

Determinación de la resistencia a insecticidas en cuatro poblaciones del psílido de la papa *Bactericera cockerelli* (Sulc.) (Hemiptera: Triozidae)

Determination of insecticide resistance in four populations of potato psyllid *Bactericera cockerelli* (Sulc.) (Hemiptera: Triozidae)

Cerna E, Y Ochoa, LA Aguirre, M Flores, J Landeros

Resumen. La región papera del sureste de Coahuila y Nuevo León, México, aporta el 15% de la producción nacional. Sin embargo, esta se ve afectada por diversos factores. Entre ellos, el psílido o pulgón saltador, *Bactericera* (=Paratrioza) *cockerelli* (Sulc.) es una de las plagas más importantes de este cultivo. Su control se basa en la aplicación de insecticidas, obteniendo controles no satisfactorios y una alta presión de selección. Por tal motivo se evaluaron cinco insecticidas (abamectina, cipermetrina, endosulfan, imidacloprid y profenofós) en cuatro poblaciones de campo de *B. cockerelli*, y una línea susceptible de laboratorio. Las poblaciones de campo fueron recolectadas en invernaderos y huertos comerciales de Huachichil, Saltillo, Raíces y San Rafael. Los bioensayos se realizaron en el laboratorio de toxicología de la Universidad Antonio Narro. Se utilizó la técnica de inmersión, en hojas, con el propósito de determinar los niveles de CL_{50} , límites de confianza y la proporción de resistencia (RR) en relación con la línea susceptible de laboratorio. La población de Huachichil no superó la RR (10X) para todos los insecticidas (Población sin problemas de resistencia). Las poblaciones de Saltillo y Raíces mostraron valores de RR de 20,4 y 29,3, respectivamente, para el insecticida imidacloprid, y la población de San Rafael mostró valores altos (11,7) para el insecticida endosulfan, superando el umbral de resistencia.

Palabras clave: Pulgón saltador; Resistencia a insecticidas; Papa.

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. Its control is based on Insecticide applications, leading to unsatisfactory results and high selection pressure. Five insecticides were evaluated in four field populations of *B. cockerelli* from the growing region, using a susceptible laboratory line for comparison. The field populations were collected from greenhouse and commercial orchards 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 CL_{50} levels, confidence limits and resistance levels as compared to the susceptible laboratory line. The Huachichil's population did not exceed the resistance ratio (10X) in any insecticide Population without resistance problems. Saltillo and Raices populations exceed the resistance ratio with values of 20.4 and 29.3 times respectively, for the insecticide imidachloprid, and San Rafael population showed values 11.7 times for the insecticide endosulphan, above the resistance threshold.

Keywords: Potato psyllid; Insecticide resistance; Potato.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de la papa en México ocupa 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 éste es susceptible a más de 300 especies de plagas (SAGARPA, 2002). El psílido o pulgón saltador, *Bactericera* (= *Paratrioza*) *cockerelli* Sulc, es una de las plagas más importantes de este cultivo en México (Vega et al., 2008). *Bactericera cockerelli* causa daño directo al succionar la savia de las plantas e inyectar una toxina sistémica (Munyanza et al., 2007); además, ocasiona un daño indirecto al transmitir fitoplasmas (Garzón et al., 2004). Almeyda et al. (2008) detectaron la relación de este 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. En los años 2003 y 2004, la incidencia de esta enfermedad fue del 100% en la región Sur de Coahuila y Nuevo León, ocasionando pérdidas millonarias, ya que el rendimiento se redujo hasta en un 90%. Recientemente a este insecto se lo ha relacionado con una nueva enfermedad de la papa, denominada "Zebra Chip" (Munyanza et al., 2007).

Para el control de *B. cockerelli* se han utilizado varias alternativas, como el uso de trampas de colores, de enemigos naturales y principalmente la aplicación de productos agroquímicos de manera indiscriminada. Al respecto Dent (2000) mencionó que existen efectos negativos por el uso intensivo de los insecticidas. Éstos incluyen el desarrollo de resistencia a los insecticidas en las poblaciones de plagas, la acumulación y persistencia de los compuestos en el ambiente y la disminución de las poblaciones de los organismos benéficos. En general, los productores de este cultivo realizan de 5 hasta 30 aplicaciones de insecticidas para el control de este vector (Rubio et al., 2006; Almeyda et al., 2008) y, particularmente en el estado de Coahuila se realizan hasta 12 aplicaciones de insecticidas para el manejo de *B. cockerelli* (Vega et al., 2008). Por otro lado, podemos mencionar que la presencia de resistencia en esta especie ha sido poco investigada en el mundo. Al respecto, Liu y Trumble (2007) mencionaron que en la región productora de tomates en California, se ha visto un incremento en la aplicación de plaguicidas como Acefato y Metomil en combinación con Esfenvalerato desde el año 1998. Así mismo Berry et al. (2009) evaluaron 13 insecticidas en los cultivos de papa y tomate en Nueva Zelanda, reportando controles inferiores al 50% para los insecticidas Buprofezin, Pimetrozine e Imidacloprid a dosis comerciales. En México son pocos los estudios formales que se han realizado sobre la posible resistencia de esta especie. Bújanos y Marín (2007) reportaron la CL_{50} para 23 insecticidas evaluados contra ninfas de *B. cockerelli*, donde la Gamma-Cyhalotrina, Metamidofos, Dimetoato y Pimetro-

zine fueron los que tuvieron los valores más altos con 578, 250, 2490 y 347 ppm, respectivamente. Por otro lado, Vega et al. (2008) evaluaron seis insecticidas en dos poblaciones de campo, siendo el producto Dimetoato el que presentó los valores más elevados de CL_{50} para las dos poblaciones con 199,4 y 175,9 ppm. El desarrollo de la resistencia en esta especie no está considerado como un problema grave. Sin embargo, el incremento del número de aplicaciones a través de los años, es una señal clara de que debemos utilizar herramientas que nos permitan conocer el nivel de resistencia de esta especie. El objetivo de la presente investigación fue determinar el nivel de resistencia de cuatro poblaciones de *B. cockerelli* provenientes de los cultivos de papa de las regiones productoras del sureste de Coahuila y Nuevo León, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el Laboratorio de Toxicología del Departamento de Parasitología Agrícola de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). Para el establecimiento del pie de cría de *B. cockerelli*, se realizaron cinco muestreos en las principales zonas productoras de papa: sureste de Coahuila (Saltillo (Sa), Huachichil (Hu)) y Nuevo León [Raíces (Ra), San Rafael (SR)]. Para la región productora del estado de Coahuila, las muestras fueron tomadas de cuatro lotes comerciales de papa, variedades Alpha, Gigant y Atlantic, en el ejido de Huachichil, y de seis invernaderos de tomate saladett en el ejido de Saltillo. Para la región productora de Nuevo León, las muestras fueron tomadas de seis lotes comerciales de papa variedades Golden y Atlantic en el ejido de Raíces, y de cuatro lotes de papa variedad Gigant en el ejido de San Rafael. Para cada sitio de muestreo (lotes) se recolectaron al menos 200 hojas infestadas con ninfas de *B. cockerelli*, en 10 puntos al azar, y se realizaron 100 pasadas con la red entomológica en un rango de 100 m lineales para la captura de adultos. Como línea susceptible (LS) se utilizó una población recolectada en invernaderos de investigación de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, sobre plantas de chile y mantenida sin la aplicación de insecticidas desde el año 2004.

El material biológico recolectado se trasladó al invernadero de Parasitología Agrícola de la UAAAN, donde se colocó en cinco camas de siembra (una cama para cada localidad) de 2,5 x 1 m cada una. Dichas camas de siembra se cubrieron con tela organza; cada cama contuvo 50 plantas de papa variedad Alpha. No se requirió retirar a los adultos después de la ovoposición, ya que la diferenciación de los estadios ninfales es relativamente fácil. La cría de esta especie se realizó bajo condiciones de invernadero con 26 ± 4 °C de temperatura, 70% de H.R. y 14:10 h luz: oscuridad.

Los bioensayos se realizaron de acuerdo con la técnica de inmersión de hoja para el psílido del peral (*Psylla* spp.) con ligeras modificaciones (IRAC, 2005). Para ello, se selecciona-

ron hojas del estrato medio, de una cama con plantas de papa variedad Alpha libres de infestación con *B. cockerelli*. En el envés de dichas hojas, se colocaron 20 ninfas de cuarto estadio (de F1). Luego de 30 min, las hojas se sumergieron durante 5 s en las concentraciones de insecticida estudiadas. Las hojas tratadas se dejaron secar en papel absorbente y posteriormente se colocaron en recipientes de plástico de 20 x 20 cm, con papel húmedo. El bioensayo se realizó bajo condiciones de laboratorio (24 ± 2 °C de temperatura, 60% de H.R. y 12:12 horas luz: oscuridad). Los insecticidas utilizados fueron seleccionados de acuerdo con el manejo reportado por los productores y los Comités Estatales de Sanidad Vegetal de Coahuila y del Estado de México (Manejo integrado de la paratrizoza, 2004).

Los insecticidas seleccionados fueron Abamectina (Agrimec CE® 18 g de i.a./L, lactona macrocíclica), Cipermetrina (Cipermetrina 200 CE® 200 g de i.a./L, piretroide), Imidacloprid (Picador 70 PH® 350 g de i.a./L, neonicotinoide), Endosulfan (Thiodan 35 CE® 350 g de i.a./L, clorado) y Profenofós (Curacron 8 CE® 960 g de i.a./L, organofosforado).

Para la preparación de las diferentes concentraciones se utilizó agua destilada y el producto bionex® como dispersante, en una proporción 1 mL: 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

Tabla 1. Concentraciones letales (CL_{50} y CL_{95}), límites fiduciales (LF = límites de confianza) y su proporción de resistencia (PR) de los insecticidas aplicados a ninfas de cuarto estadio ($n = 420$) de *Bactericera cockerelli* (Sulc).

Table 1. Lethal concentration, (CL_{50} and CL_{95}), confidence limits [LF (95%)] and resistance ratio (PR) of insecticides applied to fourth instar nymphs of *Bactericera cockerelli* (Sulc).

Plaguicida	Población	n	g.l.	ppm			PR
				CL_{50}	LF (95%)	CL_{95}	
abamectina	Ls	420	5	0,06	(0,036-0,116)	0,9614	
	Hu	420	5	0,02	(0,012-0,040)	0,3729	0,3 X
	Sa	420	5	0,22	(0,063-0,627)	5,7799	3,2 X
	Ra	420	5	0,29	(0,224-0,372)	4,2277	4,2 X
	SR	420	5	0,29	(0,180-0,421)	3,1669	4,2 X
cipermetrina	Ls	420	5	82,59	(26,89-178,79)	962,083	
	Hu	420	5	257,63	(150,87-393,27)	2130,5	3,1 X
	Sa	420	5	135,74	(79,96-220,20)	2081,5	1,6 X
	Ra	420	5	214,83	(69,80-717,65)	4914,3	2,6 X
	SR	420	5	120,74	(17,74-734,10)	1978,2	1,4 X
endosulfan	Ls	420	5	62,28	(25,97-128,66)	2110,05	
	Hu	420	5	333,35	(302,57-365,86)	1250,8	5,3 X
	Sa	420	5	260,44	(113,26-623,21)	8250,3	4,1 X
	Ra	420	5	410,27	(363,48-460,03)	1877,6	6,5 X
	SR	420	5	732,63	(477,8-1189,05)	5331,3	11,7 X*
imidacloprid	Ls	420	5	3,65	(1,856-6,861)	81,4120	
	Hu	420	5	4,17	(3,373-6,088)	85,02	1,1 X
	Sa	420	5	74,88	(47,87-127,17)	3254,6	20,4 X*
	Ra	420	5	107,37	(33,44-336,76)	1037,8	29,3 X*
	SR	420	5	33,80	(9,311-95,94)	1055,1	9,2 X
profenofos	Ls	420	5	1,67	(0,657-3,430)	48,3460	
	Hu	420	5	1,85	(0,790-3,837)	34,858	1,1 X
	Sa	420	5	2,79	(1,045-7,216)	77,023	1,6 X
	Ra	420	5	3,63	(0,858-9,160)	60,295	2,1 X
	SR	420	5	2,29	(0,276-7,379)	44,961	1,3 X

g l.: Grados de libertad; *:Valores que superan la Proporción de Resistencia (Umbral 10X).

ninfa muerta aquella que presentaba los apéndices pegados al cuerpo, estaba deshidratada o no reaccionaba al estímulo del pincel. Se efectuaron seis concentraciones de cada plaguicida para cada población. Además se realizaron tres repeticiones de cada bioensayo, y cada repetición incluyó un testigo de agua con bionex. El máximo nivel de mortalidad aceptable para el testigo fue del 10%; la mortalidad ocasionada por los diferentes insecticidas fue corregida por aquella en el testigo mediante la fórmula de Abbott (1925).

Se estimaron los valores de Concentración Letal 50 (CL_{50}) de cada insecticida para las líneas de campo y la línea susceptible. Luego se calculó la Proporción de Resistencia (PR) para cada insecticida como el cociente entre la CL_{50} de cada una de las líneas de campo y la CL_{50} de la línea susceptible. Se consideró que si el resultado fue mayor a 10x, existieron problemas de resistencia (Georghiou, 1962; Cerna et al., 2009).

Los datos obtenidos se analizaron por un análisis Probit, mediante el método de máxima verosimilitud (Finney, 1971), utilizando el programa SAS para Windows (2002).

RESULTADOS

En la Tabla 1 se muestran los valores de CL_{50} del producto abamectina en relación a las cinco poblaciones en estudio; se formaron dos grupos de respuesta. El primero con las poblaciones de Hu y LS, con valores de CL_{50} de 0,02 y 0,06 ppm, respectivamente. El segundo grupo incluyó las poblaciones de Sa, Ra y SR, con valores de CL_{50} de 0,22; 0,29 y 0,29 ppm, respectivamente. No se presentaron diferencias en la respuesta a la cipermetrina en las cinco poblaciones (Límites fiduciales traslapados). Sin embargo, los valores más bajo (120,74 ppm) y más alto (257,63 ppm) de CL_{50} lo presentaron las poblaciones de campo SR y Hu, respectivamente. Por otro lado, para el producto endosulfan, la Ls (62,28 ppm) mostró diferencias significativas (a nivel de CL_{50}) con todas las líneas de campo, excepto con la población Sa (260,44 ppm), traslapándose en sus límites fiduciales (Tabla 1). Con respecto al producto imidacloprid, se obtuvo una respuesta similar a la encontrada en abamectina, formándose dos grupos. El primer grupo se formó con las poblaciones Ls (3,65 ppm) y Hu (4,17 ppm). El segundo grupo incluyó a las poblaciones de Sa (74,88 ppm), Ra (107,37 ppm) y SR (33,80 ppm). Finalmente, no se encontraron diferencias significativas en la respuesta de las cinco poblaciones al producto profenofos (Tabla 1).

En la Tabla 1 se presentan los resultados de la proporción de resistencia (PR) a los productos abamectina, cipermetrina, endosulfan, imidacloprid y profenofos en las líneas de campo Hu, Sa, Ra y SR. Esta proporción de resistencia nos permite discriminar poblaciones de campo, considerando resistentes a aquellas poblaciones que presenten un factor de 10X, al comparar la CL_{50} de las poblaciones de campo *versus* la susceptible. Para el producto abamectina, la PR no fue superada; los valores más altos los mostraron las poblaciones de Ra y SR

con $\leq 4,2X$. Para el insecticida cipermetrina, el resultado fue similar (ninguna población superó la PR). Sin embargo, los valores más altos los presentaron las poblaciones de Hu ($\leq 3,1X$) y Ra ($\leq 2,6X$). Con respecto al endosulfan, la población que superó la PR fue SR con un valor de $\leq 11,7X$. Sin embargo, las poblaciones de Hu, Sa y Ra mostraron valores intermedios de $\leq 5,3$; 4,1 y 6,5X, respectivamente. Para imidacloprid, las poblaciones de Sa ($\leq 20,4X$) y Ra ($\leq 29,3X$) superaron la PR. Sin embargo, SR estuvo muy cerca de superarlo con un valor de $\leq 9,2X$. Finalmente, todas las poblaciones mostraron valores bajos que oscilaron entre los $\leq 1,1$ y 2,1X para el producto profenofos.

DISCUSIÓN

En relación a la CL_{50} , las poblaciones de Sa (0,22), Ra (0,29) y SR (0,29) mostraron diferencias significativas en su respuesta para el producto abamectina, siendo superiores que las poblaciones de Ls y Hu. Una de las razones de encontrar diferencias entre las poblaciones en estudio se debe a que en la región productora de Nuevo León (Ra y SR), se realizan de tres a cuatro aplicaciones de abamectina por temporada. Sin embargo, en la población de Sa, que proviene de invernaderos, se realizan al menos dos aplicaciones por ciclo. Clark et al. (1995) mencionaron que el incremento de la tolerancia puede ser de hasta un 159% con altas dosis o aplicaciones frecuentes de abamectina (tres o más por temporada). Bújanos y Marín (2007) reportaron una CL_{50} de 0,03 ppm para ninfas de cuarto instar de *B. cockerelli*. Vega et al. (2008) informaron una CL_{50} de 0,03 y 0,04 ppm para poblaciones de *B. cockerelli* provenientes de San Luis Potosí y Nuevo León, respectivamente. Para las poblaciones de Sa, Ra y SR nuestros resultados fueron de 5,5 a 9,6 veces mayores que los reportados por estos autores. En relación a la cipermetrina no hubo diferencia en la respuesta de las poblaciones en estudio. Sin embargo, podemos mencionar que el valor más bajo de CL_{50} lo presentó SR (120,74 ppm), seguida de Sa (135,74 ppm), Ra (214,83 ppm) y Hu (257,63 ppm). Al respecto, Bues et al. (1999) reportaron una CL_{50} de 163 ppm sobre el psílido del peral (*Cacopsylla pyri*); estos resultados son similares a los reportados en este trabajo. Dávila (2007) también reportó una CL_{50} de 258 ppm al registrar la tolerancia de *B. cockerelli* en la región de Huachichil; su resultado fue similar a lo encontrado en esta investigación (257,63 ppm). Las poblaciones de Hu (333,35 ppm), Ra (410,27 ppm) y SR (732,63 ppm) mostraron diferencias significativas en su respuesta al insecticida endosulfan en comparación con Ls (62,28 ppm). Esto es debido a que los productores de papa de la región noreste utilizan al endosulfan como potenciador (en mezcla con otros insecticidas) para el control de otros insectos. Nuestros resultados de CL_{50} para este insecticida, sin embargo, son mayores a los obtenidos por otros autores (Dávila, 2007: 149 ppm; Bújanos y Marín, 2007: 41 ppm). Las poblaciones de SR (33,80 ppm), Sa (74,88 ppm)

y Ra (107,37 ppm) mostraron diferencias significativas con respecto a la línea susceptible para el insecticida imidacloprid. Una razón de los altos valores de CL_{50} para este producto es su introducción en la zona papera desde 1993. Este insecticida está recomendado principalmente para plagas chupadoras con aplicación al suelo, siendo actualmente el producto preferido por los productores (alcanzando hasta cuatro aplicaciones por temporada, al suelo y/o foliar). Al respecto, Bújanos y Marín (2007) mencionaron una CL_{50} de 3 ppm, siendo nuestros resultados de 11,2 a 35,8 veces mayores. Finalmente para el insecticida profenofós, la CL_{50} fue similar en todas las poblaciones. Esto es debido a que el producto se empezó a utilizar en este cultivo a partir del año 2009. Bues et al. (2000) reportaron una CL_{50} de 27 ppm para el producto organofosforado monocotofós sobre el psílido del peral (*Cacopsylla pyri*). Este resultado es de 7,4 a 14,5 veces mayor a los obtenidos en nuestro estudio. Bues et al. (1999) reportaron una CL_{50} de 7 ppm para el insecticida monocotofós sobre una población de *C. pyri*, siendo este valor de 1,9 a 3,7 veces mayor a los que informamos en nuestro estudio para profenofós.

Para el producto abamectina, ninguna de las poblaciones superó el umbral de resistencia (10X). Sin embargo, es interesante observar que tres poblaciones (Sa, Ra y SR) mostraron valores (3,2 a 4,2X) que se pueden considerar como una resistencia inicial. De este modo, es importante tener en cuenta que abamectina es un producto que desarrolla resistencia con dosis altas y aplicaciones frecuentes (Clark et al., 1995). Campos et al. (1996) mencionaron que líneas que reciben menos de tres aplicaciones de abamectina por año presentan una proporción de resistencia estable. Para el producto cipermetrina, los valores de PR fueron bajos. Esto fue probablemente debido a que este producto se utiliza generalmente cuando hay presencia de *B. cockerelli* y palomilla de la papa (*Phthorimaea operculella*). Por lo tanto, es de potencial reducido para generar resistencia. Para el producto imidacloprid, hubo tres de las cuatro poblaciones con problemas de resistencia. Esto posiblemente se debe al uso de este producto en la región desde el año 1993. Dicho producto se utilizó inicialmente para combatir la mosquita blanca en Chile y tomate; posteriormente, se recomendó para el cultivo de papa. Para este cultivo, se realizaron aplicaciones 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 con resistencia a este insecticida. Por ejemplo, Zhao et al. (1995) en *Frankliniella occidentales* o Gorman et al. (2007) en *Trialeurodes vaporariorum* mencionaron una proporción de resistencia de 14 ó 159 veces, respectivamente. Sin embargo, los productores de esas regiones mencionaron que solo los productos neonicotinoides (imidacloprid) presentaron controles efectivos. Un problema, sin embargo, es que la resistencia documentada para dicho insecticida es inestable. Gutiérrez et al. (2007), por ejemplo, reportaron una disminución en la proporción de resistencia al

imidacloprid en mosquita blanca (*Bemisia tabaci*) desde una CL_{50} de 29,8 ppm en F_3 a 6, ppm en F_6 . Su uso, por lo tanto, se podría restringir a la etapa crítica del cultivo (primeros 30 días), como una alternativa de retrasar problemas de resistencia. Por otro lado, la población de SR (11,7X) superó el umbral de resistencia para el producto endosulfan. Sin embargo, es interesante mencionar que las poblaciones de Hu, Sa y Ra mostraron valores (5,3; 4,1 y 6,5X, respectivamente), que al igual que la abamectina, se pueden considerar como una resistencia inicial. Esto posiblemente se debe al uso continuo de este producto como potenciador con otros insecticidas para el control de otras especies de insectos del cultivo. Finalmente, la PR no fue superada por ninguna de las poblaciones en estudio para el producto profenofós.

CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos se puede concluir que el producto imidacloprid es el que tiene una mayor PR en tres de las cuatro poblaciones. Sin embargo, la PR a este producto parece ser inestable, por lo que su uso se podría restringir a las etapas críticas del cultivo (primeros 30 días) como una buena estrategia para el manejo de la resistencia. El producto endosulfan presentó resistencia en una de las cuatro poblaciones. Sin embargo, al igual que la abamectina, su uso se sugiere en no más de dos aplicaciones por temporada, para mantener estable sus niveles de PR. Los productos cipermetrina y profenofós mostraron una baja PR para las cuatro poblaciones en estudio.

REFERENCIAS

- Abbott, W.S. (1925). A method for computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology* 18: 265-267.
- Almeyda, L.H., J.A. Sánchez y J.A. Garzón (2008). Detección molecular de fitoplasmas en papa. En: Flores, O. A. y R. H. Lira (eds), pp 25-37. Detección, diagnóstico y manejo de la enfermedad punta morada de la papa. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. México.
- Anónimo (2009). Diccionario de Especialidades Agroquímicas. 19° Edición. Thomson, PLM. México. 762 p.
- Berry, N.A., M.K. Walker y R.C. Butler (2009). Laboratory studies to determine the efficacy of selected insecticides on tomato/potato psyllid. *New Zealand Plant Protection* 62: 145-151.
- Bues, R., J.F. Toubon y L. Boudinhon (2000). Genetic analysis of resistance to azinphosmethyl in the pear psylla *Cacopsylla pyri*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 96: 159-166.
- Bues, R., L. Boudinhon, J.F. Toubon y F. Faivrer (1999). Geographic and seasonal variability of resistance to insecticides in *Cacopsylla pyri* L. (Hom: Psyllidae). *Journal of Applied Entomology* 123: 289-297.
- Bújanos, R. y A. Marín (2007). Manejo racional de insecticidas para el control químico del pulgón saltador *Bactericera (=Paratriozia) 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.

- Campos, F., D. Krupa y R. Dybas (1996). Susceptibility of populations of twospotted spider mites (Acari: Tetranychidae) from Florida, Holland, and the Canary Island to abamectin and characterization of abamectin resistance. *Journal of Economical Entomology* 89: 594-601.
- Cerna, E., Y. Ochoa, A. Aguirre, M. Badii, G. Gallegos y J. Landeros (2009). Niveles de resistencia en poblaciones de *Tetranychus urticae* en el cultivo de la fresa. *Revista Colombiana de Entomología* 35: 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 p.
- Clark, J.K., J.G. Scott, F. Campos y J.R. Bloomquist (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: Sternorrhynca) a insecticidas de diferente grupo toxicológico utilizando sinergistas. Tesis de Maestría en Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 82 p.
- 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., I.N. Alemán y M.I. Notario (2004). Alternativas para el manejo de la punta morada de la papa. En: Flores, O.A y Lira R.H. (eds), pp 66-90. Detección, diagnóstico y manejo de la enfermedad punta morada de la papa. Parnaso. España. 135 p.
- Garzón, T.J.A., R. Bújanos, F.S. Velarde, J.A. Marín, V.M. Parga, M.C. Avilés, H.I. Almeida, A.J. Sánchez y J.L. Martínez (2004). Bactericera vector de fitoplasmas en México. En: Flores, O.A y Lira R.H. (eds), pp 91-114. Detección, diagnóstico y manejo de la enfermedad punta morada de la papa. Parnaso. España. 135 p.
- Georghiou, G.P y A. Lagunes (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., G. Devine, J. Bennison, P. Coussons, N. Punchard y I. Delhom (2007). Report of resistance to the neonicotinoid insecticide imidacloprid in *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae). *Pest Management Science* 63: 555-558.
- Gutiérrez, O.M., J.C. Rodríguez, C. Llanderal, A.P. Terán, A. Lagunes y O. Díaz (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. En www.iraonline.org/documents/method2.pdf (fecha de consulta: octubre 08, 2009).
- Liu, D. y J.T. Trumble (2007). Comparative fitness of invasive and native populations of the potato psyllid (*Bactericera cockerelli*). *Entomologia Experimentalis et Applicata* 123: 35-42.
- Munyanza, J.E., J.M. Crosslin y J.E. Upton (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., I.H. Almeida, J. Ireta, J.A. Sánchez, R. Fernández, J. T. Bordon, C. Diaz, J.A. Garzón, R. Rocha y M. Cadena (2006). Distribución de la punta morada y *Bactericera cockerelli* Sulc. en las principales zonas productoras de papa en México. *Agricultura Técnica en México* 32: 201-211.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación) (2002). Anuario estadístico agropecuario. SAGARPA, México, D.F. 258 p.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación) (2008). Anuario estadístico agropecuario. SAGARPA, México, D.F. 276 p.
- SAS Institute Inc. (2002). Guide for personal computers. SAS institute, Cary, N.C.
- Vega, G.M.T., J.C. Rodríguez, O. Díaz, R. Bújanos, D. Mota, J.L. Martínez, A. Lagunes y J.A. Garzón (2008). Susceptibilidad a insecticidas en dos poblaciones mexicanas del salerillo, *Bactericera cockerelli* (Sulc.) (Hemiptera: Triozidae). *Agrociencia* 42: 463-471.
- Zhao, G., W. Liu y J. Brown (1995). Insecticidal resistance in field and laboratory strains of western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae). *Journal Economic Entomology* 88: 1164-1170.