

## **Susceptibility of Females and Males of *Bemisia tabaci* (Gennadius) B-Biotype and *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) to Thiamethoxam**

Author(s): Candelario Santillán-Ortega, J. Concepción Rodríguez-Maciel, José Lopez-Collados, Ovidio Díaz-Gomez, Angel Lagunes-Tejeda, José L. Carrillo-Martínez, Julio S. Bernal, Agustín Robles-Bermúdez, Sotero Aguilar-Medel, y Gonzalo Silva-Aguayo

Source: Southwestern Entomologist, 36(2):167-176.

Published By: Society of Southwestern Entomologists

DOI: <http://dx.doi.org/10.3958/059.036.0206>

URL: <http://www.bioone.org/doi/full/10.3958/059.036.0206>

---

BioOne ([www.bioone.org](http://www.bioone.org)) is a nonprofit, online aggregation of core research in the biological, ecological, and environmental sciences. BioOne provides a sustainable online platform for over 170 journals and books published by nonprofit societies, associations, museums, institutions, and presses.

Your use of this PDF, the BioOne Web site, and all posted and associated content indicates your acceptance of BioOne's Terms of Use, available at [www.bioone.org/page/terms\\_of\\_use](http://www.bioone.org/page/terms_of_use).

Usage of BioOne content is strictly limited to personal, educational, and non-commercial use. Commercial inquiries or rights and permissions requests should be directed to the individual publisher as copyright holder.

**Susceptibilidad de Hembras y Machos de *Bemisia tabaci* (Gennadius) Biotipo B y *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) a Thiamethoxam**

**Susceptibility of Females and Males of *Bemisia tabaci* (Gennadius) B-Biotype and *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) to Thiamethoxam**

Candelario Santillán-Ortega<sup>1</sup>, J. Concepción Rodríguez-Maciel<sup>2\*</sup>, José Lopez-Collados<sup>3</sup>, Ovidio Díaz-Gómez<sup>4</sup>, Angel Lagunes-Tejeda<sup>2</sup>, José L. Carrillo-Martínez<sup>2</sup>, Julio S. Bernal<sup>5</sup>, Agustín Robles-Bermúdez<sup>1</sup>, Sotero Aguilar-Medel<sup>6</sup>, y Gonzalo Silva-Aguayo<sup>7</sup>

**Resumen.** Se ha documentado que existen diferencias en la susceptibilidad de algunas especies de insectos adultos a diferentes insecticidas según su sexo, en los que se indica que los machos han mostrado mayor susceptibilidad que las hembras. Esto lleva a la necesidad de determinar su sexo antes de realizar el bioensayo, lo cual es tardado y tedioso, además de que la manipulación puede afectar negativamente al insecto. También es importante monitorear el desarrollo de resistencia a neonicotinoides en poblaciones de campo del grupo conocido como "mosquita blanca." Generalmente estos estudios se basan en la exposición de adultos a estos tóxicos. El objetivo fue relacionar la respuesta a thiamethoxam con el sexo en poblaciones susceptibles de *Bemisia tabaci* (Genn.) Biotipo-B y *Trialeurodes vaporariorum* (West.). Adultos de cinco días de edad, ya sea hembras, machos o una mezcla de hembras y machos (80:20) se utilizaron para determinar las líneas log dosis-Probit a dicho insecticida. En *B. tabaci*, la CL<sub>50</sub> varió de 1.4 mg [IA] L<sup>-1</sup> a 2.8 mg y la respuesta relativa (RR<sub>50</sub>) de 1.0 a 2.0X. La CL<sub>95</sub> varió de 12.3 a 16.7 mg y los valores de RR<sub>95</sub> fluctuaron de 0.8 a 1.0X. En *T. vaporariorum*, la CL<sub>50</sub> osciló entre 14.2 a 30.3 mg y el valor de RR<sub>50</sub> presentó un rango entre 1.0 y 2.1X. La CL<sub>95</sub> varió de 180.4 a 314.0 mg y el valor de RR<sub>95</sub> lo hizo de 1.0 a 1.7X. Para ambas especies, no se encontraron diferencias entre el sexo del insecto y la susceptibilidad a thiamethoxam. Por lo tanto, para realizar bioensayos con thiamethoxam en estas especies, el uso de un sexo o de otro es irrelevante.

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Nayarit, Unidad Académica de Agricultura, Km. 9 Carr. Fed. Tepic-Compostela, Xalisco, Nayarit, México.

<sup>2</sup>Programa de Entomología y Acarología, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Estado de México, México. \*Autor para correspondencia (concho@colpos.mx).

<sup>3</sup>Programa de Agroecosistemas Tropicales, Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz, Veracruz, México.

<sup>4</sup>Fac. de Agronomía, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Álvaro Obregón 64 Centro, San Luis Potosí, SLP. México.

<sup>5</sup>Department of Entomology, Texas A&M University, College Station, TX 77843-2475 USA.

<sup>6</sup>Universidad Autónoma del Estado de México, Centro Universitario Tenancingo, Tenancingo, Estado de México, México.

<sup>7</sup>Departamento de Producción Vegetal, Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción, Vicente Méndez 595, Chillán, Chile.

**Abstract.** Differences in susceptibility to insecticides based on adult insect sex indicate that males are more susceptible than females. Hence, it may be necessary to sex the insects before a bioassay is conducted, but this activity is tedious, takes time, and this manipulation might cause harm to the insects. Monitoring the evolution of resistance to the neonicotinoid insecticides in field whitefly populations is important and usually based on adult exposure to these toxicants. The aim of this study was to correlate the susceptibility to thiamethoxam with sex in susceptible populations of *Bemisia tabaci* (Genn.) B-Biotype and *Trialeurodes vaporariorum* (West.). Five-day-old males, females, and a mixture of female and male (80:20) adults were evaluated to determine log doses-Probit lines for this insecticide. In *B. tabaci*, the  $CL_{50}$  ranged of 1.4 mg [IA] L<sup>-1</sup> to 2.8 mg and the relative proportion  $RR_{50}$  ranged from 1.0 to 2×. The  $CL_{95}$  ranged from 12.3 to 16.7 mg and the  $RR_{95}$  values varied from 0.8 to 1.0×. In *T. vaporariorum*, the  $CL_{50}$  fluctuated from 14.2 to 30.3 mg and the value of  $RR_{50}$  between 1.0 and 2.1×. The  $CL_{95}$  ranged of 180.4 to 314.0 mg and the  $RR_{95}$  from 1.0 to 1.7×. In both species, no differences were found between insect sex and susceptibility to thiamethoxam. Hence, to conduct bioassays with thiamethoxam on these species, the use of one sex or the other is irrelevant.

### Introducción

Las mosquitas blancas son insectos que ocasionan pérdidas de relevancia económica en los cultivos agrícolas (Perring et al. 1993, Jimenez et al. 1994). De entre las mosquitas blancas, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Hemiptera: Aleyrodidae) es una plaga de mucha importancia en invernaderos debido a que, por superposición de ciclos, afecta a los cultivos durante todo el año (Sanderson y Roush 1992). Por su parte, *Bemisia tabaci* (Gennadius) Biotipo B (Hemiptera: Aleyrodidae), es una seria plaga a nivel mundial en hortalizas y cultivos de fibra y su impacto se ha incrementado a partir de la década de los ochenta (Costa y Brown 1991).

La severidad del ataque de estos insectos depende, entre otros factores, de la temperatura, humedad relativa (Eichelkraut y Cardona 1989) y susceptibilidad del hospedero. El daño que producen es tanto de tipo directo como indirecto. El directo consiste en succionar savia reduciendo el vigor de la planta mientras que el indirecto se debe a la producción de una mielecilla sobre la cual se desarrollan hongos, comúnmente denominados fumagina, que interfieren con la actividad fotosintética y deterioran la calidad comercial de los frutos en tomate y otros vegetales (Van Lenteren y Noldus 1990). Además, las mosquitas blancas también son vectores de algunos virus (Asiático y Zoebisch 1992).

Ambos insectos tienen un amplio rango de hospederos; *B. tabaci* afecta a más de 300 especies de plantas pertenecientes a 63 familias botánicas; mientras que *T. vaporariorum* se encuentra asociada a más de 250 especies de plantas de 82 familias botánicas (Mound y Halsey 1978). Por último, las mosquitas blancas tienen una gran capacidad para desarrollar resistencia a insecticidas (Rauch y Nauen 2003), lo cual agrava aún más su impacto en cultivos agrícolas e invernadero. Según la Arthropod pesticide resistance database ([www.pesticideresistance.org](http://www.pesticideresistance.org)), *B. tabaci* cuenta con 352 registros de resistencia a 43 insecticidas convencionales, dentro de los que se encuentra thiamethoxam (Elbert y Nauen 2000, Nauen et al. 2002, Ishaaya et al. 2003, Horowitz et al. 2004,

Feng et al. 2010, Schuster et al. 2010, Wang et al. 2010). En el caso de *T. vaporariorum* se han reportado 95 casos de resistencia, a 23 insecticidas, de los cuales dos corresponden a thiametoxam (Karatolos et al. 2010). Los neonicotinoides constituyen un grupo de insecticidas efectivo para el control de mosquitas blancas y entre éstos destaca thiamethoxam que ha registrado alta efectividad biológica tanto en campo como en invernadero (Zhang et al. 2011).

En la literatura abundan estudios de resistencia a insecticidas en las diferentes especies que conforman el complejo “mosquita blanca” (Omer et al. 1992, Prabhaker et al. 1996, Williams et al. 1996, Chao et al. 1997, Anthony et al. 1998). Sin embargo, no existe un criterio unificado respecto al sexo a utilizar. Para realizar los bioensayos algunos investigadores emplean hembras (Cahill et al. 1996, Elbert et al. 1996, Horowitz et al. 1998) mientras que otros utilizan adultos sin diferenciar su sexo utilizando por ende en cada repetición una proporción no definida de hembras y machos (Sivasupramanian et al. 1997, Morin et al. 2002, Riley y Tan 2003). A pesar de todo lo anterior, la influencia del sexo sobre la susceptibilidad a insecticidas neonicotinoides es poco conocida lo cual tiene un efecto directo sobre los resultados que pueda arrojar un bioensayo. Por ejemplo, Carrière (2003) indica que en especies con un sistema genético haplodiploide, los machos poseen una sola copia del gen que confiere resistencia mientras que las hembras poseen dos. Esto implica que los machos haploides resistentes son significativamente más sensibles a los insecticidas que las hembras homocigotas diploides resistentes. Por tanto, el realizar un bioensayo sin diferenciar sexos o con una proporción desconocida de hembras:machos puede arrojar resultados que no reflejen el nivel real de susceptibilidad. Por otra parte, Keil et al. (1985) indican que el estandarizar la edad y sexo de los organismos de prueba reduce significativamente la variabilidad y específicamente la mortalidad en el testigo. Además estos mismos autores agregan que normalmente los machos presentan una mayor variación en su respuesta a los insecticidas que las hembras, lo cual se refleja en un mayor error estándar de la pendiente en el análisis Probit. Por último, otros autores indican que también es relevante manejar variables como; instar (Elhag y Horn 1983), tamaño y peso (Sanderson et al. 1989), ya que las ninfas de mosquita blanca han mostrado ser más tolerantes a los insecticidas que los adultos mientras que entre estos últimos los de mayor tamaño y peso tienden a ser menos susceptibles al insecticida. Finalmente, tampoco se puede obviar lo señalado por Robertson et al. (1995) quienes indican que toda población tiene una variación natural inherente, lo que implica que los resultados obtenidos con una generación pueden ser significativamente diferentes a los de otra generación de la misma población. Por lo tanto, se puede inferir el no considerar todas estas variables podría implicar la obtención de resultados poco confiables y por defecto en extraer conclusiones que reflejen el grado de resistencia que el insecto muestra en campo o invernadero. El objetivo de esta investigación consistió en determinar si existe susceptibilidad diferenciada a thiamethoxam entre machos, hembras y mezcla de machos y hembras (en una proporción 80:20) en colonias susceptibles de *B. tabaci* y *T. vaporariorum* colectadas en zonas sin intervención química y mantenidas en condiciones de laboratorio en un ambiente libre de insecticidas.

## **Materiales y Métodos**

**Material Biológico.** *Bemisia tabaci* biotipo B, presumiblemente, susceptible a insecticidas, se recolectó en plantas silvestres del área de Chapingo, Estado de

México, México, en donde se desarrollaban libres de aplicaciones de insecticidas. Esta población de *B. tabaci* se ha mantenido, bajo condiciones de laboratorio durante dos años sin presión de selección. La población de *T. vaporariorum* se inició con una muestra de aproximadamente 800 adultos colectados en el estado de Jalisco, México, también de plantas silvestres provenientes de zonas sin intervención química.

**Bioensayos.** Se usó la metodología descrita por Cahill et al. (1996), con la diferencia de que la absorción del insecticida fue por hidroponía ya que según Williams et al. (1996) la absorción del insecticida es más eficiente y representativa junto con constituir un bioensayo más rápido y de menor costo. Se emplearon plantas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L., Fabaceae) cv. Canario 107, de 13 a 18 días de edad. Las plántulas se retiraron de sus respectivas macetas y las raíces se limpiaron cuidadosamente con agua corriente para eliminar el sustrato restante que permanecía adherido a éstas. El exceso de humedad se eliminó con papel absorbente, y la raíz se sumergió durante 24 h, en 100 mL de la concentración de thiamethoxam a evaluar. Posteriormente, de un foliolo de la planta tratada con un sacabocados se cortó un disco de 38 mm de diámetro y se colocó, con la parte adaxial hacia arriba en una caja Petri (4 cm de diámetro) que contenía una capa de 3 mL de agar-agua al 2 %. Como testigos sin tratar se utilizaron discos de foliolos procedentes de plantas cuya raíz se sumergió en agua destilada por 24 h.

Con la ayuda de un aspirador se colectaron adultos de mosquita blanca de 1-5 días de edad los que se anestesiaron durante 20 s con un flujo de CO<sub>2</sub> para luego ser depositadas en grupos de 30 a 40 individuos en cada disco de hoja tratada. Transcurridos 15 min, se revisaron dichos individuos y se descartaron aquellos que hubieran sufrido algún daño. Posteriormente, las cajas Petri se invirtieron de tal forma que los discos foliares quedaran con la parte adaxial hacia abajo y los insectos posados en posición normal. Los insectos del bioensayo permanecieron por 72 h expuestos a thiamethoxam a 23 ± 3°C, fotoperiodo 16L:8O y HR de 50 (±10)%. Se determinó la mortalidad y el porcentaje de mortalidad en cada grupo. El criterio fue considerar como muerto, aquel insecto que ante el toque de un pincel no mostrara actividad o bien que tuviera movimientos descoordinados.

Se hicieron bioensayos con hembras, machos y la mezcla de hembras con machos que tenía la población al momento del bioensayo que correspondió a una proporción de 80:20. Para definir la proporción de la mezcla de ambos sexos, se analizaron cuatro muestras de 100 individuos cada una recolectadas al azar. Para cada bioensayo se realizaron pruebas preliminares escogiéndose, en base a los resultados, al menos siete concentraciones seriales que cubrían del 0 al 100% de mortalidad, más un testigo sin tratar. En total se realizaron cinco repeticiones en días diferentes y la mortalidad se corrigió con la ecuación de Abbott (1925).

**Análisis Estadístico.** Los datos del bioensayo se procesaron con un análisis Probit (Finney 1971) mediante el software de Raymond (1985). La respuesta se consideró significativamente diferente cuando sus respectivos límites fiduciales al 95% de confianza no se traslaparon al 50 o 90% de mortalidad (Robertson y Preisler 1992). Como referencia de comparación se tomó la respuesta de los machos a thiamethoxam por lo que la respuesta relativa (RR) se calculó de la siguiente manera:  $LC_{50(95)} \text{ hembras o mezcla de hembras y machos} / LC_{50(95)} \text{ machos}$  (Young-Joon et al. 2004).

## Resultados y Discusión

***Bemisia tabaci* Biotipo B.** A nivel de  $CL_{50}$ , no hubo diferencia significativa en la respuesta de los tres grupos de individuos fluctuando este valor entre 1.4 y 2.8 mg [IA]  $L^{-1}$  (Cuadro 1). Los valores de  $RR_{50}$  variaron de 1.0 a 2.0X, los cuales según Young-Joon et al (2004) corresponden a ejemplares susceptibles.

A nivel de la  $CL_{95}$ , también se traslaparon los límites fiduciales por lo que tampoco hubo diferencias entre los grupos evaluados (machos, hembras y mezcla de machos y hembras), variando la respuesta relativa entre 0.8 a 1.0X (Cuadro 1). Por último, las pendientes de las líneas Log-dosis Probit variaron de 1.56 (machos) a 2.14 (mezcla de hembras y machos). Los valores obtenidos para esta especie son menores a los reportados para poblaciones colectadas en tomate (*Solanum lycopersicum* L., Solanaceae) (Da Silva et al. 2009, Feng et al. 2010), tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot., Solanaceae) (Gutiérrez-Olivares et al. 2007), Rosal (*Rosa* sp., Rosaceae) (Ishaaya et al. 2003), y algodónero (*Gossypium hirsutum* L., Malvaceae) (Horowitz et al. 2004, Wang et al. 2010), todas clasificadas como resistentes debido a que presentaron valores de  $RR_{50}$  de hasta 1200X. También concluyeron que la resistencia de esta especie a thiamethoxam es inestable de una generación a otra aunque según Feng et al. (2010) ante una presión constante la  $RR_{50}$  se incrementa de 1 en la  $F_1$  a 9.62, 19.0, 25.6 y 66.3 en la generaciones 17, 28, 30, y 33 respectivamente. Por último, Da Silva et al. (2009) indican que la metodología utilizada, también en el presente reporte, constituye un buen método de diagnóstico para establecer la susceptibilidad de la población.

***Trialurodes vaporariorum*.** En esta especie la  $CL_{50}$  varió de 14.2 a 26.1 mg sin diferencia entre grupos, dado que sus límites fiduciales se traslaparon. Los valores de  $RR_{50}$  fluctuaron de 1.0 a 2.1X encontrándose todos en el intervalo correspondiente a una población susceptible (Young-Joon et al. 2004). La  $CL_{95}$  osciló de 180.4 a 314.0 mg pero nuevamente se traslaparon los límites fiduciales al 95% indicando que no se presentaron diferencias (Cuadro 2).

La  $RR_{95}$  varió de 1.0 (machos) a 1.7X (hembras) manteniéndose en la clasificación de susceptible (Young-Joon et al. 2004). Las pendientes de las líneas Log-dosis Probit mostraron valores entre 1.49 (machos) a 1.90 (mezcla de machos y hembras). La  $RR_{50}$  obtenida es menor a las reportadas por Nauen et al. (2002) y Karatolos et al. (2010) quienes clasificaron como resistentes a poblaciones con  $RR_{50}$  superiores a 20. Además, Sanderson y Roush (1992) evaluaron la susceptibilidad de hembras y machos de esta especie al organofosforado diclorvós y a los piretroides resmetrina y bifentrina, encontrando que la respuesta relativa entre sexos fue de 2.2, 2.2, y 1.7X, respectivamente, valores similares a los obtenidos en la presente investigación.

En términos generales, tanto a nivel de  $CL_{50}$  como de  $CL_{95}$ , no hubo diferencias entre los grupos evaluados. Esta tendencia concuerda con Sanderson y Roush (1992) quienes encontraron que los machos de *T. vaporariorum*, mostraron ser doblemente susceptibles que las hembras a diclorvos, resmetrina y bifentrina. Además, estos mismos autores señalan que el uso de una mezcla de hembras y machos en una proporción 57.5:42.5 presenta una respuesta similar a las hembras y machos individualmente. Sanderson et al. (1989) obtuvieron la misma tendencia al mezclar sexos en adultos del minador *Liriomyza trifolii* (Burges) (Diptera: Agromyzidae), concluyendo que la respuesta es más homogénea que utilizando sólo machos y similar a la de las hembras, debido a que al combinarse la mortalidad de ambos sexos se reduce el error estándar de la pendiente de la

Cuadro 1. Susceptibilidad a Thiamethoxam en Machos, Hembras, y Mezcla de Hembras y Machos (80:20) de *Bemisia tabaci* Biotipo B

Table 1. Susceptibility to Thiamethoxam in Males, Females, and a Mixture of Females and Males (80:20) of *Bemisia tabaci* B-Biotype

Sexo	n	b ± SE	CL <sub>50</sub> * (95%CL)	CL <sub>95</sub> * (95%CL)	r <sup>2</sup>	RR <sub>50</sub> <sup>a</sup>	RR <sub>95</sub> <sup>a</sup>
Machos	1,405	1.56 ± 0.12	1.4 (1.1-1.8)	15.9 (9.7-26.8)	12	-	-
Hembras	1,265	2.12 ± 0.22	2.8 (1.8-3.8)	16.7 (9.7-29.3)	15	2.0	1.0
Mezcla de machos y hembras	1,213	2.14 ± 0.12	2.1 (1.7-2.3)	12.3 (10.12-15.7)	4	1.5	0.8

\*mg [IA] L<sup>-1</sup>

<sup>a</sup>Respuesta relativa = RR<sub>50 (95)</sub> = CL<sub>50 (95)</sub> hembras ó CL<sub>50 (95)</sub> mezcla de hembras y machos/ CL<sub>50, 95</sub> machos

Cuadro 2. Susceptibilidad a Thiamethoxam en Machos, Hembras, y Mezcla de Hembras y Machos (80:20) de *Trialeurodes vaporariorum*

Table 2. Susceptibility to Thiamethoxam in Males, Females, and a Mixture of Females and Males (80:20) of *Trialeurodes vaporariorum*

Sexo	n	b ± (SE)	CL <sub>50</sub> * (95%CL)	CL <sub>95</sub> * (95%CL)	r <sup>2</sup>	RR <sub>50</sub> <sup>a</sup>	RR <sub>95</sub> <sup>a</sup>
Machos	1,143	1.49 ± 0.16	14.2 (10.4-19.2)	180.4 (93.3-366.7)	13	--	--
Hembras	1,468	1.62 ± 0.08	30.3 (16.9-34.1)	314.0 (248.9-414.2)	11	2.1	1.7
Mezcla de machos y hembras	1,306	1.90 ± 0.11	26.1 (13.4-29.1)	191.9 (153.9-251.4)	3	1.8	1.1

\*mg [IA] L<sup>-1</sup>

<sup>a</sup>Respuesta relativa = RR<sub>50 (95)</sub> = CL<sub>50 (95)</sub> hembras ó CL<sub>50 (95)</sub> mezcla de hembras y machos/ CL<sub>50, 95</sub> machos

regresión dosis-mortalidad. Lo cual, agregan, probablemente se debe a que por contar con mas insectos se puede aumentar el número de repeticiones. Estos autores concluyeron que la mortalidad está relacionada tanto con el sexo como con el tamaño y la edad de los insectos ya que los machos de *L. trifolii* son más sensibles que las hembras pero independiente del sexo los insectos de menor tamaño, peso o mayor edad son más susceptibles.

Horowitz et al. (1988) indican que las hembras de *B. tabaci* resultaron ser 20 veces menos susceptibles a permetrina, cipermetrina, sulprofos, y metil-paration que los machos, junto con que el uso de un sinergista inhibidor de las esterasas fue más efectivo en las hembras que en los machos. Usualmente, los machos son más sensibles a los insecticidas que las hembras (Busvine 1971, Sanderson et al. 1989), y esto se debe, entre otros motivos, a que por ser más pequeños (Byrne y Bellows 1991), presentan un menor peso lo que según Matthews (1984) los hace más susceptibles a las sustancias tóxicas. Además, muchos machos no se alimentan, lo cual también les confiere una mayor susceptibilidad ya que su 'pool' enzimático es muy pobre lo que hace que las posibilidades de detoxificar un compuesto xenobiótico sean aún más bajas (Silva et al. 2003).

Cuando se realizan bioensayos sin diferenciar sexos, generalmente no se hacen estimaciones de la proporción en que éstos se encuentran en la población (van Lenteren y Noldus 1990, Byrne y Bellows 1991), lo cual puede hacer que el error experimental aumente al no ser todas las repeticiones exactamente iguales (Robertson et al.1995). En la presente investigación, la proporción sexual natural observada de hembras y machos fue en una relación de 80:20, la cual según van Lenteren y Noldus (1990) es una de las de mayor frecuencia en campo. Además, la proporción de machos en relación a hembras normalmente es menor (van Lenteren y Noldus 1990), existiendo incluso algunas especies de homópteros como *Eriosoma lanigerum* (Hausmann) (Hemiptera: Eriosomatidae) en que no se conoce el macho (Blackman y Eastop 2000). Desde el punto de vista del manejo de la resistencia esto es de suma relevancia ya que Elhag y Horn (1984) señalan que en una población resistente, la aplicación de un insecticida eliminará más machos que hembras y considerando que *B. tabaci* y *T. vaporariorum* son "arrenotoquicas", según Horowitz et al. (1988), la producción de hembras haploides en un ambiente con alta intervención química puede acelerar el desarrollo de resistencia. Específicamente Tan et al. (1996) indican que la resistencia a insecticidas en mosquitas blancas es heredada de una generación a otra por las hembras más que por los machos.

Por último, para realizar los bioensayos solo con hembras se requiere de invertir más tiempo, debido a que los sexos se tienen que separar manualmente y el manejo de los especímenes es delicado. Pero en base a los resultados del presente trabajo y para el rango de edad evaluado (uno a cinco días), la respuesta a thiamethoxam es similar en machos y hembras por lo que el realizar bioensayos con thiamethoxam con adultos de *B. tabaci* o *T. vaporariorum* sin diferenciación de sexos no implica un aumento significativo del error experimental.

### Conclusión

Machos, hembras y mezcla de machos con hembras (80:20) de uno a cinco días de edad de *Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci* Biotipo B, no presentan diferencias en la susceptibilidad a thiamethoxam. Por lo tanto, el no diferenciar sexos al realizar bioensayos con estas especies, no aumenta el error

experimental de manera significativa produciendo resultados representativos de la susceptibilidad al insecticida evaluado.

#### Referencias Citadas

- Abbott, W. S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.* 18: 265-267.
- Anthony, N. M., J. K. Brown, R. Fereyeinsen, and R. H. French-Constant. 1998. Diagnosis and characterization of insecticide-insensitive acetylcholinesterase in three populations of the sweetpotato whitefly *Bemisia tabaci*. *Pestic. Sci.* 52: 39-46
- Asiático, J. M., y T. G. Zoebisch. 1992. Control de mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) en tomate con insecticidas de origen biológico y químico. *Manejo Integrado de Plagas* 17: 1-7.
- Busvine, J. R. 1971. A critical review of the techniques for testing insecticides. Commonwealth Agricultural Bureaux. England.
- Blackman, R. L., y V. F. Eastop. 2000. *Aphids on the World's Crops. An Identification and Information Guide.* John Wiley & Sons, Ltd. New York.
- Byrne, D. N., y T. S. Bellows, Jr. 1991. Whitefly biology. *Annu. Rev. Entomol.* 36: 431-457.
- Cahill, M., K. Gorman, S. Day, I. Denholm, A. Elbert, and R. Nauen. 1996. Baseline determination and detection of resistance to imidacloprid in *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *Bull. Entomol. Res.* 86: 165-171.
- Carrière, Y. 2003. Haplodiploidy, sex and the evolution of pesticide resistance. *J. Econ. Entomol.* 96: 1626-1640.
- Chao, S. L., T. J. Dennehy, and J. E. Casida. 1997. Whitefly (Hemiptera: Aleyrodidae) binding site for imidacloprid and related insecticides: a putative nicotinic acetylcholine receptor. *J. Econ. Entomol.* 90: 879-882.
- Costa, H. S., and J. K. Brown. 1991. Variation in biological characteristics and esterase pattern among population of *Bemisia tabaci*, and the association of one population with silverleaf symptom induction. *Entomol. Exp. Appl.* 61: 211-219.
- Da Silva, L., C. Omoto, E. Bleicher, y P. M. Dourado. 2009. Monitoramento da suscetibilidade a inseticidas em populações de *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) no Brasil. *Neotrop. Entomol.* 38: 116-125.
- Eichelkraut, K., y C. Cardona. 1989. Biología, cría masal y aspectos ecológicos de la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae), como plaga del frijol común. *Turrialba* 39: 55-62.
- Elbert, A., R. Nauen, M. Cahill, A. L. Devonshire, A. W. Scarr, S. Sone, and R. Steffens. 1996. Resistance management with chloronicotinyl insecticides using imidacloprid as an example. *Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer.* 270. 49: 5-54.
- Elbert, N., and R. Nauen. 2000. Resistance of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) to insecticides in southern Spain with special reference to neonicotinoids. *Pest Manag. Sci.* 56: 60-64.
- Elhag, E. A., and D. J. Horn. 1983. Resistance of greenhouse whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) to insecticides in selected Ohio greenhouses. *J. Econ. Entomol.* 76: 945-948.
- Feng, Y., Q. Wu, S., Wang, X. Chang, W. Xie, B. Xu, and Y. Zhang. 2010. Cross-resistance study and biochemical mechanisms of thiamethoxam resistance in

- B-biotype *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). Pest Manag. Sci. 66: 313-318
- Finney, D. 1971. Probit Analysis. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Gutiérrez-Olivarez, M., J. C. Rodríguez, C. Llanderal, A. Terán-Vargas, A. Lagunes, y O. Díaz. 2007. Estabilidad de la resistencia a neonicotinoides en *Bemisia tabaci* (Gennadius), Biotipo B de San Luis Potosí, México. Agrociencia (México) 41: 913-920.
- Horowitz, A. R., N. C. Toscano, R. R. Youngman, and G. P. Georghiou. 1988. Synergism of insecticides with DEF in sweetpotato whitefly (Homoptera:Aleyrodidae). J. Econ. Entomol. 81: 110-114.
- Horowitz, A. R., Z. Mendelson, P. G. Weintraub, and I. Ishaaya. 1998. Comparative toxicity of foliar and systemic applications of acetamiprid against the cotton whitefly, *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). Bull. Entomol. Res. 88: 437-442.
- Horowitz, A. R., S. Kontsedalov, and I. Ishaaya. 2004. Dynamics of resistance to the neonicotinoids acetamiprid and thiamethoxam in *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). J. Econ. Entomol. 97: 2051-2056.
- Ishaaya, I., S. Kontsedalov, and A. R. Horowitz. 2003. Novaluron (Rimon), a novel IGR: potency and cross-resistance. Arch. Insect Biochem. 54: 157-164.
- Jimenez, D. R., P. Shapiro, and R. K. Yokomi. 1994. Biotype-specific expression of dsRNA in the sweetpotato whitefly. Entomol. Exp. Appl. 70: 143-152.
- Karatolos, N., I. Denholm, M. Williamson, R. Nauen, and K. Gorman. 2010. Incidence and characterization of resistance to neonicotinoid insecticides and pymetrozine in the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (Hemiptera: Aleyrodidae). Pest. Manag. Sci. 66: 1304-1307.
- Keil, C. B., M. P. Parrella, and J. G. Morse. 1985. Method for monitoring and establishing baseline data for resistance to permethrin by *Liriomyza trifolii* (Burgess). J. Econ. Entomol. 78: 419-422.
- Mattews, G. A. 1984. Pest Management. Longman, New York.
- Morin, S., M. S. Williamson, S. J. Goodson, J. K. Brown, B. E. Tabashnik, and T. J. Dennehy. 2002. Mutation in the *Bemisia tabaci para* sodium channel gene associated with resistance to a pyrethroid plus organophosphate mixture. Insect Biochem. Molec. 32: 1781-1791.
- Mound, L. A., and S. H. Halsey. 1978. Whiteflies of the world: a systematic catalogue of the Aleyrodidae (Homoptera) with host plant and natural enemy data. British Museum (Natural History) and John Wiley and Sons. Chichester-New York-Brisbane-Toronto.
- Nauen, R., N. Stump, and A. Elbert. 2002. Toxicological and mechanistic studies on neonicotinoid cross resistance in Q-type *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). Pest Manag. Sci. 58: 868-875.
- Omer, A. D., T. F. Leigh, and J. Granet. 1992. Insecticide resistance in field populations of greenhouse whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) in the San Joaquin Valley (California) cotton cropping system. J. Econ. Entomol. 85: 21-27.
- Perring, T. M., Ch. A. Farrar, T. S. Bellows, A. D. Cooper, and R. J. Rodriguez. 1993. Evidence for a new species of whitefly: UCR finding and implications. Calif. Agr. 47: 7-8.
- Prabhaker, N., N. C. Toscano, T. J. Henneberry, S. J. Castle, and D. Weddle. 1996. Assessment of two bioassay techniques for resistance monitoring of silverleaf whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) in California. J. Econ. Entomol. 89: 805-815.

- Rauch, N., and R. Nauen. 2003. Identification of biochemical markers linked to neonicotinoid cross resistance in *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). *Arch. Insect Biochem.* 54: 165-176.
- Raymond, M. 1985. Presentation d'un programme d'analyse Log-Probit pour micro-ordinateur. *Cah. Orstom, Sér. Ent. Med. Et Parasitol* 22: 117-121.
- Riley, D. G., and W. Tan. 2003. Host plant effects on resistance to bifenthrin in silverleaf whitefly (Homoptera: Aleyrodidae). *J. Econ. Entomol.* 96: 1315-1321.
- Robertson, J. L., and H. K. Preisler. 1992. *Pesticide Bioassays with Arthropods*. CRC, Boca Raton, FL.
- Robertson, J. L., H. K. Preisler, S. S. NG, L. A. Hickie, and W. D. Gelenter. 1995. Natural variation: a complicating factor in bioassays with chemical and microbial pesticides. *J. Econ. Entomol.* 88: 1-10.
- Sanderson, J. P., M. P. Parella, and J. T. Trumble. 1989. Monitoring insecticides resistance in *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) with yellow sticky cards. *J. Econ. Entomol.* 82: 1011-1018.
- Sanderson, J. P., and R. T. Roush. 1992. Monitoring insecticides resistance in greenhouse whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) with yellow sticky cards. *J. Econ. Entomol.* 85: 634-641.
- Schuster, D. J., R. S. Mann, M. Toapanta, R. Cordero, S. Thompson, S. Cyman, A. Shurtleff, and R. F. Morris. 2010. Monitoring neonicotinoid resistance in biotype B of *Bemisia tabaci* in Florida. *Pest Manag. Sci.* 66: 186-195.
- Silva, G., J. C. Rodríguez, y D. Pizarro. 2003. Evaluación de insecticidas en laboratorio. pp. 157-174. *In* G. Silva y R. Hepp [eds.], *Bases para el Manejo Racional de Insecticidas*. Universidad de Concepción-Fundación para la innovación agraria, Chillán, Chile.
- Sivasupramanian, S., S. Johnson, T. F. Watson, A. A. Osman, and R. Jassim. 1997. A glass-vial technique for monitoring tolerance of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) to selected insecticides in Arizona. *J. Econ. Entomol.* 90: 66-74.
- Tan, W. J., D. G. Riley, and D. A. Wolfenbarger. 1996. Quantification and genetic analysis of bifenthrin resistance in the silverleaf whitefly. *Southwest. Entomol.* 21: 265-275.
- Van Lenteren, J., C., and P. J. J. Noldus. 1990. Whiteflies-plant relationships: behavioral and ecological aspects, pp. 47-89. *In* D. Gerling [ed.], *Whiteflies: their Bionomics, Pest Status and Management*. Intercept, Andover, UK.
- Wang, Z., H. Yan, Y. Yang, and Y. Wu. 2010. Biotype and insecticide resistance status of the whitefly *Bemisia tabaci* from China. *Pest Manag. Sci.* 12: 1360-1366.
- Williams, L., T. J. Dennehy, and J. C. Palumbo. 1996. Whitefly control in Arizona: developing a resistance management program for imidacloprid. *Resist. Pest Manag.* 8: 49-53.
- Young-Joon, K., L. Si-Hyeock, L. Si-Woo, and A. Young-Joon. 2004. Fenpyroximate resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): cross-resistance and biochemical resistance mechanism. *Pest Manag. Sci.* 60: 1001-1006.
- Zhang, L., S. M. Greenberg, Y. Zhang, and T. Liu. 2011. Effectiveness of thiamethoxam and imidacloprid seed treatments against *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) on cotton. *Pest. Manag. Sci.* 67: 226-232.