

SUSCEPTIBILIDAD A CUATRO INSECTICIDAS EN POBLACIONES DE *Bemisia tabaci* (GENNADIUS) (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) DE NAYARIT, MÉXICO

Candelario Santillán-Ortega¹, Agustín Robles-Bermúdez¹, Antonio Macías-Flores¹, Margarito Ortiz-Catón¹, Néstor Isiordia-Aquino¹, Vicente Emilio Carapia-Ruiz² ¹ Universidad Autónoma de Nayarit. Unidad Académica de Agricultura, Km. 9, Carr. Fed. Tepic-Puerto Vallarta, Xalisco, Nayarit, México. C.P. 63780 ² Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Apartado postal 50, Cuautla, Morelos, México csantillan-ortega@hotmail.com. nitsugar@gmail.com, nisiordia@gmail.com amaciasf23@hotmail.com, margaritooc1@hotmail.com. vcarapia@hotmail.com.

RESUMEN: El presente estudio consistió en determinar la susceptibilidad de *Bemisia tabaci* a los cuatro insecticidas: imidacloprid, bifentrina, pymetrozine y dimetoato en cinco poblaciones de insectos procedentes de Compostela, Rosamorada, Santiago (1 y 2) y Tepic, mediante la técnica del bioensayo; una población en ausencia de selección con insecticidas se consideró como referencia de susceptibilidad. Para imidacloprid a nivel de CL₅₀ las RR₅₀ varió de 2.5 a 11.6x y a nivel de RR₉₅ fluctuó entre 0.9 y 41.9x. En el caso de bifentrina la respuesta a nivel de RR₅₀ fue de 1.1 a 20x y a nivel de RR₉₅ varió de 3.8 a 57.1x. Para pymetrozine el rango de la RR₅₀ fue de 1.8 a 4.3x y a nivel de RR₉₅ fue de 2.3 a 22.6x. Por otro lado, en dimetoato la RR₅₀ registró un intervalo de 0.9 a 7.4x y la RR₉₅ de 0.6 a 12.1x.

Palabras clave: Susceptibilidad, mosquita blanca, insecticidas, hortalizas, Nayarit.

Susceptibility to four insecticides in populations of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) from Nayarit, Mexico

ABSTRACT: In this study was determined the susceptibility of *Bemisia tabaci* to four insecticides: imidacloprid, bifenthrin, pymetrozine and dimethoate in five populations of insects from Compostela, Rosamorada, Santiago (1 and 2) and Tepic using bioassay technic; a population without selection pressure of insecticides was considered as susceptible. In imidacloprid at CL₅₀ level the RR₅₀ varied from 2.5 to 11.6x and at RR₉₅ level ranged from 3.8 to 41.9x. For bifenthrin the response at RR₅₀ level was 1.1 to 20 x, and at RR₉₅ level was 3.8 to 57.1x. For pymetrozine the response at RR₅₀ ranged from 1.8 to 4.3x and at RR₉₅ level varied from 2.3 to 22.6x. On the other hand, for dimethoate the RR₅₀ was from 0.9 to 7.4x and the RR₉₅ level was from 0.6 to 12.1x.

Key words: Susceptibility, whitefly, insecticides, vegetables, Nayarit.

Introducción

La mosca blanca *Bemisia tabaci* es una de las plagas en México que más daño ocasiona a los cultivos agrícolas (Holguín-Peña *et al.*, 2010). En Nayarit, esta plaga perjudica a todas las zonas agrícolas de cultivos de hortalizas, frijol y tabaco, aunque el mayor daño se presenta durante el ciclo otoño-invierno en el cual se registran pérdidas para los agricultores y terminan con la fuente de subsistencia de muchas familias (Ortiz *et al.*, 2010). Por los problemas que causan las plagas señaladas, y debido al uso irracional que se hace de los insecticidas disponibles, se estableció como objetivo de esta investigación determinar las líneas base de susceptibilidad a los ingredientes activos: imidacloprid, bifentrina, pymetrozine y dimetoato en poblaciones de mosquita blanca procedentes de diferentes áreas de producción de hortalizas del estado de Nayarit.

Materiales y Método

Para establecer las colonias de *B. tabaci*, se realizaron recolectas de insectos de Marzo a Mayo del 2013, con muestras de cinco áreas agrícolas de los municipios productores de hortalizas del estado de Nayarit, identificadas como: "Compostela", en el municipio de Compostela, en cultivo de sandía; "Tepic" en el municipio de Tepic, en cultivo de coliflor; "Rosamorada" en el municipio de Rosamorada

en el jitomate asociado con chile y pepino; "Santiago 1" en el municipio de Santiago Ixcuintla en cultivo de chile jalapeño y en "Santiago-2" en un cultivo de pepino.

Para el establecimiento de las colonias se recolectaron al menos 3000 especímenes adultos en cada sitio de muestreo con un aspirador de insectos bucal, los individuos se colocaron y se mantuvieron dentro de jaulas entomológicas con las plantas de frijol como hospederas hasta obtener la generación F₁ o F₂ sobre las que se realizaron los bioensayos. Como referencia susceptible de *B. tabaci* capturada en plantas de tomate, en condiciones de invernadero con antecedentes de ausencia de aplicaciones de insecticidas; aunado a esto, dicha población se mantuvo aislada en jaulas entomológicas hasta obtener la sexta generación en que se realizaron los bioensayos.

Los insecticidas evaluados fueron imidacloprid, bifentrina, pymetrozine y dimetoato. Para el bioensayo se usó el procedimiento documentado por Elbert *et al.* (1996) por inmersión discos de hoja, con ligeras modificaciones, ya que se emplearon hojas de frijol común en sustitución de algodónero (*Gossypium hirsutum* L.). De los foliolos de las hojas de frijol, se obtuvieron discos de 38 mm de diámetro que se cortaron con un sacabocados. Simultáneamente, se prepararon diluciones de insecticidas para cada bioensayo en agua destilada que contenía surfactante organosiliconado al 0.1 %. Los discos tratados se colocaron cuidadosamente en su correspondiente caja Petri previamente los cuales que fueron puestos con el haz hacia el agaragar solidificado, inmediatamente, se introdujeron de 30-50 ejemplares. Se cubrieron las cajas Petri con una tapa de plástico, y se mantuvieron dentro de una cámara bioclimática cuya temperatura fue de $26 \pm 2^{\circ}\text{C}$ y fotoperiodo 14:10h (luz: oscuridad), con $50\% \pm 10$ HR.

Los datos se analizaron con el programa estadístico POLO PLUS (LeOra, 2012). Se obtuvieron las líneas de respuesta Log-dosis Probit, la CL₅₀ y CL₉₅, así como estimación de los límites de confianza (LC) al 95%. La respuesta entre poblaciones se consideró diferente si sus límites de confianza respectivos no se traslaparon a nivel de mortalidad dada (CL₅₀ y CL₉₅).

Para determinar la proporción de resistencia o resistencia relativa (RR) en cada población de campo, el resultado de las concentraciones letales a los niveles de 50% y 95% se dividió entre los valores de la CL_(50, 95) de la población de referencia susceptible correspondiente.

Resultados y Discusión

Imidacloprid. La población susceptible presentó una CL₅₀ de 24.4 mg·L⁻¹ y las cinco poblaciones de campo identificadas como Compostela, Rosamorada, Santiago-1, Santiago-2 y Tepic, manifestaron diferencias significativas con respecto a esta población de referencia, con una CL₅₀ de 61.7, 215, 263.2, 281.8 y 87.8 mg·L⁻¹ y una RR₅₀ de 2.5x, 8.6x, 10.8x, 11.6x y 3.6x, respectivamente; estos resultados son diferentes a los presentados por Gutiérrez-Olivares *et al.* (2007) y Hameed *et al.* (2010), probablemente porque en los campos de hortalizas de Nayarit se emplea el insecticida imidacloprid en repetidas ocasiones en el mismo ciclo de cultivo para control de *B. tabaci*. Por su parte, Aguilar-Medel *et al.* (2007) documentaron un nivel de resistencia de 42.8x para *B. tabaci* con una CL₅₀ de 91.2 mg·L⁻¹, la cual es similar a la concentración que se obtuvo en el presente estudio para Tepic-B; sin embargo, es menor en comparación a la CL₅₀ obtenida para Rosamorada, Santiago-1 y Santiago-2, pese a que los respectivos valores de RR₅₀ presentados en estas tres poblaciones son inferiores a los presentados por estos últimos investigadores, ya que utilizaron una población de referencia altamente susceptible, lo cual propone que las poblaciones en el presente trabajo manifestaron un comportamiento de baja susceptibilidad al insecticida imidacloprid.

Bifentrina. En la especie de *B. tabaci* (Cuadro 1), la CL₅₀ de la población de referencia fue de 36.1 mg·L⁻¹, mientras que, en las poblaciones de campo fueron: para Tepic 38.1 mg·L⁻¹, Santiago-1 con 63.2 mg·L⁻¹, Compostela 244.6 mg·L⁻¹, Rosamorada 652.4 mg·L⁻¹ y 730.8 mg·L⁻¹ para Santiago-2. Tepic resultó similar a la población susceptible; en cambio, Santiago-1, Compostela, Rosamorada y

Santiago-2 fueron diferentes a la susceptible y a excepción de Santiago-1 también diferentes a Tepic, al mismo tiempo, las últimas tres poblaciones resultaron diferentes con respecto a Santiago-1, de igual manera, Rosamorada y Santiago-2 que reflejaron similitud estadística, fueron diferentes a Compostela. Con estos datos, las RR_{50} resultantes fueron 1.1x, 1.8x, 6.8x, 18.1x y 20.2x para Tepic, Santiago-1, Compostela, Rosamorada y Santiago-2, respectivamente; no obstante, a la CL_{95} los niveles de resistencia se incrementaron para las poblaciones Rosamorada con 38.7x y Santiago-2 con 57.1x; fundamentos que sugieren un elevado nivel de resistencia al compuesto bifentrina en estas dos poblaciones.

Pymetrozine. La población de referencia (Cuadro 1) requirió una CL_{50} de $47.1 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ y las poblaciones de campo resultaron con valores de 97.8, 84.4, 178, 152 y $203.9 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ en Tepic, Compostela, Santiago-1, Santiago-2 y Rosamorada, respectivamente, con RR_{50} de 2.1x, 1.8x, 3.8x, 3.2x y 4.3x, en el mismo orden. Con los resultados anteriores, se encontró que Tepic y la población de referencia fueron estadísticamente iguales, en cambio, las cuatro poblaciones restantes reflejaron ser diferentes a la susceptible y a excepción de Compostela y Santiago-1, también fueron diferentes a Tepic; entre las poblaciones Santiago-1 y Santiago-2 no hubo diferencias, de igual manera para Santiago-1 y Rosamorada, pero Santiago-2 y esta última reflejaron ser diferentes entre sí. Con los valores en RR_{50} encontrados para el insecticida pymetrozine, que oscilaron entre 1.8x y 4.3x, se reflejan niveles de resistencia inferiores a los reportados por Aguilar-Medel *et al.* (2007); sin embargo, la concentración requerida para cada una de las poblaciones en el presente estudio fue mayor que la empleada en dos poblaciones por los autores citados, quienes reportaron una CL_{50} de 78.5 y $101.5 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ con RR_{50} de 20.2x y 26x, respectivamente. Estos mismos autores obtuvieron una CL_{95} de 10,809 y $11,218.4 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$, con una RR_{95} de 0.7x y 0.8x, que a diferencia del presente estudio, en Santiago-1 se registró una RR_{95} de 22.6x con una CL_{95} de $7,334 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$; lo anterior demuestra la variación en la frecuencia de aplicaciones y el diferencial de nivel de susceptibilidad en las poblaciones de campo de *B. tabaci* para las distintas zonas agrícolas.

Dimetoato. La población de referencia requirió una CL_{50} de $355.4 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ y para las poblaciones de campo los valores fueron de 334.8, 1,067.9, 1,130.7, 1,343.1 y $2,628.3 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$, con RR_{50} de 0.9x, 3x, 3.2x, 3.8x y 7.4x para Tepic-B, Compostela, Santiago-2, Rosamorada y Santiago-1, respectivamente. Tepic, reflejó similitud estadística con la población de referencia y las cuatro poblaciones restantes fueron diferentes a estas dos primeras; a su vez, Santiago-1, fue diferente a Compostela, Santiago-2 y Rosamorada, asimismo entre estas últimas tres poblaciones no se mostraron diferencias. Estos valores difieren con los datos obtenidos por Ahmed *et al.* (1987), sobre *B. tabaci* en un cultivo de algodón, quienes encontraron poblaciones altamente resistentes con una RR de hasta 454x. Por las concentraciones requeridas y las especificaciones en la etiqueta del producto se puede inferir que las poblaciones no poseen susceptibilidad a dimetoato, esto posiblemente se debe a que es uno de los insecticidas con mayor tiempo en uso para controlar insectos plaga en una amplia variedad de cultivos agrícolas y por el costo relativamente accesible que posee en el mercado, induce a que se intensifique el uso para control de plagas como lo publica Buratti, *et al.* (2007), aún en cultivos que no se consideran potencialmente rentables.

Cuadro 1. Respuesta de las poblaciones de *Bemisia tabaci* a diferentes insecticidas recolectadas en el estado de Nayarit, México.

Insecticida	Población	N	b ± EE	CL ₅₀ (95% LC) mg·L ⁻¹	CL ₉₅ (95% LC) mg·L ⁻¹	χ ²	RR ₅₀	RR ₉₅
Imidacloprid	Susceptible	1281	1.49 ±0.08	24.4 (21.2– 27.7)	305.5 (239.4 – 409.8)	0.86		
	Compostela	1068	2.59 ±0.15	61.7 (56.1 – 67.5)	266.3 (227.2 – 323.4)	2.87	2.5	0.9
	Rosamorada	1151	1.72 ±0.15	215 (178.8 – 257.8)	1939 (1361.7 – 3136.1)	4.06	8.6	6.3
	Santiago-1	1355	0.97 ±0.05	263.2 (215.6 – 321.2)	12802.3 (8298.2 – 2186.3)	2.96	10.8	41.9
	Santiago-2	1061	1.82 ±0.11	281.8 (222.2 – 355.5)	2252.2 (1446.4 – 4482.7)	4.61	11.6	7.4
	Tepic	1591	1.43 ± 0.07	87.8 (64.1 – 116.3)	1231.1 (712.3 – 2938.8)	11	3.6	4.0
Bifentrina	Susceptible	1087	1.88 ±0.12	36.1 (29.4 – 45.4)	268.3 (167.7 – 567.2)	6.67		
	Compostela	1451	2.66 ±0.16	244.6 (220.4 – 271.6)	1013 (802.4 – 1399.3)	4.09	6.8	3.8
	Rosamorada	1012	1.36 ±0.15	652.4 (504.8 – 943.9)	10384.7 (5066.2 – 31665)	1.19	18.1	38.7
	Santiago-1	1357	1.25 ±0.06	63.2 (49.8 – 78.7)	1289.6 (864.1 – 2173.6)	5.9	1.8	4.8
	Santiago-2	1232	1.24 ±0.09	730.8 (516.5 – 1195.8)	15332.3 (6010.1 – 89575.5)	5.65	20.2	57.1
	Tepic	1681	1.06 ± 0.06	38.1 (25.4 – 53.8)	1333.9 (610.6 – 5211.7)	11.6	1.1	5.0
Pymetrozine	Susceptible	1435	1.96 ±0.10	47.1 (37.9 – 56.8)	325 (236.1 – 513.2)	7.07		
	Compostela	1219	1.73±0.10	84.4 (62.1 – 108.4)	753.9 (501.6 – 1409.0)	8.63	1.8	2.3
	Rosamorada	991	1.74±0.11	203.9 (178.2 – 232.6)	1794.6 (1381.4 – 2489.3)	2.43	4.3	5.5
	Santiago-1	1942	1.01 ±0.04	177.9 (133.0 – 230.4)	7334 (4728.9 – 12880.3)	12.3	3.8	22.6
	Santiago-2	1035	2.12±0.13	152 (136.8 – 169.4)	904.1 (719.2 – 1204)	1.02	3.2	2.8
	Tepic	1403	1.27 ± 0.06	97.8 (52.0 – 170.1)	1911 (781.9 – 12124.0)	27.5	2.1	5.9
Dimetoato	Susceptible	1287	2.21 ±0.11	355.4 (303.1 -411)	1962.2 (1545.6 – 2683.9)	5.06		
	Compostela	1249	2.3 ±0.13	1067.9 (926 – 1227.4)	5522.8 (4176.5 – 8173)	3.14	3.0	2.8
	Rosamorada	885	2.88 ±0.13	1343.1 (1198.2 – 1507.9)	7036.8 (5747.7 – 8987.3)	2.17	3.8	3.5
	Santiago-1	1132	1.71 ±0.10	2628.3 (2311.2 – 2966.1)	23839.8 (18729.8 – 32198.8)	2.17	7.4	12.1
	Santiago-2	1144	2.68 ±0.14	1130.7 (843.7 – 1522.6)	4627.9 (2974.9 – 0719.8)	13.5	3.2	2.4
	Tepic	1511	2.99 ±0.17	334.8 (254.3 – 437.8)	1187.5 (782.7 – 2918)	25.2	0.9	0.6

n: Número total de individuos tratados; b ±EE: Pendiente de la línea de regresión con el error estándar;
 CL₅₀ (CL₉₅): Concentración letal que elimina al 50% (95%) de los individuos tratados;
 95% LC: Límites de confianza al 95%;
 RR₅₀ (RR₉₅): Respuesta relativa al 50% (95%) de mortalidad
 χ²: ji-cuadrada

Conclusiones

Las poblaciones de mosca blanca de Santiago-1, Santiago-2 y Rosamorada presentaron menor susceptibilidad que las poblaciones Tepic y Compostela a la mayoría de los insecticidas evaluados.

La población Tepic manifestó mayor susceptibilidad, en tanto la población Compostela expresó variación en su respuesta a los tóxicos empleados.

Literatura Citada

- Aguilar-Medel, S., Rodríguez-Maciél, J. C., Santillán-Ortega, C., Lagunes-Tejeda, A., Díaz-Gómez, O. y J. L. Martínez-Carrillo. 2007. Susceptibilidad a insecticidas en dos poblaciones de *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) biotipo B colectadas en Baja California y Sinaloa, México. *Interciencia*. 32: 266-269.
- Ahmed, A. H. M., Elhag, E. A. y N. H. H. Bashir. 1987. Insecticide resistance in the cotton whitefly *Bemisia tabaci* (Genn.) in the Sudan Gezira. *Tropical Pest Management*. 33: 67-72.
- Buratti, F. M., Leoni, C. y E. Testai. 2007. The human metabolism of organophosphorothionate pesticides: consequences for toxicological risk assessment. *Journal of Consumer Protection and Food Safety*. 2: 37-44.
- Elbert, A. R., Nauen, M., Cahill, A. L., Devonshire, A. W., Scarr, S., Sone, y R. Steffens. 1996. Resistance management with chloronicotinyl insecticides using imidacloprid as an example. *Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer*. 270. 49: 5-54.
- Gutiérrez-Olivares, M., Rodríguez-Maciél, J. C., Llanderal-Cázares, C., Terán-Vargas, A.P., Lagunes-Tejeda, A. y O. Díaz-Gómez. 2007. Estabilidad de la resistencia a neonicotinoides en *Bemisia tabaci* (Gennadius) biotipo b de San Luis Potosí, México. *Agrociencia*. 41: 913-920.
- Hameed, A., Asif-Aziz, M., y G. Mustafa-Agheer. 2010. Susceptibility of *Bemisia tabaci* Gen (Hemiptera: Aleyrodidae) to Selected Insecticides. *Pakistan J. Zool*. 42: 295-300.
- Holguín-Peña, R. J., Hernández-Montiel, L. G. y H. Latisnere-Barragan. 2010. Identificación y distribución geográfica de *Bemisia tabaci* Gennadius y su relación con enfermedades begomovirales en tomate de Baja California, México. *Revista Mexicana de Fitopatología*. 28: 58-60.
- LeOra software. 2012, Probit en logist analysis. Polo Plus, ver 2.0
- Martin, J. H. 2005. Whiteflies of Belize (Hemiptera: Aleyrodidae) Part 2 a review of the subfamily Aleyrodinae Westwood. *Zootaxa*. 1098: 1- 116.
- Ortiz, C. M., Medina, T. R., Valdivia, B. R., Ortiz, C. A., Alvarado, C. S. y B. J. R. Rodríguez. 2010. Mosquitas blancas, plaga primaria de hortalizas en Nayarit. *Revista Fuente*. 5:31-40.