incrementó al 100% en la región Sur de Coahuila y Nuevo León, ocasionando pérdidas millonarias, ya que el rendimiento se redujo hasta en un 90%; además recientemente a este insecto se le ha relacionando con una nueva enfermedad de la papa, denominada “Zebra Chip”, que se caracteriza por un patrón de rayas necróticas que se desarrollan en los tubérculos de plantas infectadas (Munyaneza *et al.*, 2007). Para el control del vector de la punta morada (*B. cockerelli*), se han utilizado varias alternativas, como es el uso de trampas de colores, uso de enemigos naturales y principalmente la aplicación de productos agroquímicos de manera indiscriminada; Al respecto Dent (2000) menciona que existen efectos negativos por el uso intensivo de los insecticidas, los cuales

incluyen la no especificidad, desarrollo de resistencia a los insecticidas en las plagas, acumulación y persistencia de los compuestos en el ambiente y efecto en los organismos benéficos. De este modo Almeyda *et al.* (2008) y Rubio *et al.* (2006) mencionan que los productores de este cultivo realizan de 5 hasta 30 aplicaciones de insecticida para el control de este vector, así mismo Vega *et al.* (2008) reportan que en el estado de Coahuila se realizan hasta 12 aplicaciones de insecticidas para el manejo de *B. cockerelli*. Lo cual confirma el uso indiscriminado de estos productos, desconociendo el nivel de resistencia y los mecanismos involucrados para que esta se presente. Por lo que, la no detección temprana de este fenómeno puede acarrear problemas muy serios, ya que este fenómeno se ha reportado para la mayoría de los insecticidas (Georghiou y Lagunes, 1991). De este modo son pocos los estudios que se han realizado que permitan conocer el nivel de resistencia de este psílido hacia los diferentes grupos toxicológicos de los insecticidas utilizados para su control. Por lo que el objetivo de la presente investigación es determinar el nivel de resistencia de cuatro poblaciones de *B. cockerelli* provenientes del cultivo de la papa de la región productora del sureste de Coahuila y Nuevo León, México.

Materiales y Métodos

El presente trabajo fue realizado en el Laboratorio de Toxicología del Departamento de Parasitología Agrícola de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN).

Recolecta del material biológico: Para el establecimiento del pie de cría de *B. cockerelli*, se realizaron muestreos en las principales zonas productoras de papa de la

región sureste de Coahuila (Saltillo (Sa), Huachichil (Hu)) y Nuevo León (Raíces (Ra), San Rafael (SR)), así como una línea susceptible (Ls). Para la región productora del estado de Coahuila, las muestras tomadas del ejido de Huachichil, fueron de cuatro lotes comerciales de papa variedad Alpha, Gigant y Atlantic, mientras que las poblaciones de Saltillo fueron de seis invernaderos donde se produce tomate saladett. Para la región productora de Nuevo León, las muestras tomadas del ejido de Raíces fueron de seis lotes comerciales de papa variedad Golden y Atlantic, mientras que las muestras del Ejido de San Rafael fue de cuatro lotes de papa variedad Gigant. Para cada sitio de muestreo se recolectaron al menos 200 hojas infestadas con ninfas de *B. cockerelli*, así como de 100 redazos entomológicos para la captura de adultos. Como línea susceptible se utilizó una población recolectada en invernaderos de investigación de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, sobre plantas de chile y mantenidas sin presión de selección desde el año 2004.

Cría del material biológico: El material biológico recolectado se trasladó al invernadero de Parasitología Agrícola de la UAAAN, donde se colocaron en cinco camas de siembra (una cama para cada localidad) de 2.5 x 1 m, cubiertas con tela organza; cada cama contenía 50 plantas de papa variedad Alpha. La cría de esta especie se realizó bajo condiciones de invernadero con 26 ± 4 °C y una HR del 70% y 14:10 h luz: oscuridad en promedio.

Bioensayos: Se realizaron de acuerdo con la técnica de inmersión de hoja para el psílido del peral (*Psylla* spp) con ligeras modificaciones (IRAC, 2005; Vega-Gutiérrez, 2008). Para ello, de una cama con plantas de papa variedad Alpha libres de infestación con *B.*

cockerelli, se seleccionaron hojas del estrato medio, en las cuales se colocaron en la parte del envés 20 ninfas de cuarto estadio; a los 30 min las hojas se sumergieron durante 5 s en la concentración respectiva de insecticida; las hojas tratadas se dejaron secar en papel absorbente y posteriormente se colocaban en charolas de plástico con papel húmedo. Los insecticidas utilizados fueron seleccionados de acuerdo con el manejo reportado por los productores, así como por el Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Coahuila y del Estado de México (Manejo integrado de la paratrioza, 2004). Siendo los insecticidas seleccionados Abamectina (Agrimec CE[®] 18 gr de i.a. L⁻¹, lactona macrocíclica), Cipermetrina (Cipermetrina 200 CE[®] 200 gr de i.a. L⁻¹, piretroide), Imidacloprid (Picador 70 PH[®] 350 gr de i.a. L⁻¹, neonicotinoide), Endosulfan (Thiodan 35 CE[®] 350 gr de i.a. L⁻¹, clorado) y Profenofos (Curacron 8 CE[®] 960 gr de i.a. L⁻¹, organofosforado).

Determinación de la CL₅₀: Para la preparación de las diferentes concentraciones se utilizó agua destilada y el producto bionex[®] como dispersante, en una proporción 1mL: 1L de agua. El intervalo de concentraciones utilizadas fue de 0.01 a 2000 ppm. Las lecturas de mortalidad se realizaron a las 24 h excepto para la abamectina que se obtuvo a las 48 h, ya que es un producto que actúa más lento a nivel del ácido aminobutírico. Se consideró ninfa muerta aquella que presentaba los apéndices pegados al cuerpo, estaba deshidratada o no reaccionaba al estímulo del pincel. Para cada plaguicida se realizaron seis concentraciones, además cada ensayo constó de tres repeticiones y cada repetición incluyó un testigo sin tratar. El máximo nivel de mortalidad aceptable para el testigo absoluto fue 10% y se corrigió mediante la fórmula de Abbott (1925) cuando el testigo presentaba mortalidad.

Proporción de resistencia: Una vez determinados los niveles de CL_{50} para las líneas de campo y la línea susceptible, se determinó la proporción de resistencia dividiendo los valores de CL_{50} de las líneas de campo contra la CL_{50} de la línea susceptible (Georghiou 1962 y Cerna *et al.*, 2009).

Análisis de resultados: los datos obtenidos se analizaron por un análisis Probit, mediante el método de máxima verosimilitud (Finney, 1971). Utilizando el programa SAS system para Windows ver 9.0 (2002).

Resultados y Discusión

En el Tabla 1 se presentan los resultados obtenidos de la línea susceptible (Ls) de *B. cockerelli*, en relación a cinco plaguicidas de diferente grupo toxicológico. Como se puede observar la CL₅₀ fue de 0.06, 82.59, 62.28, 3.65 y 1.67 ppm para los plaguicidas abamectina, cipermetrina, endosulfan, imidacloprid y profenofos respectivamente. Como podemos ver la CL₅₀ más bajas la presentaron los productos abamectina (0.06 ppm) y profenofos (1.67); siendo la CL₅₀ mas alta, la reportada para los productos cipermetrina (82.59 ppm) y endosulfan (62.28 ppm). Al comparar nuestros resultados con otras investigaciones. Vega *et al.*. (2008) reportan para una línea susceptible recolectada en plantas silvestres en Celaya, Guanajuato y mantenida libre de presión de selección desde 2002, una CL₅₀ con valores que van desde las 0.01 hasta las 76.5 ppm, para insecticidas con similar grupo toxicológico a los de esta investigación; siendo resultados muy similares a los de este trabajo. Por lo que podemos mencionar que línea susceptible (Ls) se puede considerar como línea de referencia para estudios de susceptibilidad de *B. cockerelli*.

En el Tabla 2 se presentan los resultados de la línea de campo de *B. cockerelli* recolectada en lotes comerciales de la región de Huachichil. Como podemos ver la CL₅₀ para los productos abamectina, cipermetrina, endosulfan, imidacloprid y profenofos fue de 0.02, 257.63, 333.35, 4.17 y 1.85 ppm respectivamente. Mientras que para la población recolectada en Saltillo (Tabla 3) la CL₅₀ fue de 0.22, 135.74, 260.44, 74.88 y 2.79 ppm, para los mismos productos. Para la población de Raíces (Tabla 4) la CL₅₀ fue de 0.29, 214.83, 410.27, 107.37 y 3.63 ppm. Finalmente, para la línea de San Rafael

(Tabla 5) se obtuvo una CL_{50} de 0.29, 120.74, 732.63, 33.80 y 2.29 ppm, para los mismos productos.

Para el producto abamectina, la línea de Huachichil presentó los valores más bajos de CL_{50} (0.02), seguida de las poblaciones de Saltillo (0.22), Raíces (0.29) y San Rafael (0.29), con una diferencia entre 11 y 14.5 veces de menor CL_{50} . Al comparar nuestros resultados con otras investigaciones; Bujanos y Marín (2007) reportan una CL_{50} de 0.03 ppm para ninfas de cuarto instar de *B. cockerelli*, Mientras que Vega *et al.* (2008) reporta una CL_{50} de 0.03 y 0.04 ppm para poblaciones provenientes de San Luis Potosí y Nuevo León respectivamente. Por lo que nuestros resultados para las poblaciones de Saltillo, Raíces y San Rafael son de 9.6 a 5.5 veces mayor a lo reportados por estos autores; Mientras que la población de Huachichil presenta resultados de 1.5 y 2 veces menor a lo reportado por estos mismos autores. La razón de encontrar diferencia de valores de CL_{50} entre las líneas de campo y la susceptible (excepto la población de Huachichil), posiblemente se deba a que se realizan de tres a cuatro aplicaciones por temporada de abamectina, presentando este insecticida una alta selectividad en campo, al respecto Clark *et al.* (1995) mencionan que altas dosis o aplicaciones frecuentes de abamectinas el incremento de la resistencia puede ser hasta en un 159%. En relación a la cipermetrina el valor más bajo de CL_{50} lo presentó la línea de San Rafael (120.74), seguida de las poblaciones Saltillo (135.74), Raíces (214.83) y Huachichil (257.63). Al respecto Bues *et al.* (1999) reportan una CL_{50} de 163 ppm sobre el psílido del peral (*Cacopsyla pyri*). Siendo este resultado 1.6 y 1.3 veces inferior a lo reportado para las poblaciones de Huachichil y Raíces; pero 1.2 y 1.3 veces superior en a lo reportado para las poblaciones San Rafael y Saltillo. Por otro lado, Dávila (2007) reporta una CL_{50} de 258 ppm, para una población de *B. cockerelli* recolectada en la región de Huachichil,

siendo resultado similar a lo encontrados en esta investigación (257.63). Para el insecticida endosulfan los valores más bajos de CL_{50} lo presentó la población de Saltillo (260.44), seguida de la población de Huachichil (333.35), Raíces (410.27) y San Rafael (732.63). Dávila (2007) menciona una CL_{50} de 149 ppm para este insecticida. Así mismo Bujanos y Marín (2007) mencionan una CL_{50} de 41 ppm, siendo nuestros resultados muy superiores a los reportados por estos dos autores. Para el insecticida imidacloprid, los valores más bajos de CL_{50} los presentó la población de Huachichil (4.17), seguida de San Rafael (33.80), Saltillo (74.88) y Raíces (107.37). Dávila (2007) menciona una CL_{50} de 193 ppm para este insecticida. Siendo nuestros resultados de 5.7 a 1.8 veces menor a lo reportados por este autor; por otro lado Bujanos y Marín (2007) mencionan una CL_{50} de 3 ppm, siendo nuestros resultados de 35.8 a 11.2 veces mayor en las poblaciones de Raíces, San Rafael y Saltillo. Finalmente para el insecticida profenofos, la CL_{50} mas baja fue para la población de Huachichil (1.85), seguida de San Rafael (2.29), Saltillo (2.79) y Raíces (3.63). Al respecto Bues *et al.* (2000) reportan una CL_{50} de 27 ppm para el producto organofosforado monocotrofos sobre el psílido del peral (*Cacopsyla pyri*) recolectado de la región de Avignon. Siendo este resultado 14.5 a 7.4 veces mayor a lo reportado para las cuatro poblaciones de nuestro estudio. Bues *et al.* (1999) reporta una CL_{50} de 7 ppm para el insecticida monocotrofos, para una población de *C. pyri* recolectada en la región productora del Sur de Francia, siendo de 3.7 a 1.9 veces mayor a lo reportado para las cuatro poblaciones de este estudio. De manera general podemos mencionar que la población de Huachichil presentó el valor más alto de CL_{50} para el producto cipermetrina, la región de Raíces para los productos abamectina, imidacloprid y profenofos; finalmente la población de San Rafael para los productos abamectina y endosulfan. Esta variación de respuestas posiblemente se deba a la gran diversidad de productos y métodos de aplicación que realiza cada uno de los

productores, al respecto Vega *et al.* (2008) mencionan que la falta de control se puede deber a factores como deficiente calibración, equipo de aplicación en mal estado, la gran diversidad de manejo y uso irracional de productos contra esta plaga.

En las Tablas 2, 3, 4 y 5 se presentan los resultados de la proporción de resistencia de las líneas de campo Huachichil, Saltillo, Raíces y San Rafael en función a la línea susceptible. Esta proporción de resistencia nos permite discriminar poblaciones con problemas de resistencia, considerando resistentes aquellas que presentan un factor de 10 veces al comparar las CL_{50} de las poblaciones de campo con la susceptible. Como se puede observar la proporción de resistencia para la línea de Huachichil fue de 0.3, 3.1, 5.3, 1.1 y 1.1 veces para los insecticidas abamectina, cipermetrina, endosulfan, imidacloprid y profenofos respectivamente. Para la población proveniente de Saltillo los valores fueron de 3.2, 1.6, 4.1, 20.4 y 1.6 veces para los mismos insecticidas. En relación a la población de Raíces la proporción de resistencia fue de 4.2, 2.6, 6.5, 29.3 y 2.1 veces y finalmente para la población de San Rafael presentó valores de 4.2, 1.4, 11.7, 9.2 y 1.3 veces para los mismos insecticidas. Como podemos observar (Tabla 2) para la población de Huachichil ninguno de los insecticidas supero el umbral de resistencia de 10 veces al comparar la CL_{50} de la población de campo con la susceptible. Para la población de Saltillo (Tabla 3) el producto imidacloprid superó el umbral de resistencia con un valor de 20.4 veces; el resto de los productos presentan valores bajos de proporción. Caso similar se presentó para la población de Raíces (Tabla 4) superando el imidacloprid el umbral de resistencia con un valor de 29.3 veces. Finalmente la población de San Rafael (Tabla 5) el insecticida endosulfan supera el umbral de resistencia con un valor de 11.7 veces; así mismo, el insecticida imidacloprid aunque no supera el umbral de resistencia presenta valores altos (9.2 veces). La razón de

encontrar niveles bajos de proporción de resistencia en la población de Huachichil y altos en algunos de los productos para las otras poblaciones, probablemente se deba a las fechas de siembra que se manejan en las cuatro regiones. Siendo la región de Huachichil la que se caracteriza por presentar siembras tempranas (Marzo-abril), presentando poblaciones migrantes del estado de San Luis Potosí y posteriormente estas poblaciones migran para las regiones de Saltillo, San Rafael y Raíces. Por lo que podemos mencionar que poblaciones migrantes de *B. cockerelli*, ya han pasado por una alta selectividad en campo. Al respecto Liu y Trumble (2007) reportan diferencia en la susceptibilidad en poblaciones nativas del Estado de Texas e invasivas del Estado de California, con valores de CL_{50} para los productos imidacloprid, Spinosad y Spiromesifen de 20.3, 7.6 y 15.4 ppm para la población de Texas y de 26.1, 24.3 y 25.1 ppm para la población de California. Por otro lado, la razón de encontrar al producto imidacloprid en tres de las cuatro poblaciones con problemas de resistencia, posiblemente se deba al uso de este producto en la región desde el año de 1993, en inicio se utilizó para el combate de mosquita blanca en chile y tomate, posteriormente se recomendó para el cultivo de papa; donde se realizan de dos a tres aplicaciones por temporada en la región (Al momento de la siembra al fondo del surco y dos aplicaciones foliares en el transcurso del desarrollo de la planta) (Anónimo, 2009). De este modo se han documentado varias especies de insectos plaga con resistencia a este insecticida, como lo menciona Zhao *et al.* (1995) reportando una proporción de resistencia de 14 veces en *Frankliniella occidentales*, así como Gorman *et al.* (2007) quienes mencionan una proporción de resistencia de 159 veces en *Trialeurodes vaporariorum*. Sin embargo, los productores de estas regiones mencionan que solo los productos neonicotinoides (imidacloprid) presentan controles efectivos. Afortunadamente la resistencia documentada a dichos insecticidas es inestable, Gutiérrez *et al.* (2007)

quienes reportan una disminución en la proporción de resistencia en mosquita blanca (*Bemisia tabaci*) con una CL_{50} de 29.8 ppm en F_3 a 6.3 ppm en F_6 para este insecticida. Por lo que su uso podría restringirse a la etapa crítica del cultivo (primeros 30 días). Finalmente para el producto endosulfan, que superó el umbral de resistencia en la población de San Rafael, posiblemente se deba al uso continuo de este producto para el control de otras especies insectiles del cultivo.

Conclusiones

En relación a la línea susceptible (Ls), esta mostró susceptibilidad para los insecticidas evaluados en este trabajo, por lo que podemos mencionar que esta línea se puede utilizar como línea de referencia en estudios de resistencia. Los resultados confirman resistencia para los productos imidacloprid y endosulfan en las poblaciones de Saltillo, Raíces y San Rafael; sin embargo el producto imidacloprid presenta resistencia inestable, por lo que el uso de este producto restringido a etapas críticas del cultivo puede ser una buena estrategia para el manejo de la resistencia a este producto. Así mismo podemos mencionar que la baja eficacia de estos insecticidas no se debe totalmente al desarrollo de resistencia por *B. cockerelli*, si no a otros factores en su uso.

Referencias

- ABBOTT, W. S. 1925. A method for computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*. 18: 265-267.
- ALMEYDA, L. H.; SÁNCHEZ, J. A.; GARZÓN, J. A. 2008. Detección molecular de fitoplasmas en papa. 25 – 37 pp. *In*: Flores, O. A. y R. H. Lira (eds). Detección, diagnóstico y manejo de la enfermedad punta morada de la papa. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. México.
- ANÓNIMO. 2009. Diccionario de Especialidades Agroquímicas. 19th Edición. Thomson, PLM. México. 762 p.
- BUES, R.; TOUBON, J. F.; BOUDINHON, L. 2000. Genetic analysis of resistance to azinphosmethyl in the pear psylla *Cacopsylla pyri*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 96: 159–166.
- BUES, R.; BOUDINHON, L.; TOUBON, J. F.; FAIVRER, F. 1999. Geographic and seasonal variability of resistance to insecticides in *Cacopsylla pyri* L. (Hom., Psyllidae). *Journal An applied Entomology*. 123: 289-297.
- BUJANOS, R.; MARÍN, A. 2007. Manejo racional de insecticidas para el control químico del pulgón saltador *Bactericera (=Paratrioza) cockerelli* (Sulc) en México. Memorias del Simposio Punta Morada de la Papa. XXIV Semana Internacional del Parasitólogo. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- CERNA, E.; OCHOA, Y.; AGUIRRE, U.; BADI, M.; GALLEGOS, G.; LANDEROS, J. 2009. Niveles de resistencia en poblaciones de *Tetranychus urticae* en el cultivo de la fresa. *Revista Colombiana de Entomología*. 35 (1): 47 – 51.

- CESAVEM (Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Estado de México). 2004. Manejo integrado de la paratrioza. Folleto Técnico. Toluca, Estado de México. 15 pp.
- CLARK, J. K.; SCOTT, J. G.; CAMPOS, F.; BLOOMQUIST, J. R. 1995. Resistance to avermectins: extent, mechanisms, and management implications. *Annual Review Entomology*. 40: 1-30.
- DÁVILA, M. D. 2007. Resistencia metabólica de *Bactericera* (*Paratrioza*) *cockerelli* Sulc (Hemiptera: Stenorrhynca) a insecticidas de diferente grupo toxicológico utilizando sinergistas. Tesis de Maestría en Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 82 pp.
- DENT, D. 2000. *Insect pest management*. CABI Publishing, Wallingford, United Kingdom.
- FINNEY, D. J. 1971. *Probit Analysis*. Cambridge at the Univ. Press. 3rd Ed. 120 p.
- FLORES, O. A.; ALEMÁN I. N.; NOTARIO, M. I. 2004. Alternativas para el manejo de la punta morada de la papa (p 66-90) In: Flores, O.A y Lira R.H. (eds). *Detección, diagnóstico y manejo de la enfermedad punta morada de la papa*. Parnaso. España. pp.135.
- GARZÓN T. J. A.; BUJANOS, R.; VELARDE, F. S.; MARÍN, J. A.; PARGA, V. M.; M. C., AVILES.; ALMEIDA, I. H.; SÁNCHEZ, A. J.; MARTÍNEZ, J. L.; GARZÓN, J. A. 2004. *Bactericera* vector de fitoplasmas en México (p 91-114). In: Flores, O.A y Lira R.H. (eds). *Detección, diagnóstico y manejo de la enfermedad punta morada de la papa*. Parnaso. España. pp.135.
- GEORGHIOU, G. P.; LAGUNES, A.. 1991. The occurrence of resistance to pesticides in arthropods. FAO. Rome, Italy. 318 p.

- GEORGHIOU, G. P. 1962. Carbamate insecticides: Toxication synergized carbamates against twelve resistant strain of the house fly. *Journal of Economic Entomology*. 55: 768-769.
- GORMAN, K., DEVINE, G.; BENNISON, J.; COUSSONS, P.; PUNCHARD, N.; DELHOM, I. 2007. Report of resistance to the neonicotinoid insecticide imidacloprid in *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae). *Pest Management Science*. 63: 555-558.
- GUTIÉRREZ, O. M.; RODRÍGUEZ, J. C.; LLANDERAL, C.; TERÁN, A. P.; LAGUNES, A.; DÍAZ, O. 2007. Estabilidad de la resistencia a neonicotinoides en *Bemisia tabaci* (Gennadius), Biotipo B de San Luis Potosí, México. *Agrociencia*. 41: 913-920.
- IRAC (Insecticide Resistance Action Committee). 2005. Susceptibility Test Methods *Series: Method 2 "Psylla spp. In: www.iraconline.org/documents/method2.pdf* (fecha de consulta: octubre 08,2009).
- LIU, D.; TRUMBLE, J.T. 2007. Comparative fitness of invasive and native populations of the potato psyllid (*Bactericera cockerelli*). *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 123: 35-42.
- MUNYANEZA J. E.; CROSSLIN, J. M.; UPTON, J. E. 2007. Association of *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Psyllidae) with "Zebra Chip" a new potato disease in Southwestern United States and México. *Journal of Economic Entomology*. 100: 656-663.
- RUBIO, C. O.; ALMEIDA, I. H.; IRETA, J.; SÁNCHEZ, J. A.; FERNÁNDEZ, R.; BORDON, J. T.; DIAZ, C.; GARZON, J. A.; ROCHA, R.; CADENA, M. 2006. Distribución de la punta morada y *Bactericera cockerelli* Sulc. En las

principales zonas productoras de papa en México. *Agricultura Técnica en México*. 32(2): 201-211.

SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación).2002.

Anuario estadístico agropecuario. SAGARPA, México, D. F. 258 pp.

SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación).2008.

Anuario estadístico agropecuario. SAGARPA, México, D. F. 276 pp.

SAS Institute Inc. 2002. Guide for personal computers. SAS institute, Cary, N.C.

VEGA, G. M. T.; RODRÍGUEZ, J. C.; DÍAZ, O.; BUJANOS, R.; MOTA, D.;

MARTÍNEZ, J. L.; LAGUNES, Á.; GARZÓN, J. A.. 2008. susceptibilidad a insecticidas en dos poblaciones mexicanas del salerillo, *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae). *Agrociencia*. 42: 463-471.

ZHAO, G.; LIU, W.; BROWN, J. M. 1995. Insecticidal resistance in field and laboratory strains of western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae). *Journal Economic Entomology*. 88: 1164-1170.

Tabla 1

Concentración letal y límites fiduciales de los insecticidas aplicados a la línea susceptible (Ls) de ninfas de cuarto estadio de *Bactericera cockerelli* (sulc).

Línea susceptible (Ls)					
Plaguicida	n	g.l.	Ppm		
			CL₅₀	Límites fiduciales 95 %	CL₉₅
Abamectina	480	5	0.06	(0.0367-0.1169)	0.9614
Cipermetrina	480	5	82.59	(26.894-178.799)	962.083
Endosulfan	480	5	62.28	(25.971-128.667)	2110.05
Imidacloprid	480	5	3.65	(1.8561-6.8615)	81.4120
Profenofos	480	5	1.67	(0.6570-3.4305)	48.3460

n: Número de ninfas de cuarto estadio de *B. cockerelli*, g.l.: Grados de libertad y Límites fiduciales = cinturones de confianza.

Tabla 2

Concentración letal y límites fiduciales de los insecticidas aplicados a ninfas de cuarto estadio de *Bactericera cockerelli* (sulc) de la línea de Huachichil (Hu) y su proporción de resistencia contra la línea susceptible.

Línea Huachichil (Hu)						
Plaguicida	n	g.l.	Ppm			Hu vs Ls
			CL₅₀	Límites fiduciales 95 %	CL₉₅	
Abamectina	480	5	0.02	(0.0127-0.0401)	0.3729	0.3 X
Cipermetrina	480	5	257.63	(150.876-393.278)	2130.5	3.1 X
Endosulfan	480	5	333.35	(302.571-365.868)	1250.8	5.3 X
Imidacloprid	480	5	4.17	(3.3730-6.0880)	85.02	1.1 X
Profenofos	480	5	1.85	(0.7909-3.8374)	34.858	1.1 X

n: Número de ninfas de cuarto estadio de *B. cockerelli*, g.l.: Grados de libertad, Hu vs

Ls: Proporción de resistencia y Límites fiduciales = cinturones de confianza.

Tabla 3

Concentración letal y límites fiduciales de los insecticidas aplicados a ninfas de cuarto estadio de *Bactericera cockerelli* (sulc) de la línea de Saltillo (Sa) y su proporción de resistencia contra la línea susceptible.

Línea Saltillo (Sa)						
Plaguicida	n	g.l.	Ppm			Sa vs Ls
			CL₅₀	Límites fiduciales 95 %	CL₉₅	
Abamectina	480	5	0.22	(0.0632-0.6271)	5.7799	3.2 X
Cipermetrina	480	5	135.74	(79.967-220.202)	2081.5	1.6 X
Endosulfan	480	5	260.44	(113.261-623.215)	8250.3	4.1 X
Imidacloprid	480	5	74.88	(47.876-127.171)	3254.6	20.4 X
Profenofos	480	5	2.79	(1.0458-7.2165)	77.023	1.6 X

n: Número de ninfas de cuarto estadio de *B. cockerelli*, g.l.: Grados de libertad, Sa vs Ls: Proporción de resistencia y Límites fiduciales = cinturones de confianza.

Tabla 4

Concentración letal y límites fiduciales de los insecticidas aplicados a ninfas de cuarto estadio de *Bactericera cockerelli* (sulc) de la línea de Raíces (Ra) y su proporción de resistencia contra la línea susceptible.

Línea Raíces (Ra)						
Plaguicida	n	g.l.	Ppm			Ra vs Ls
			CL₅₀	Límites fiduciales 95 %	CL₉₅	
Abamectina	480	5	0.29	(0.2241-0.3720)	4.2277	4.2 X
Cipermetrina	480	5	214.83	(69.803-717.656)	4914.3	2.6 X
Endosulfan	480	5	410.27	(363.481-460.037)	1877.6	6.5 X
Imidacloprid	480	5	107.37	(33.445-336.764)	1037.8	29.3 X
Profenofos	480	5	3.63	(0.8589-9.1608)	60.295	2.1 X

n: Número de ninfas de cuarto estadio de *B. cockerelli*, g.l.: Grados de libertad, Ra vs Ls: Proporción de resistencia y Límites fiduciales = cinturones de confianza.

Tabla 5

Concentración letal y límites fiduciales de los insecticidas aplicados a ninfas de cuarto estadio de *Bactericera cockerelli* (sulc) de la línea de San Rafael (SR) y su proporción de resistencia contra la línea susceptible.

Línea San Rafael (SR)						
Plaguicida	n	g.l.	Ppm			SR vs Ls
			CL₅₀	Límites fiduciales 95 %	CL₉₅	
Abamectina	480	5	0.29	(0.1800-0.4219)	3.1669	4.2 X
Cipermetrina	480	5	120.74	(17.746-734.100)	1978.2	1.4 X
Endosulfan	480	5	732.63	(477.883-1189.05)	5331.3	11.7 X
Imidacloprid	480	5	33.80	(9.3117-95.946)	1055.1	9.2 X
Profenofos	480	5	2.29	(0.2765-7.3794)	44.961	1.3 X

n: Número de ninfas de cuarto estadio de *B. cockerelli*, g.l.: Grados de libertad, SR vs

Ls: Proporción de resistencia y Límites fiduciales = cinturones de confianza.

CONCLUSIONES GENERALES

En relación a la línea susceptible (Ls), esta mostró susceptibilidad para los insecticidas evaluados en este trabajo, por lo que podemos mencionar que esta línea se puede utilizar como línea de referencia en estudios de resistencia. Los resultados confirman resistencia para los productos imidacloprid y endosulfan en las poblaciones de Saltillo, Raíces y San Rafael; sin embargo el producto imidacloprid presenta resistencia inestable, por lo que el uso de este producto restringido a etapas críticas del cultivo puede ser una buena estrategia para el manejo de la resistencia a este producto. Así mismo podemos mencionar que la baja eficacia de estos insecticidas no se debe totalmente al desarrollo de resistencia por *B. cockerelli*, si no a otros factores en su uso.

LITERATURA CITADA

- Abdullah, N. M. 2008. Life history of the potato psyllid *Bactericera cockerelli* (Homoptera: Psyllidae) in controlled environment agriculture in Arizona. African J. Agric. Research 3: 060-067.
- Almeyda, L. I. H.; Sánchez-S. J. A. y Garzón-T. J. A. 2006 Vectores causantes de punta morada de la papa en Coahuila y nuevo león, México (INIFAP)
- Almeyda, L. I.h., Sanchez P. M. A.; Rubi, C. O.; Ramos V. O. y Rocha P. M. A. 2002 Detección molecular de fitoplasma en insectos y malezas asociados al cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*) in Fuentes D., G. (ed) Memorias de XXIX Congreso internacional de la sociedad Mexicana de fitopatología. Resumen F-141
- Becerra A. Flora 1989. Biología de *Paratrioza cockerelli* (Sulc) y su relación con la enfermedad del “Permanente del tomate” en el Bajío. Tesis de Licenciatura. Univ. Aut. de Qro., Ciencias Químicas. 55 p.
- Blood HL, Richards BL, Wann, FB (1933). Studies of psyllid yellows of tomato. *Phytopathology* 23: 930.
- Burckhardt, D. y Lauterer, P. 1997. A taxonomic reassessment of the triozid genus *Bactericera* (Hemiptera: Psylloidea). *Journal of Natural History*. U.K. 31(1): 99-153.

- Cadena, H. M. A., P. R. Guzmán, M. Díaz, T. E. Zavala, L. H. Almeyda, H. López D., A. Rivera, P., y C. O. Rubio. 2003. Distribución, incidencia y severidad del pardeamiento y la brotación anormal en los tubérculos de papa (*Solanum tuberosum*L.) en Valles altos y sierras de los estados de México, Tlaxcala y el Distrito Federal, México. *Rev. Mex. Fitopatol.* 21: 248-258.
- Cranshaw, W. S. 2002 Manejo del psillido de la papa-tomate el cultivo de la papa. Memorias del XI congreso nacional de productores de papa. Septiembre del 26-28 del 2002. Leon Guanajuato Mexico. P 46-51.
- Cranshaw, 1998. *Pests Of The West Revised Prevention And Control For Today's Garden And Small Farm.* Fulcrum Publishing Golden, Colorado, Pp: 248.
- Cranshaw, 1993, *An Annotated Bibliography Of Potato/Tomato Psyllid, Paratriza cockerelli (Sulc) (Homoptera; Psyllidae),* Colorado State Agric. Stn. Tech. Bull., Tb93-95
- Cranshaw, W. S. 1994. The potato (tomato) psyllid, *Paratriza cockerelli (Sulc)*, as a pest of potatoes, pp. 83-95. In G. W. Zehnder, M. L. Powelson, R. K. Hansson, and K. V. Raman [ed.] *Advances in Potato Pest Biology and Management*, APS Press, St. Paul, Minnesota.
- Cranshaw, W. S. 1989. Potato insect control. *Insecticide and Acaricide Tests.* 14: 136.
- Crawford DL (1911). American Psyllidae III. (Triozinae). *Pom. J. Entomol.* 3: 422-453.

Daniels, L.B. 1934. The tomato psyllid and the control of psyllid yellows of the potatoes. Colorado Agricultural College. Bulletin 410. June.

Delgado, S. F. 1999. Alteraciones histológicas causados por fitoplasma asociada al “permanente del jitomate” en Guanajuato. XXVI Congreso Nacional de Fitopatología. 320 p

FAOSTAT. 2007 <http://faostat.fao.org/default.aspx>

García, N. B. C. 2007. Transmisión de fitoplasmas por *Bactericera cockerelli* (Sulc) a plantas de Chile, papa y tomate. Tesis Doctoral. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del I.P.N. Unidad de Biotecnología e Ingeniería Genética de Plantas.

Feng, M. G., T. J. Poprawski and G. G. Khachatourians. 1994. Production, formulation and application of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* for insect control: current status. *Biocontrol Sci. Technol.* 4: 3-34.

Garza, E., U. y A. Rivas M. 2003. Manejo integrado de las plagas del Chile y jitomate en la zona de San Luis Potosí. INIFAB-CIRNE. Campo experimental Ebano. Folleto para productores Num.5. San Luis Potosí, México. 47 p.

Garzón, T. J. A. 1984. Enfermedad del “permanente” del jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en Celaya, Gto. In: Resúmenes del XI Congreso

Nacional de Fitopatología. Sociedad Mexicana de Fitopatología, A. C. México. p: 138.

Garzón, T. J. A. 2003. El pulgón Saltador o la Paratrioza, una amenaza para la horticultura de Sinaloa. In: Memoria del Taller sobre Paratrioza cockerelli Sulc. como plaga y vector de fitoplasmas en hortalizas. Culiacán, Sinaloa. México. pp: 9-12.

Garzon, T. J. A.; Bujanos, M. R. Velarde, F. S.; Marin, J. A.; T. V. M.; Aviles, G. M. C.; Almeyda, I. H.; Snachez, S. J. A; Martinez, C. J. L. y Garzon, C. J. A 2004. Bactericera (Paratrioza) cockerello Sulc vector de fitoplasma en Mexico

Ferguson G, Shipp L (2002). New pests in Ontario greenhouse vegetables. Bulletin-OILB/SROP. 2002: 69-72.

Knowlton, G. F. and M. J. Janes. 1931. Studies on the biology of Paratrioza cockerelli (Sulc). Entomol. Soc. Am. Ann. 24: 283-291.

Inglis, G. D., D. L. Johnson and M. S. Goettel. 1997. Effects of temperature and sunlight on mycosis (Beauveria bassiana) (Hyphomycetes: Symptodosporae) of grasshoppers under field conditions. Environ. Entomol. 26: 400-409.

- Johnson, S. A. 1971. The effectiveness of *Tetrastichus triozae* Burks (Hymenoptera: Eulophidae) as a biological control agent of *Paratrioza cockerelli* (Sulc.) (Homoptera: Psyllidae) in north central Colorado. M.S. Thesis, CO. State Univ., Fort Collins 45 pp.
- Lawson D S, Dumbar D M, White S M (1999) Actara 25 WG: control of cotton pest with a new neonicotinoid insecticide, thiametoxan. Proc Beltwide Cotton Conference, Memphis 2: 1106-1109.
- Leyva, L. N. E., J. C. Ochoa, D. Leal, and J. P. Martínez. 2002. Multiple phytoplasmas associated with potato diseases in Mexico. Canadian J. Microbiology 48: 1062-1068.
- List, G. M. 1939 The effect of temperature upon egg deposition, egg hatch, and nymphal development of *Paratrioza cockerelli* (Sulc). J. Econ. Entomol. 32: 30-36.
- Liu, D., L. Johnson, and J. T. Trumble. 2006. Differential responses to feeding by the tomato/potato psyllid between two tomato cultivars and their implications in establishment of injury levels and potential of damaged plant recovery. Insect Science 13: 195-204.
- List, G. M. 1939. The effect of temperature upon egg deposition, egg hatch, and nymphal development of *Paratrioza cockerelli* (Sulc). J. Econ. Entomol. 32: 30-36.

- Lorus, M., and M. Marguery. 1980. Field guide to North American insects and spiders. National Audubon Society. Alfred A. Knopf, New York. p 499.
- Munyanza, J.E., J. M. Crosslin, and J. E. Upton. 2007. Association of *Bactericera cockerelli* (Homoptera: Psyllidae) with “Zebra Chip,” a new potato disease in Southwestern United States and México. *J. Econ. Entomol.* 100: 656-663.
- Ramírez, M. G., Santamaria , E. C., Mendez, R. J. S., Rios F. J. L., Hernandez S. J. R., Pedro M. J.G., 2008, Evaluacion De Insecticidas Alternativos Para El Control De Paratrioza (*Bactericera Cockerelli* B.Y L.) (Homoptera: Triozidae) En El Cultivo De Chile Jalapeño(*Capsicum annum* L.) *Rev. Cahpingo Z. Aridas.* 2008. Vol. 7 <http://www.chapingo.uruza.edu.mx>
- Richards, B., L.1927. A new and destructive disease of the potato in Utah and its relation to the potato psyllid. *Proc. Potato assoc. Amer.* 14:94.
- Rowe, J. A. and G. F. Knowlton. 1935. Studies upon the morphology of *Paratrioza cockerelli* (Sulc). *Utah Acad. Sci. Proc.* 12: 233-239.
- Rubio, C. O.; Almeida, I. H.; Ireta, J.; Sánchez, J. A.; Fernández, R.; Bordon, J. T.; Diaz, C.; Garzon, J. A.; Rocha, R.; Cadena, M. 2006. Distribución de la punta morada y *Bactericera cockerelli* Sulc. En las principales zonas productoras de papa en México. *Agricultura Técnica en México.* 32(2): 201-211.

- Servín, R., Tejas, A. y Cota A. 2008 Primer Reporte de *Bactericera cockerelli* Sulc, en Plantaciones Hortícolas de Baja California Sur, México, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. Apdo. Postal 128, La Paz, B.C.S., México 23090, S. E. S.
- Stoetzel, M. B. 1989. Common Names of Insects & Related Organisms, Entomol. Soc. Amer. 199 pp.
- Sulc, K. 1909. *Trioza cockerelli* n.sp., a novelty from North America, being also of economic importance. Acta Soc. Entomol. Bohemiae 6:102 –108.
- Toschi, C. A. 1965. The taxonomy, life histories and mating behavior of the green lacewings of Strawberry Canyon (Neuroptera: Chrysopidae). Hilgardia. 36: 391-433.
- Pack HJ (1930). Potato psyllid. Utah Agric. Expt. Stn. Bull. 216: 21.
- Pletsch, D. J. 1947. The potato psyllid *Paratrioza cockerelli* (Sulc), its biology and control. Montana Agric. Expt. Stn. Bull. 446: 95pp.
- Rascon-Emilio A. 1999. Producción de tubérculos-semilla de papa (*Solanum tuberosum* L.) mediante esquejes de tallos y mini tubérculos bajo invernadero. Tesis UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. p. 1-7.

SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación).2002.

Anuario estadístico agropecuario. SAGARPA, México, D. F. 258 pp.

Liu D, Trumble JT, Stouthamer R (2006). Genetic differentiation between eastern populations and recent introductions of potato psyllid (*Bactericera cockerelli*) into western North America. *Ent. Exp. et Applic.* 118: 177-183.

List, G. M., and L. B. Daniels. 1934. A promising control for psyllid yellows of potatoes. *Science*: 79: 79.

Wallis, L., R. 1951. El psílido de la papa. *Los insectos y las legumbres*. p:568-591.

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

Weinzierl, R. and T. Henn 1989. Alternatives in insect management: microbial insecticides, Rep. No. 1295. University of Illinois, Urbana-Champaign.

ANEXO

Cuadro A1. Concentraciones evaluadas con el insecticida endosulfan 24 hrs de exposición y el número de individuos observados y muertos de ninfas de *B. cockerelli* en la población de Saltillo, así como el porcentaje de mortalidad.

DOSIS	# DE INDIVIDUOS EXPUESTOS	# DE INDIVIDUOS MUERTOS	MC
TESTIGO	60	1	0.00
1	56	2	1.94
10	64	7	9.43
50	58	12	19.35
200	67	21	30.18
500	65	35	53.06
1000	78	67	85.66
1500	58	50	85.97

Cuadro A2. Concentraciones evaluadas con el insecticida endosulfan 24 hrs de exposición y el número de individuos observados y muertos de ninfas de *B. cockerelli* en la población de Huchichil, así como el porcentaje de mortalidad.

DOSIS	# DE INDIVIDUOS EXPUESTOS	# DE INDIVIDUOS MUERTOS	MC
TEST	72	1	
100	66	6	7,55
150	64	14	20,55
300	57	23	39,34
500	63	41	64,49
700	62	49	78,68
1000	53	51	96,16
1500	65	64	98,44

Cuadro A3. Concentraciones evaluadas con el insecticida endosulfan 24 hrs de exposición y el número de individuos observados y muertos de ninfas de *B. cockerelli* en la población de Raíces, así como el porcentaje de mortalidad.

DOSIS	# DE INDIVIDUOS EXPUESTOS	# DE INDIVIDUOS MUERTOS	MC
TESTIGO	56	7	0.00
50	68	9	0.84
100	76	12	3.76
300	54	28	44.97
500	74	45	55.21
1000	54	47	85.19
1500	77	70	89.61
2000	74	71	95.37

Cuadro A4. Concentraciones evaluadas con el insecticida endosulfan 24 hrs de exposición y el número de individuos observados y muertos de ninfas de *B. cockerelli* en la población de San Rafael, así como el porcentaje de mortalidad.

DOSIS	# DE INDIVIDUOS EXPUESTOS	# DE INDIVIDUOS MUERTOS	MC
TESTIGO	87	3	0.00
50	59	4	3.45
100	62	7	8.12
300	59	14	21.00
500	61	18	26.99
1000	77	40	50.23
1500	78	57	72.12
2000	66	62	93.72

Cuadro A5. Concentraciones evaluadas con el insecticida Cipermetrina 24 hrs de exposición y el número de individuos observados y muertos de ninfas de *B. cockerelli* en la población de Saltillo, así como el porcentaje de mortalidad.

DOSIS	# DE INDIVIDUOS EXPUESTOS	# DE INDIVIDUOS MUERTOS	MC
TESTIGO	56	1	0.00
10	54	6	11.11
30	58	13	22.41
100	69	29	42.03
200	66	29	43.94
500	45	37	82.22
1000	52	49	94.23
1500	54	53	98.15

Cuadro A6. Concentraciones evaluadas con el insecticida Cipermetrina 24 hrs de exposición y el número de individuos observados y muertos de ninfas de *B. cockerelli* en la población de Huchichil, así como el porcentaje de mortalidad

DOSIS	# DE INDIVIDUOS EXPUESTOS	# DE INDIVIDUOS MUERTOS	MC
TEST	72	3	
30	59	7	10,26
100	65	15	21,29
300	71	33	44,69
500	64	40	60,71
700	56	43	75.00
1000	58	56	94,76
1500	61	60	96,57

Cuadro A7. Concentraciones evaluadas con el insecticida Cipermetrina 24 hrs de exposición y el número de individuos observados y muertos de ninfas de *B. cockerelli* en la población de Raíces, así como el porcentaje de mortalidad.

DOSIS	# DE INDIVIDUOS EXPUESTOS	# DE INDIVIDUOS MUERTOS	MC
TESTIGO	52	1	0.00
10	61	7	9.74
30	54	12	20.70
100	47	16	32.75
200	57	20	33.81
500	55	25	44.39
1000	51	46	90.00
1500	55	54	98.15

Cuadro A8. Concentraciones evaluadas con el insecticida Cipermetrina 24 hrs de exposición y el número de individuos observados y muertos de ninfas de *B. cockerelli* en la población de San Rafael, así como el porcentaje de mortalidad.

DOSIS	# DE INDIVIDUOS EXPUESTOS	# DE INDIVIDUOS MUERTOS	MC
TESTIGO	56	0	0.00
10	59	11	18.64
50	73	16	21.92
100	65	17	26.15
200	67	35	52.24
400	56	47	83.93
500	42	39	92.86

Cuadro A9. Concentraciones evaluadas con el insecticida Imidacloprid 24 hrs de exposición y el número de individuos observados y muertos de ninfas de *B. cockerelli* en la población de Saltillo, así como el porcentaje de mortalidad.

DOSIS	# DE INDIVIDUOS EXPUESTOS	# DE INDIVIDUOS MUERTOS	MC
TESTIGO	53	2	3.7
1	54	3	5.5
5	58	4	6.8
10	49	11	22.4
30	53	13	24.5
50	66	18	27.2
100	56	39	46.4
200	59	31	52.5
500	53	40	75.4

Cuadro A10. Concentraciones evaluadas con el insecticida Imidacloprid 24 hrs de exposición y el número de individuos observados y muertos de ninfas de *B. cockerelli* en la población de Huachichil, así como el porcentaje de mortalidad.

DOSIS	# DE INDIVIDUOS EXPUESTOS	# DE INDIVIDUOS MUERTOS	MC
TEST	60	7	
1	59	14	17,50
2,5	62	26	37,20
5	57	34	56,36
10	55	42	73,24
50	62	58	92,70
100	56	54	95,96

Cuadro A11. Concentraciones evaluadas con el insecticida Imidacloprid 24 hrs de exposición y el número de individuos observados y muertos de ninfas de *B. cockerelli* en la población de Raíces, así como el porcentaje de mortalidad.

DOSIS	# DE INDIVIDUOS EXPUESTOS	# DE INDIVIDUOS MUERTOS	MC
TESTIGO	62	5	8.06
1	63	10	15.8
5	68	16	23.5
30	58	15	25.8
50	64	20	31.2
100	56	22	39.2
200	62	31	50.0
500	65	38	58.4

Cuadro A12. Concentraciones evaluadas con el insecticida Imidacloprid 24 hrs de exposición y el número de individuos observados y muertos de ninfas de *B. cockerelli* en la población de San Rafael, así como el porcentaje de mortalidad.

DOSIS	# DE INDIVIDUOS EXPUESTOS	# DE INDIVIDUOS MUERTOS	MC
TESTIGO	48	2	4.1
1	55	9	16.3
10	52	12	23.0
30	49	16	32.6
50	55	19	34.5
100	52	28	53.8
200	56	39	69.6
500	58	46	79.0

Cuadro A13. Concentraciones evaluadas con el insecticida Abamectina de 48 hrs de exposición y el número de individuos observados y muertos de ninfas de *B. cockerelli* en la población de Saltillo, así como el porcentaje de mortalidad.

DOSIS	# DE INDIVIDUOS EXPUESTOS	# DE INDIVIDUOS MUERTOS	MC
TEST	67	8	
0,01	61	11	13,86
0,1	58	15	22,09
0,25	66	28	39,50
0,5	65	46	69,28
1	71	56	77,80
2,5	61	59	96,55

Cuadro A14. Concentraciones evaluadas con el insecticida Abamectina de 48 de exposición y el número de individuos observados y muertos de ninfas de *B. cockerelli* en la población de Huachichil, así como el porcentaje de mortalidad.

DOSIS	# DE INDIVIDUOS EXPUESTOS	# DE INDIVIDUOS MUERTOS	MC
TEST	53	5	
0,01	60	17	24,69
0,03	57	30	50,22
0,06	52	41	77,77
0,1	58	50	85,51
0,5	60	56	92,99
1	62	61	98,31

Cuadro A15. Concentraciones evaluadas con el insecticida Abamectina de 48 hrs de exposición y el número de individuos observados y muertos de ninfas de *B. cockerelli* en la población de Raíces, así como el porcentaje de mortalidad.

DOSIS	# DE INDIVIDUOS EXPUESTOS	# DE INDIVIDUOS MUERTOS	MC
TEST	53	7	
0,1	58	20	24,51
0,5	88	57	59,41
1	107	94	86,00
2,5	143	126	86,30
5	102	98	95,48
7,5	143	141	98,39

Cuadro A16. Concentraciones evaluadas con el insecticida Abamectina de 48 hrs de exposición y el número de individuos observados y muertos de ninfas de *B. cockerelli* en la población de San Rafael, así como el porcentaje de mortalidad.

DOSIS	# DE INDIVIDUOS EXPUESTOS	# DE INDIVIDUOS MUERTOS	MC
TEST	62	3	
0,1	77	26	30,40
0,25	84	35	38,70
0,5	66	39	57,01
1	94	80	84,35
2,5	105	99	94,00
5	61	60	98,28

Cuadro A17. Concentraciones evaluadas con el insecticida Profenosfos 24 hrs de exposición y el número de individuos observados y muertos de ninfas de *B. cockerelli* en la población de Saltillo, así como el porcentaje de mortalidad.

DOSIS	# DE INDIVIDUOS EXPUESTOS	# DE INDIVIDUOS MUERTOS	MC
TEST	60	4	
0,1	58	6	6,90
0,5	67	19	25,60
1	52	17	30,10
5	52	22	40,09
7,5	72	43	58,17
10	60	51	84,42
30	55	54	98,11

Cuadro A18. Concentraciones evaluadas con el insecticida Profenosfos 24 hrs de exposición y el número de individuos observados y muertos de ninfas de *B. cockerelli* en la población de Huchichil, así como el porcentaje de mortalidad.

DOSIS	# DE INDIVIDUOS EXPUESTOS	# DE INDIVIDUOS MUERTOS	MC
TEST	49	2	
0,5	50	6	8,62
0,1	49	15	27,94
1	54	18	30,77
5	54	28	50,00
10	59	53	89,44
20	59	56	94,72
30	57	56	98,18

Cuadro A19. Concentraciones evaluadas con el insecticida Profenofos 24 hrs de exposición y el número de individuos observados y muertos de ninfas de *B. cockerelli* en la población de Raíces, así como el porcentaje de mortalidad.

DOSIS	# DE INDIVIDUOS EXPUESTOS	# DE INDIVIDUOS MUERTOS	MC
TEST	54	2	
0,1	70	11	12,47
1	86	19	19,10
5	60	49	80,96
10	56	46	81,46
15	69	62	89,46
20	60	59	98,27

Cuadro A20. Concentraciones evaluadas con el insecticida Profenofos 24 hrs de exposición y el número de individuos observados y muertos de ninfas de *B. cockerelli* en la población de San Rafael, así como el porcentaje de mortalidad.

DOSIS	# DE INDIVIDUOS EXPUESTOS	# DE INDIVIDUOS MUERTOS	MC
TEST	56	0	
0,1	68	4	5,88
1	74	13	17,57
10	80	44	55,00
20	64	58	90,63
30	62	58	93,55
50	66	64	96,97