

DETERMINACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD DE MOSCA BLANCA (*Bemisia tabaci*) A TRES INSECTICIDAS EN VARIAS LOCALIDADES DE MÉXICO

José Gustavo Enciso-Cabral¹, Iris Viviana Zepeda-Rivera², José Carlos Beas-Zarate², Omar Alejandro Posos-Parra³, Benito Monroy-Reyes¹ y Pedro Posos-Ponce¹✉

¹Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. KM. 15.6 Carr. Guadalajara-Nogales, Las Agujas, Municipio de Zapopan, Jalisco. C.P 41100

²Estudiante de la Carrera de Agronomía 1Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. KM. 15.6 Carr. Guadalajara-Nogales, Las Agujas, Municipio de Zapopan, Jalisco. C.P 41100

³Estudiante de la Carrera de ingeniero en Biotecnología ITESM campus Guadalajara.

✉ Autor de correspondencia: ppozos@prodigy.net.mx

RESUMEN. *Bemisia tabaci* representa un problema de importancia en diversos cultivos rentables y de alto impacto socioeconómico en el país. Su relevancia dentro del control de plagas se debe a su habilidad de infestar con facilidad las plantaciones, además de ser portador de diversos virus que pueden causar la pérdida total de la cosecha. Por lo tanto, surge la necesidad de conocer la susceptibilidad de dicha plaga en zonas productoras de cultivos hospederos, evaluando la sensibilidad que tiene a los productos comerciales recomendados para su control. Se consideraron siete regiones del país, pertenecientes a los estados de Baja California, Michoacán, Sinaloa, Colima y el Estado de México, utilizando tres insecticidas, dos neonicotinoides (Thiamethoxan e Imidacloprid) y una piretrina (Pimetrozina). La población de mosca blanca que mostró mayor sensibilidad a los tres insecticidas fue la de Yurécuaro, Michoacán, mientras que, en San Quintín, B.C., el Imidacloprid y la Pimetrozina fueron los menos sensibles, al igual que el Thiamethoxan para Villa Guerrero, Estado de México. Estos resultados pueden ser de utilidad para establecer las líneas de referencia y posiblemente ajustar las dosis de efectividad biológica para futuros años y así controlar la resistencia que se encuentra latente.

Palabras clave: *Bemisia tabaci*, Thiamethoxan, Imidacloprid, Pimetrozina, mosca blanca

Susceptibility to three insecticides in seven populations of *Bemisia tabaci* from Mexico

ABSTRACT. *Bemisia tabaci* represents an agricultural problem that affects high economic remuneration crops, and those have a high socioeconomic impact in Mexico. Its relevance in pest control is due to its ability to easily infest crops, as well as being a carrier of various viruses that can cause complete loss of fields. Therefore, the necessity to discover and research the susceptibility of this pest in areas producing host crops is crucial, in addition to evaluating the sensitivity of this pest to commercial products. Seven different regions of the country were evaluated, belonging to the states of Baja California, Michoacán, Sinaloa, Colima and the State of Mexico, with three different insecticides, two neonicotinoids (Thiamethoxan and Imidacloprid) and one pyrethrin (Pymetrozine). The population of whitefly that showed greater sensitivity to all insecticides was Yurécuaro, Michoacán, while, for the region of San Quintín, B.C. Imidacloprid and Pymetrozine were the least sensitive, and the population from Villa Guerrero, State of Mexico for Thiamethoxan. These results can be useful to establish reference lines and possibly adjust the doses of biological effectiveness in the following years and thus reach resistance control that is latent in those regions.

Key words: *Bemisia tabaci*, Thiamethoxan, Imidacloprid, Pymetrozine, Whitefly.

INTRODUCCIÓN

Durante la última década, varios sistemas agrícolas en las regiones tropicales y subtropicales han sido severamente afectados por mosca blanca (Homoptera: Aleyrodidae). Este insecto ha sido considerado un severo problema fitosanitario en varios cultivos de gran importancia socioeconómica en países africanos, asiáticos, europeos y en algunas regiones de Australia (Morales y Anderson, 2001). En América constituye actualmente un serio problema desde el sur de los Estados Unidos hasta Argentina, incluyendo todos los países del Caribe, como plaga de relevancia económica por sus desmesuradas poblaciones. En el panorama mundial se reportan 1,200 especies incluidas en 126 géneros; sin embargo, en México son

reconocidas como especies de importancia económica *Bemisia tabaci* y *Bemisia argentifolii* principalmente, aunque *Trialeurodes vaporariorum* también ocasiona daños de consideración (Macías *et al.*, 2013).

Son varias las causas de las cuales se deriva la importancia que tiene mosca blanca en las hortalizas, una de ellas es el daño directo ocasionado por ninfas y adultos, que al succionar la savia de las plantas, llegan a causarles debilitamiento o incluso la muerte, sobre todo en sembradíos con poblaciones altas. Adicionalmente, la mielecilla que excreta en ambos estadios biológicos sirve como sustrato para el desarrollo de fumagina, la cual al cubrir el área foliar provoca trastornos en la fotosíntesis y respiración, reduciendo el vigor de la planta (Posos-Parra y Monroy-Reyes, 2016). No obstante, el mayor daño ocasionado por estos insectos está relacionado con la transmisión de enfermedades de tipo viral; estas enfermedades han provocado pérdidas considerables en la cantidad y calidad de las cosechas, lo que a su vez, causa la disminución de superficie sembrada, por la baja rentabilidad de los cultivos y como consecuencia el abandono del campo.

En México se producen más de 30 especies hortícolas, entre las cuales destacan: chile, jitomate, papa, sandía, melón, frijol, col, tabaco, calabaza, berenjena, ajonjolí, algodón y tomate de cáscara, cultivos de importancia por la superficie sembrada, por el volumen de alimentos que son altamente redituables y por la gran demanda de mano de obra, por lo que los daños ocasionados por este insecto repercuten de manera significativa en el desarrollo socioeconómico de las distintas regiones agrícolas del país (Schwentensius-Rindermann y Gómez-Cruz, 2014).

La mosca blanca y los virus que transmite se han convertido en un problema fitosanitario en varios cultivos en México y en el mundo, entre los se pueden citar el frijol, jitomate, chile, melón, pepino y varias cucurbitáceas. Esta plaga causa importantes pérdidas económicas, al reducir los rendimientos, que van de 60 al 100% de la producción normal, merma la calidad de los productos agrícolas producidos y aumenta los costos de producción por el uso intensivo de insecticidas (Posos-Parra, y Monroy-Reyes, 2016). Solo en el occidente de México (Michoacán, Jalisco, Colima y Nayarit) se siembran alrededor de 60,000 hectáreas de hortalizas, destacando tomate, melón, sandía, calabaza, brócoli y algunas especies de chile (Schwentensius-Rindermann y Gómez-Cruz, 2014). El objetivo de la presente investigación fue determinar la susceptibilidad de la mosca blanca (*B. tabaci*) proveniente de diferentes localidades de México a tres insecticidas (Thiamethoxan, Imidacloprid y Pimetrozina).

MATERIALES Y MÉTODO

El material biológico fue colectado en las localidades de San Quintín de Baja California; Los Mochis, Culiacán y La Cruz de Elota de Sinaloa; Yurécuaro de Michoacán; Tecomán de Colima y Villa Guerrero del Estado de México. Las muestras infestadas de ninfas y adultos de mosca blanca se enviaron por paquetería a la ciudad de Guadalajara. Una vez que se recibieron las muestras, éstas se colocaron en bolsa de papel estraza y se procesaron el mismo día de recepción, ya que estas contaban con suficiente población de adultos de mosca blanca. Posteriormente, se extrajeron y guardaron a una temperatura de -5°C durante 20 minutos, para poder inmovilizarlas y así facilitar su manipulación.

Se utilizaron los siguientes productos comerciales formulados: Thiamethoxan, Imidacloprid del grupo de los neonicotinoides y Pimetrozina, del grupo de las piretrinas, empleando la técnica de la película residual con concentraciones en partes por millón (ppm). Las concentraciones evaluadas de los tres productos comerciales fueron las siguientes: 3125, 625, 125, 25, 5, 1 y 0 ppm del ingrediente activo. A todas las diluciones se les agregó una solución búfer marca Mezfer en una concentración 0.05% v/v.

Antes de llevar a cabo los bioensayos, se sembró el material vegetativo, en este caso frijol, para contar con suficientes hojas para realizar discos de 5 cm de diámetro, mediante la ayuda de un sacabocados de metal. Una vez que se tuvieron los discos, éstos se trataron con las concentraciones de los insecticidas y a las 24 horas se colocaron en cajas de Petri de 60 mm de diámetro, las cuales previamente se les había adicionado agar nutritivo desinfectado con el fungicida Fluazinam y el bactericida Oxitetraciclina, para mitigar el crecimiento de hongos y bacterias. Posteriormente, se colocaron sobre la superficie del agar los discos vegetales con el envés expuesto, donde se ubicaron 20 adultos por caja de Petri y por concentración, en este caso se realizaron de 3-5 observaciones de cada una de las concentraciones y se

mantuvieron a una temperatura de 22-24°C con períodos de 16 horas luz y 8 de oscuridad. Se tomaron los datos de la mortalidad de las moscas blancas a las 72 horas después de haberse colocado éstas, para el caso de los tratamientos en base de insecticidas del grupo de los neonicotinoides y a los 5 días para el tratamiento en base al del grupo de las piretrinas. La determinación de la mortalidad se realizó con la ayuda de un microscopio estereoscópico marca Carl Zeiss, registrando como muertas a aquellas moscas blancas que no tuvieran movilidad coordinada. Cuando se presentó mortalidad en el testigo sin aplicar, esta se corrigió mediante la fórmula de Abbott (1925).

$$\% \text{Mortalidad} = \frac{(\text{Adultos vivos en el testigo} - \text{Adultos vivos en el tratamiento})}{(\text{Adultos vivos en el testigo})} * 100$$

Una vez obtenidos los datos de mortalidad se procedió a correr el Análisis Probit de Máxima Verosimilitud (Finney, 1971), mediante el paquete estadístico SPSS (2002) ver. 10.0. Con los datos obtenidos del Análisis Probit se procedió a graficar la respuesta dosis mortalidad y se obtuvieron los siguientes estimadores estadísticos: a) Ecuaciones de predicción; b) Concentraciones Letales de 1 al 99% de mortalidad y sus límites fiduciales al 95% de confiabilidad para cada uno de los insecticidas en cuestión; y c) Coeficientes de Determinación (r^2).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Respuesta de la población procedente de San Quintín, B.C. En la respuesta de la población de mosquita blanca procedente de esta localidad, se observa que la pendiente de las ecuaciones de regresión fue positiva (Cuadro 1). Además, los valores de la pendiente fueron pequeños siendo los mayores los que corresponden a Imidacloprid y Pimetrozina, lo que demostró que hay poca variación en los resultados obtenidos de las ecuaciones de regresión para estos insecticidas (Cuadro 2). En San Quintín se observó que la población de mosca blanca se mostró más sensible al insecticida Thiamethoxan, y menos sensible al Imidacloprid (Cuadro 1); en el caso de Pimetrozina la población fue medianamente sensible, ya que se requirieron 222 ppm para llegar al 50% de la mortalidad.

Cuadro 1. Respuesta de adultos de *B. tabaci* a tres insecticidas de poblaciones expuestas a control químico en San Quintín, B.C. 2015-2016. *Dosis expresadas en ppm.

Tratamiento	CL ₅₀ *	Intervalos de confianza al 95%	CL ₉₀ *	Pendiente
Thiamethoxan	145.97	(74.77-318.65)	544,819.83	2.05213
Imidacloprid	289.26	(112.79-1077.89)	86,848.74	4.33371
Pimetrozina	222.02	(136.55-387.90)	60,052.57	4.02380

Los coeficientes de determinación que se muestran en el cuadro 2, son adecuados para todos los tratamientos, lo que indica que las ecuaciones obtenidas tienen buen ajuste.

Cuadro 2. Estimadores estadísticos de las líneas de regresión dosis-mortalidad de tres insecticidas a adultos de mosca blanca (*B. tabaci*) provenientes de San Quintín, B.C. 2015-2016.

Tratamiento	Ecuación de regresión	R ²	GL	P
Thiamethoxan	Y = 1.01579 + 13.4591lnX	0.98	5	95
Imidacloprid	Y = 7.40238 + 17.4567lnX	0.97	5	96
Pimetrozina	Y = 8.1228 + 18.0421lnX	0.97	5	97

R²= Coeficiente de determinación; GL= Grados de libertad; P= Probabilidad (%)

Respuesta de la población procedente de Los Mochis, Sinaloa. En este caso se observa que la pendiente de las ecuaciones de regresión también fue positiva (Cuadro 3). Los valores de la pendiente fueron bajos, siendo el más alto el valor de Imidacloprid, por lo que existió poca variación en los resultados obtenidos de las ecuaciones de regresión (Cuadro 4). La población de mosca blanca fue mayormente sensible al Thiamethoxan, y poco sensible a Pimetrozina e Imidacloprid, como se muestra en los valores de CL₅₀ del cuadro 3.

Cuadro 3. Respuesta de adultos de *B. tabaci* a tres insecticidas de poblaciones expuestas a control químico en Los Mochis, Sinaloa, 2015-2016.

Tratamiento	CL ₅₀ *	Intervalos de confianza al 95%	CL ₉₀ *	Pendiente
(Thiamethoxan)	11.223	(6.3507-18.5074)	2785.20	3.3406
(Imidacloprid)	66.216	(25.467-181.016)	7072.71	7.5524
(Pimetrozina)	60.384	(44.80-82.816)	1114.53	4.5235

* Dosis expresadas en ppm.

Los coeficientes de determinación que se muestran en el cuadro 4 son adecuados para todos los tratamientos, lo que indica que las ecuaciones de regresión estimadas tienen buen ajuste.

Cuadro 4. Estimadores estadísticos de las líneas de regresión dosis-mortalidad de tres insecticidas a adultos de mosca blanca (*B. tabaci*) provenientes de Los Mochis, Sinaloa, 2015-2016.

Tratamiento	Ecuación de regresión	R ²	GL	P
Thiamethoxan	Y = 29.22+19.444lnX	0.98	4	95
Imidacloprid	Y =10.37+21.6976lnX	0.94	5	97
Pimetrozina	Y =-2.166+30.1601lnX	0.98	4	95

R²= Coeficiente de determinación; GL= Grados de libertad; P= Probabilidad (%)

Respuesta de la población procedente de Culiacán, Sinaloa. Para esta zona la pendiente de las ecuaciones de regresión fue positiva (Cuadro 5). Los valores de la pendiente fueron pequeños, excepto por el del Pimetrozina (Cuadro 5). La CL₅₀ de la población de mosca blanca para los insecticidas evaluados se mostró más sensible a Pimetrozina, seguida de Imidacloprid, y menos sensible a Thiamethoxan.

Cuadro 5. Respuesta de adultos de *B. tabaci* a tres insecticidas de poblaciones expuestas a control químico en Culiacán, Sinaloa, 2015-2016.

Tratamiento	CL ₅₀ *	Intervalos de confianza al 95%	CL ₉₀ *	Pendiente
(Thiamethoxan)	60.529	(3.4618-1414.58)	1632.04	7.723
(Imidacloprid)	25.491	(18.88-34.46)	488.410	5.823
(Pimetrozina)	14.025	(0.5200-130.623)	145.997	17.387

* Dosis expresadas en ppm.

Los coeficientes de determinación (Cuadro 6), como medidas de bondad de ajuste permitieron establecer que las ecuaciones obtenidas para todos los tratamientos fueron adecuadas.

Cuadro 6. Estimadores estadísticos de las líneas de regresión dosis-mortalidad de tres insecticidas a adultos de mosca blanca (*B. tabaci*) provenientes de Culiacán, Sinaloa, 2015-2016.

Tratamiento	Ecuación de regresión	R ²	GL	P
Thiamethoxan	Y = -5.56+31.26lnX	0.95	3	95
Imidacloprid	Y =5.712+31.423lnX	0.97	4	97
Pimetrozina	Y =-12.35+54.31lnX	0.90	2	87

R²= Coeficiente de determinación; GL= Grados de libertad; P= Probabilidad (%)

Respuesta de la población procedente de Cruz de Elota, Sinaloa. Para esta zona, la pendiente de las ecuaciones de regresión fue positiva (Cuadro 7). Los valores de la pendiente fueron pequeños, lo que demuestra que hay poca variación en los resultados obtenidos de las ecuaciones de regresión (Cuadro 8). La población fue más sensible al Thiamethoxan, poco sensible al Pimetrozina y menos sensible al Imidacloprid, de acuerdo a sus dosis letales medias.

Cuadro 7. Respuesta de adultos de *B. tabaci* a tres insecticidas de poblaciones expuestas a control químico en Cruz de Elota, Sinaloa, 2015-2016.

Tratamiento	CL ₅₀ *	Intervalos de confianza al 95%	CL ₉₀ *	Pendiente
(Thiamethoxan)	3.011	(1.9694-4.2757)	63.4954	9.212
(Imidacloprid)	75.782	(21.757-594.591)	8350.288	7.988
(Pimetrozina)	15.549	(6.899-40.7472)	48354.49	2.895

* Dosis expresadas en ppm.

Los coeficientes de determinación (Cuadro 8), permiten concluir que las ecuaciones obtenidas tienen buen ajuste para todos los tratamientos.

Cuadro 8. Estimadores estadísticos de las líneas de regresión dosis-mortalidad de tres insecticidas a adultos de mosca blanca (*B. tabaci*) provenientes de Cruz de Elota, Sinaloa. 2015-2016.

Tratamiento	Ecuación de regresión	R ²	GL	P
Thiamethoxan	$Y = 35.12 + 30.08 \ln X$	0.93	4	97
Imidacloprid	$Y = 9.738 + 21.643 \ln X$	0.93	5	98
Pimetrozina	$Y = 32.97 + 14.30 \ln X$	0.96	3	95

R²= Coeficiente de determinación; GL= Grados de libertad; P= Probabilidad (%)

Respuesta de la población procedente de Yurécuaro, Michoacán. En el cuadro 9 se observa que la pendiente de las ecuaciones de regresión es positiva con valores pequeños. Al analizar la CL₅₀ de los productos evaluados para esta localidad, se evidenció que la población fue más sensible a Pimetrozina, poco sensible a Thiamethoxan y menos sensible al Imidacloprid.

Cuadro 9. Respuesta de adultos de *B. tabaci* a tres insecticidas de poblaciones expuestas a control químico en Yurécuaro, Michoacán. 2015-2016.

Tratamiento	CL ₅₀ *	Intervalos de confianza al 95%	CL ₉₀ *	Pendiente
(Thiamethoxan)	0.0143	(0.00015-0.10594)	13.061	2.4876
(Imidacloprid)	0.0077	(0.00001-0.09432)	78.443	3.2125
(Pimetrozina)	0.5667	(0.00547-3.0986)	372.847	6.0016

* Dosis expresadas en ppm.

Los coeficientes de determinación son adecuados para todos los tratamientos (Cuadro 10).

Cuadro 10. Estimadores estadísticos de las líneas de regresión dosis-mortalidad de tres insecticidas a adultos de mosca blanca (*B. tabaci*) provenientes de Yurécuaro, Michoacán. 2015-2016.

Tratamiento	Ecuación de regresión	R ²	GL	P
Thiamethoxan	$Y = 80.684 + 6.7470 \ln X$	0.92	4	95
Imidacloprid	$Y = 76.274 + 6.785 \ln X$	0.87	4	90
Pimetrozina	$Y = 58.189 + 11.638 \ln X$	0.88	5	92

R²= Coeficiente de determinación; GL= Grados de libertad; P= Probabilidad (%)

Respuesta de la población procedente de Tecomán, Colima. Análogamente a las otras localidades, la pendiente de las ecuaciones de regresión también fue positiva para esta zona con valores bajos (Cuadro 11). La dosis letal media mostró mayor sensibilidad a Thiamethoxan, luego a la Pimetrozina y menor sensibilidad a Imidacloprid.

Cuadro 11. Respuesta de adultos de *B. tabaci* a tres insecticidas de poblaciones expuestas a control químico en Tecomán, Colima. 2015-2016.

Tratamiento	CL ₅₀ *	Intervalos de confianza al 95%	CL ₉₀ *	Pendiente
(Thiamethoxan)	16.702	(11.515-23.594)	685.823	7.742
(Imidacloprid)	151.61	(5.649-847.758)	3768.06	10.013
(Pimetrozina)	19.355	(9.040-37.977)	646.826	8.101

* Dosis expresadas en ppm.

En el cuadro 12 se observa que los coeficientes de determinación son adecuados para todos los tratamientos.

Cuadro 12. Estimadores estadísticos de las líneas de regresión dosis-mortalidad de tres insecticidas a adultos de mosca blanca (*B. tabaci*) provenientes de Tecomán, Colima. 2015-2016.

Tratamiento	Ecuación de regresión	R ²	GL	P
Thiamethoxan	$Y = 19.583 + 23.968 \ln X$	0.95	5	95
Imidacloprid	$Y = -19.77 + 31.696 \ln X$	0.92	3	94
Pimetrozina	$Y = 16.62 + 24.962 \ln X$	0.95	5	94

R²= Coeficiente de determinación; GL= Grados de libertad; P= Probabilidad (%)

Respuesta de la población procedente de Villa Guerrero, Estado de México. La pendiente de las ecuaciones de regresión es positiva y con valores bajos (Cuadro 13). La población tuvo menor sensibilidad al Thiamethoxan, fue medianamente sensible a la Pimetrozina y mostró alta sensibilidad al Imidacloprid, de acuerdo con los valores de CL₅₀.

Cuadro 13. Respuesta de adultos de *B. tabaci* a tres insecticidas de poblaciones expuestas a control químico en Villa, Guerrero, Estado de México, 2015-2016.

Tratamiento	CL ₅₀ *	Intervalos de confianza al 95%	CL ₉₀ *	Pendiente
Thiamethoxan	343.99	(94.78-3060.08)	48140.16	11.78
Imidacloprid	50.937	(32.905-78.451)	7722.40	6.855
Pimetrozina	131.95	(91.84-193.25)	7523.19	3.268

* Dosis expresadas en ppm.

Los coeficientes de determinación fueron adecuados para todos los tratamientos (Cuadro 14).

Cuadro 14. Estimadores estadísticos de las líneas de regresión dosis-mortalidad de tres insecticidas de adultos de mosca blanca (*B. tabaci*) de Villa Guerrero, Estado de México, 2015-2016.

Tratamiento	Ecuación de regresión	R ²	GL	P
Thiamethoxan	Y =1.248+19.362lnX	0.85	5	92
Imidacloprid	Y =14.781+20.654lnX	0.95	5	95
Pimetrozina	Y =1.662+23.308lnX	0.99	5	98

R²= Coeficiente de determinación; GL= Grados de libertad; P= Probabilidad (%)

En el Cuadro 15 se presenta el concentrado de la respuesta de la población de mosca blanca a los tres insecticidas para las siete localidades, se observa que para Thiamethoxan, la población más sensible fue la de Yurécuaro, y la menos sensible la de Villa Guerrero. Para las poblaciones del estado de Sinaloa, la más sensible fue la de La Cruz de Elota y la menos sensible la de Culiacán. Por su parte, la sensibilidad de las poblaciones de Los Mochis y Tecomán fueron similares. Para el caso del Imidacloprid, la población más sensible fue la de Yurécuaro y la menos sensible la de San Quintín. Para el estado de Sinaloa, la población más sensible fue la de Culiacán, seguida de La Cruz de Elota y la menos sensible la de Los Mochis. La población de Villa Guerrero se mostró poco sensible al Imidacloprid, muy similar a la de Tecomán. Respecto a la Pimetrozina, la población más sensible fue la de Yurécuaro y la menos sensible la de San Quintín. La población del estado de Sinaloa más sensible fue la de Culiacán, seguida de la de La Cruz de Elota y la de Los Mochis. La población de Villa Guerrero se mostró poco sensible a la Pimetrozina, la de Tecomán mostró una sensibilidad muy parecida a la de la Cruz de Elota. La respuesta de la población de mosca blanca a los productos depende de varios factores tales como el cultivo y antecedentes de cada localidad en cuanto al manejo de estos productos.

Cuadro 15. CL₅₀ de tres insecticidas en siete localidades para el control de mosca blanca, 2015-2016.

Localidad	Sensibilidad*	Thiamethoxan	Sensibilidad	Imidacloprid	Sensibilidad	Pimetrozina
San Quintín, B.C.	6	145.97 (+)**	7	289.26	7	222.02
Los Mochis, Sinaloa	3	11.223 (+)	4	66.216	5	60.384
Culiacán, Sinaloa.	5	60.529 (-)	2	25.491	2	14.025
Cruz de Elota, Sinaloa.	2	3.011 (+)	5	75.782	3	15.549
Yurécuaro, Michoacán	1	0.0143 (-)	1	0.0077	1	0.5667
Tecomán, Colima.	4	16.702 (+)	6	151.61	4	19.355
Villa Guerrero, Estado de México.	7	343.99 (-)	3	50.937	6	131.95

*Orden de más sensible a menos sensible.

** Sensibilidad de la Población de mosca blanca al producto Thiamethoxan con respecto al Imidacloprid.

En la figura 1 se aprecia que la población de mosca blanca procedente de Yurécuaro fue la más sensible al Thiamethoxan, ésta tiende a la horizontalidad y su rango de respuesta es bajo y poco amplio. Por otro lado, la población de San Quintín fue la menos sensible, presentó un rango de mortalidad amplio, ya que la CL₉₀ fue de alrededor de 1,000,000 ppm. La respuesta del resto de las localidades fue muy

similar entre ellas, sin embargo, las líneas tienden a la horizontalidad, pero con un intervalo de dosis reducido.

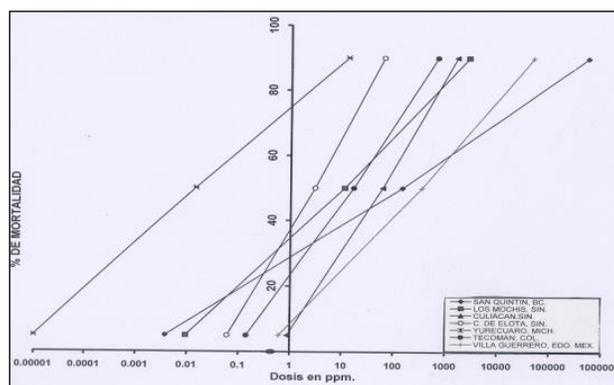


Figura 1. Líneas de respuesta dosis-mortalidad de Thiamethoxan para adultos de mosca blanca de siete localidades de México. 2015-2016.

En la figura 2 se observa que la población de Yurécuaro fue la más sensible a Imidacloprid tendencia a la horizontalidad y su rango de respuesta es bajo y poco amplio. Por otro lado, la población de San Quintín fue la de menor sensibilidad y su rango de mortalidad fue amplio, ya que la CL_{90} fue de alrededor de 1,000,000 ppm. La respuesta para el resto de las localidades fue muy similar, con líneas con pendiente pequeña y con un rango bajo de dosis. Esta respuesta de la población era de esperarse, debido a que en la actualidad el producto se ha usado por más de diez años indiscriminadamente.

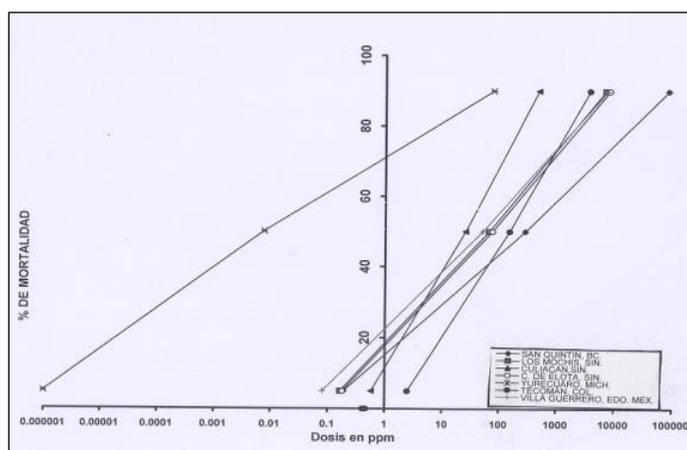


Figura 2. Líneas de respuesta dosis-mortalidad de Imidacloprid para adultos de mosca blanca de siete localidades de México. 2015-2016.

En la figura 3 se distingue que las poblaciones de Yurécuaro y Cruz de Elota son las más sensibles a la Pimetrozina, con tendencia a la horizontalidad y rango de respuesta bajo y poco amplio. Por otro lado, la población de San Quintín es la que mostró menor sensibilidad con intervalo de mortalidad amplio, ya que la CL_{90} fue de alrededor de 1,000,000 ppm. La respuesta para el resto de las localidades fue muy diversa, sin embargo, todos los productos tendieron a la horizontalidad, en este caso la respuesta fue variable debido a que en el campo este producto se usa poco, debido posiblemente a su lenta acción de control, ya que requiere de al menos 5 días para lograr el 100% de su efecto sobre el insecto.

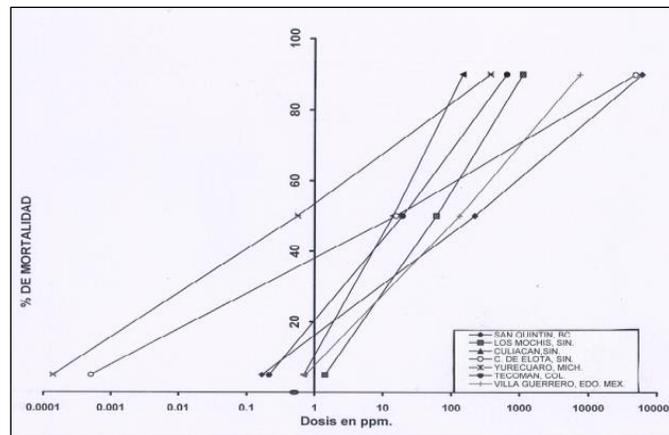


Figura 3. Líneas de respuesta dosis-mortalidad de Pimetrozina para adultos de mosca blanca de siete localidades de México. 2015-2016.

Se considera que estadísticamente la respuesta de *B. tabaci* a Thiamethoxan se obtuvieron en cuatro grupos, el primero la población de Yurécuaro, seguido del segundo grupo que involucra las poblaciones de Culiacán y La Cruz de Elota, el tercer grupo con las poblaciones de Los Mochis, Culiacán y Tecomán, y por último en el cuarto grupo se encuentran las poblaciones procedentes de San Quintín y Villa Guerrero. Dicha variabilidad de susceptibilidad de *Bemisia tabaci* al insecticida Thiamethoxan podría deberse a que dicho insecticida lleva más de 20 años en el mercado, y su extensivo empleo para dicho control sanitario se ha venido en incremento en las zonas con mayor incidencia de la plaga. De acuerdo con Campuzano-Martínez (2010), valores CL_{50} encontrados en su la región agrícola de Ciudad del Maíz, en San Luis Potosí oscilan entre 37.9 y 16.9 por lo que el comportamiento encontrado en las poblaciones de Los Mochis, Sinaloa y Tecomán, Colima; permiten clarificar que el comportamiento de la plaga a dicho ingrediente activo tiende a ser similar a pesar de su moderado uso para el control de esta. Es importante notar que los valores de CL_{50} mostrados por la colonia susceptible citada por los autores es muy alta a comparación de la encontrada en las poblaciones de la Cruz de Elota, Sinaloa y Yurécuaro, Michoacán, por lo que sería importante establecer una población susceptible más confiable y evitar falsos positivos al momento de calcular las proporciones de resistencia.

En cuanto a la respuesta de *B. tabaci* a Imidacloprid, se distinguieron tres grupos, el primero formado por la población de Yurécuaro, el segundo por las poblaciones de Los Mochis, Cruz de Elota, Tecomán, y Villa Guerrero, y el tercero constituido por la población de San Quintín. Aquí es claro observar que la susceptibilidad del Imidacloprid es variada en dichas poblaciones, y se podría inferir que los valores altos de CL_{50} encontrados en las zonas de San Quintín y Tecomán, se debe a una presente resistencia en dicha zona a Imidacloprid. Adicionalmente Aguilar-Mendel et al., (2007) llevaron a cabo análisis de susceptibilidad a diferentes insecticidas en las zonas de Baja California y Sinaloa, donde encontraron valores de CL_{50} de 89.7 y 91.2 respectivamente, por lo tanto, dicho comportamiento de la plaga hacia este insecticida indican una falta del manejo de resistencia, que posiblemente reside en la presión de selectividad por el uso indiscriminado del insecticida para el control de plagas chupadoras, como es Mosca Blanca.

Finalmente, para la respuesta de *B. tabaci* a Pimetrozina, se consideraron tres grupos, el primer grupo integrado por Yurécuaro, el segundo incluyó las localidades de Los Mochis, Cruz de Elota, Tecomán y Villa Guerrero, y la población procedente de San Quintín le correspondió al tercer grupo. Es importante notar que al igual que los pasados ingredientes activos, la zona de San Quintín, Baja California fue la población donde el CL_{50} fue más alto en comparación de los demás. Aguilar-Mendel (2007) reportaron valores CL_{50} cercanos las zonas de Sinaloa y Baja California en el año del 2007, por lo tanto, ya había indicios de casos de resistencia hacia Pimetrozina en dichas zonas.

CONCLUSIONES

Las poblaciones evaluadas, originadas de los estados de Baja California, Sinaloa, Michoacán, Colima y el Estado de México mostraron sensibilidad muy variada a los ingredientes activos evaluados, se asume que estos resultados son debido al diverso uso de los insecticidas en dichos estados; sin embargo, son útiles ya que se puede observar la tendencia que existe a la pérdida de dicha susceptibilidad y la generación de resistencia, causada primordialmente por el uso irracional de dichos insecticidas para el control de plagas en los cultivos. Monitores constantes y un implemento efectivo de manejo integrado de plagas puede ser la herramienta más útil para la disminución de resistencia y la prolongues de la vida media de dichos insecticidas.

Literatura Citada

- Abbott, W. S. 1925. A method for computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomology*, 18: 265-267
- Aguilar-Medel, S., Rodríguez-Maciel, J., Santillán-Ortega, C., Lagunes-Tejeda, Á., Díaz-Gómez, O. y Martínez-Carrillo, J. (2007). Susceptibilidad a insecticidas en dos poblaciones de *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) biotipo b colectadas en baja California y Sinaloa, México. *Interciencia*, [online] 32(4), pp.266-269. Available at: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33932410>.
- Campuzano-Martínez, A., Rodríguez-Maciel, J., Lagunes-Tejeda, Á., Llanderal-Cázares, C., Terán-Vargas, A., Vera-Graziano, J., Vaquera-Huerta, H. y Silva-Aguayo, G. (2010). Aptitud biológica de poblaciones de *Bemisia tabaci* (Gennadius) Biotipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) con diferente susceptibilidad al insecticida Thiametoxam. *Neotropical Entomology*, 39(3), pp.430-435.
- Finney, D.J. 1971. *Probit Análisis*. 3Th Ed. Cambridge University. Press London. 450p. SPSS, 2004. Paquete Estadístico para Análisis Probit. Versión 13.0
- Macías, A; Santillán, C; Robles, A; Ortiz, M y O. J. Cambero. 2013. Casos selectos de resistencia a insecticidas en moscas blancas (Hemiptera: Aleyrodidae) en el mundo. *Revista Biociencias*. 2 (2): 4-16)
- Morales, F. y Anderson, P. (2001). The emergence and dissemination of whitefly-transmitted geminiviruses in Latin America. *Archives Of Virology*, 146(3), 415-441. <http://dx.doi.org/10.1007/s007050170153>
- Schwentensius-Rindermann, R., y Gómez-Cruz, M. (2014). México en el mercado hortícola. *Algunos datos. Comercio Exterior*, 1(1), 341-348.