



Original Article/Artículo Original

Efectividad biológica de aficidas sobre el pulgón amarillo del sorgo *Melanaphis sacchari* (Zehntner) en el norte de Sinaloa

Biological effectiveness of aficides on sorghum aphid *Melanaphis sacchari* (Zehntner) in northern of Sinaloa

Cortez-Mondaca E.¹, Valenzuela-Escoboza F. A.², López-Guzmán J. A.^{3*}, Pérez-Márquez J.³, Moreno Gallegos T.³.

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)-Campo Experimental Valle del Fuerte. Km 1619 Carretera Internacional México-Nogales. Juan José Ríos, Sinaloa 81110.

²Escuela Superior de Agricultura del Valle del Fuerte-UAS. Avenida Japaraqui y Calle 16, Juan José Ríos, Sinaloa.

³ INIFAP-C. E. Valle de Culiacán, Km 17.0 carretera Culiacán-El Dorado Culiacán, Sinaloa 80430.

Cite this paper/Como citar este artículo: Cortez-Mondaca E., Valenzuela-Escoboza F. A., López-Guzmán J. A., Pérez-Márquez J., Moreno Gallegos T. (2018). Biological effectiveness of aficides on sorghum aphid *Melanaphis sacchari* (Zehntner) in northern of Sinaloa. *Revista Bio Ciencias* 5(nesp2), e482. doi: <https://doi.org/10.15741/revbio.05.nesp.e482>



ABSTRACT

The work aimed to determine the biological effectiveness of synthetic aficides with different modes of action to control sugarcane aphid *Melanaphis sacchari* (Zehntner) (Hemiptera: Aphididae) in Northern Sinaloa. Assessment was carried out under field conditions in a sorghum crop. Sampling was performed 24 h before aficide application and sampling was carried out 24, 48, 72 and 120 h after aficide application to measure their effects. For the last sample point, all tested insecticides caused more than 95 % of mortality. Spirotetramat, Sulfoxaflor, Acetamiprid and Acephate + vegetable oil caused 100 % of mortality. The use of one of the insecticides with high biological effectiveness should be based on crop developmental stage, effect on non-targeted control insects and presence of other insect pests, type of sprinkling system, and economic competitiveness.

KEY WORDS

Sugarcane aphid, Chemical Control, Carbamates, Phosphates, Neonicotinoids.

Article Info/Información del artículo

Received/Recibido: March 23rd 2018.

Accepted/Aceptado: July 4th 2018.

Available on line/Publicado: December 11th 2018.

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue determinar la efectividad biológica de aficidas, para el control del pulgón amarillo del sorgo *Melanaphis sacchari* (Zehntner) (Hemiptera: Aphididae) en el norte de Sinaloa. La evaluación se llevó a cabo en condiciones de campo en un cultivo de sorgo. Se realizó un muestreo 24 h antes de la aplicación de los aficidas y después se realizaron muestreos a las 24, 48, 72 y 120 h para medir el efecto de los mismos. Para la última lectura todos los insecticidas probados provocaron más del 95% de mortalidad. Spirotetramat, Sulfoxaflor, Acetamiprid y el Acefate + aceite vegetal causaron 100 % de mortalidad. El empleo de alguno de los insecticidas con elevada efectividad biológica deberá estar en función de la etapa de desarrollo del cultivo, efecto sobre insectos no blanco y presencia de otros insectos plaga, el tipo de aspersión, y la competitividad económica.

PALABRAS CLAVE

Pulgón amarillo del sorgo, Control químico, Carbamatos, Fosforados, Neonicotinoides.

***Corresponding Author:** Jesús Asunción López Guzmán, Campo Experimental Valle de Culiacán, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Carretera Culiacán-Eldorado Km. 17.5 C.P.80000. Culiacán, Sinaloa, México. Tel: (044) 3111169348 E-mail: guzman.jesus@inifap.gob.mx

Introduction

The sugarcane aphid *Melanaphis sacchari* (Zehntner) (Hemiptera: Aphididae) affects crop development in all of its stages; however, the damage is higher in crops with lesser development: it causes damages to the plant while feeding on the sap, making the plant lose its vigor and the foliage acquire a yellowish color, later turning brown-reddish, which is translated into a loss of performance (Bowling *et al.*, 2016), from 70 to 100 %, if efficient control measures are not implemented (Rodríguez-del-Bosque & Teran, 2015). On the other hand, the excrement they produce constitutes an appropriate substrate for the growth of the fungus producing black soot, which interferes with photosynthesis (Singh *et al.*, 2004) and turns unacceptable foliage into food for livestock (Rodríguez-del-Bosque & Teran, 2015; Michaud *et al.*, 2017). A step for reducing the sugarcane aphid populations and their damages, as well as other pests and restrain their dissemination, is the application of conventional synthetic insecticides of different toxicological groups with high biological effectiveness (Lagunes *et al.*, 2009), which have to be selective and specific as well, to avoid damages to non-target populations, specially to natural enemies (Ellsworth & Martínez-Carrillo, 2001). The suggested threshold of economic damages for the chemical control of sugarcane aphid is from 50 to 100 aphids per leaf (Rodríguez-del-Bosque & Teran, 2015), nonetheless, this above mentioned population incidence can be found a few days after the sugarcane aphid arrives to the crop. The objective of this research study was to determine the biological effectiveness of synthetic aficides for controlling sorghum aphid *M. sacchari*, in Sinaloa.

Material and methods

The experiment was performed at INIFAP-Campo Experimental Valle del Fuerte (25° 46' 28.71'' N 108° 48' 26.29'' W) in Juan Jose Rios, Sinaloa, Mexico, in June, 2015, in a sorghum land lot, at grain-filling stage. Ten synthetic aficides with different modes of actions were evaluated (Table 1).

Prior to application of the treatments, 24 hours earlier, the percentage of area infested by sorghum aphid on the underside of five leaves (by repetition) was determined, distributed along three central furrows (useful land lot), with marked and stapled tags onto each leaf. The conversion of required doses for the experimental land lot was realized by means of simple three rule. Water pH used for spraying

Introducción

El pulgón amarillo del sorgo *Melanaphis sacchari* (Zehntner) (Hemiptera: Aphididae) afecta a todas las etapas de desarrollo del cultivo, sin embargo, el daño es mayor en cultivos con menor desarrollo; causa daños a la planta al alimentarse de la savia, lo que provoca que la planta pierda vigor y el follaje adquiera un color amarillo, que posteriormente se torna café-rojizo, que se traduce en una pérdida de rendimiento (Bowling *et al.*, 2016) de 70 a 100 %, si no se implementan medidas de control eficaces (Rodríguez-del-Bosque & Terán, 2015). Por otra parte, la excreta que produce, constituye un sustrato apropiado para el crecimiento del hongo que produce hollín negro, el cual interfiere con la fotosíntesis (Singh *et al.*, 2004) y torna el follaje inaceptable como alimento para el ganado (Rodríguez-del-Bosque & Terán, 2015; Michaud *et al.*, 2017). Una medida para reducir las poblaciones y daño del pulgón amarillo del sorgo y su daño, así como de otras especies plaga y frenar su disseminación, es el empleo de insecticidas sintéticos convencionales de diferentes grupos toxicológicos con elevada efectividad biológica (Lagunes *et al.*, 2009), los cuales además se busca que sean selectivos o específicos, para evitar daños a las poblaciones de organismos no blanco, especialmente enemigos naturales (Ellsworth & Martínez-Carrillo, 2001). El umbral de daño económico sugerido para el control químico del pulgón amarillo del sorgo es de 50 a 100 áfidos por hoja (Rodríguez-del-Bosque & Terán 2015), sin embargo, dicha incidencia poblacional se puede encontrar pocos días después de que el pulgón amarillo del sorgo arriba al cultivo. El objetivo del estudio fue determinar la efectividad biológica de aficidas sintéticos para el control del pulgón amarillo del sorgo *M. sacchari*, en Sinaloa.

Material y Métodos

El experimento se realizó en el INIFAP-Campo Experimental Valle del Fuerte (25° 46' 28.71'' N 108° 48' 26.29'' O) en Juan José Ríos, Sinaloa, en junio de 2015, en una parcela de sorgo, en etapa de llenado de grano. Se evaluaron 10 insecticidas sintéticos con diferente modo de acción (Cuadro 1).

Previo a la aplicación de los tratamientos, 24 h antes, se determinó el porcentaje de área infestada por pulgón amarillo del sorgo en el envés de cinco hojas (por repetición), distribuidas a lo largo de tres surcos centrales (parcela útil), con etiquetas marcadas y engrapadas a cada hoja. Se realizó la conversión de las dosis requeridas para la parcela experimental mediante una prueba de tres simple. El pH del agua utilizada para la

was regulated with the addition of 2 mL of a dispersant, adhesive acidifier (Surfacid®) prior to addition of insecticide. Insecticide application was performed with automatic sprayer systems (Honda® WJR 4025, with two cone-shaped nozzles), spraying an equal surface as the one from the experimental unit (6 furrows of 0.8 cm of separation between furrows per 10 m in length = 48 m²), average water consumption was 5.3 L per sprinkler pump.

aspersión se reguló con la adición de 2 mL de un acidificante, dispersante, adherente (Surfacid®) previo a la adición del insecticida. La aplicación de los insecticidas se realizó con aspersores motorizadas (Honda® WJR 4025, con dos boquillas de tipo cono), asperjando una superficie igual a la de la unidad experimental (6 surcos de 0.8 cm de separación entre surcos por 10 m de largo = 48 m²), el gasto de agua fue promedio fue de 5.3 L por bomba de aspersión.

Tabla 1.

Insecticidas evaluados contra el Pulgón Amarillo del Sorgo *Melanaphis sacchari* (Zehntner) en parcela comercial en el INIFAP-CEVAF 2015.

Table 1.

Insecticides evaluated against sorghum aphid *Melanaphis sacchari* (Zehntner) in a commercial plot at the INIFAP-CEVAF 2015.

Active ingredient	Tradename	Dose/ha	Unit price (\$)	Cost/ha (\$)
Spirotetramat (4A)	Movento	300 ml	2,067.00	620.10
Imidacloprid (4A)	Picador	150 g	600.00	180.00
Sulfoxaflor (4C)	Toretto	70 ml	2,992.00	209.44
Flonicamid (9C)	Beleaf	150 g	629.00	629.00
Acetamiprid (4A)	Rescate 20 SP	150 g	1,879.38	281.90
Oxamil (1A)	Vydate	1 L	299.75	299.75
Methamidophos (1B)	Kaizen 600	1 L	128.00	128.00
Dimethoate (1B)	Versoato	1 L	100.00	100.00
Acephate (1B)	Orthene Ultra	1 Kg	351.00	351.00
Acephate + Oil (1B)	Orthene Ultra + Del Ms.	1 Kg + 0.5 ml	351.00 + 14.00	365.00
Control (wáter)	---	5.2 L	---	---

(# letter) = group of insecticide action mode according to IRAC (2017).

i.a. = ingrediente activo. (#Letra) = grupo de modo de acción del insecticida de acuerdo a IRAC (2017).

To measure the effect of the evaluated insecticides, samplings were performed 24, 48, 72, and 120 h after applying the treatment (AAT), the infested area on each leaf, previously tagged, was recorded. The percentage of reduction of infestation (= mortality) was obtained by difference. The experimental design was completely randomized, with four repetitions and on each one, five leaves with sorghum aphids were inspected. Obtained data were submitted to an analysis of variance (ANOVA) for non-parametric statistics (Kruskal-Wallis test) (Olivares, 1994).

Results and discussion

The effect of insecticides on sugarcane aphid 24 h AAT, was moderate, considering mortality due to all insecticides was of 50 % maximum; the most effective treatments were Sulfoxaflor and Dimethoate, with 49 and 54 % mortality, respectively; 48 h AAT the most effective ones were Dimethoate and Sulfoxaflor with 63 and 55 % mortality, res-

Para medir el efecto de los insecticidas evaluados se realizaron muestreos a las 24, 48, 72 y 120 h después de aplicar el tratamiento (AAT), se registró el área infestada en cada hoja previamente etiquetada. El porcentaje de reducción de infestación (= mortalidad) se obtuvo por diferencia. El diseño experimental fue completamente al azar, con cuatro repeticiones y en cada una se inspeccionaron cinco hojas con pulgón amarillo del sorgo. Los datos obtenidos se sometieron a un ANOVA para estadística no paramétrica (prueba de Kruskal Wallis) (Olivares, 1994).

Resultados y Discusión

El efecto de los insecticidas sobre el pulgón amarillo del sorgo 24 h AAT fue moderado, considerando que la mortalidad de los insecticidas fue máximo del 50 %; los tratamientos más efectivos fueron el Sulfoxaflor y el Dimetoato, con el 49 y 54 % de mortalidad; 48 h AAT los más efectivos fueron el Dimetoato y el Sulfoxaflor con 63 y 55 %

pectively; 72 h AAT, Sulfoxaflor, Imidacloprid, Acetamiprid, and Spirotetramat presented values of 100, 97, 92, and 91 % mortality, respectively and 120 h AAT, they showed the highest effect on sugarcane aphid, Sulfoxaflor, Fonicamid, Spirotetramat, Imidacloprid, and Acetamiprid with 100, 99, 100, 99, and 100 % mortality, respectively. Sulfoxaflor, Acetamiprid, Spirotetramat, and Acephate + vegetable oil (as adjuvant) reduced 100 % of infested area, while with Fonicamid, Imidacloprid, and Acephate, 99 % mortality was achieved (Fig. 1). On the four sampling days of effectiveness, significant difference among treatments was detected; mortality did not occur in the control.

de mortalidad; a las 72 h AAT el Sulfoxaflor, Imidacloprid, Acetamiprid y el Spirotetramat presentaron valores de 100, 97, 92 y 91 % de mortalidad y a las 120 h ATT mostraron el mayor efecto sobre el pulgón amarillo del sorgo, Sulfoxaflor, Fonicamid, Spirotetramat, Imidacloprid y Acetamiprid con el 100, 99, 100, 99 y 100 % de mortalidad respectivamente. El sulfoxaflor, Acetamiprid, Spirotetramat y Acefate + aceite vegetal (como coadyuvante) redujeron el 100 % de area infestada, mientras que con Fonicamid, Imidacloprid y Acefate se logró el 99 % de mortalidad (Fig. 1). En las cuatro fechas de muestreo de efectividad se detectó diferencia significativa entre tratamientos; en el testigo no ocurrió mortalidad.

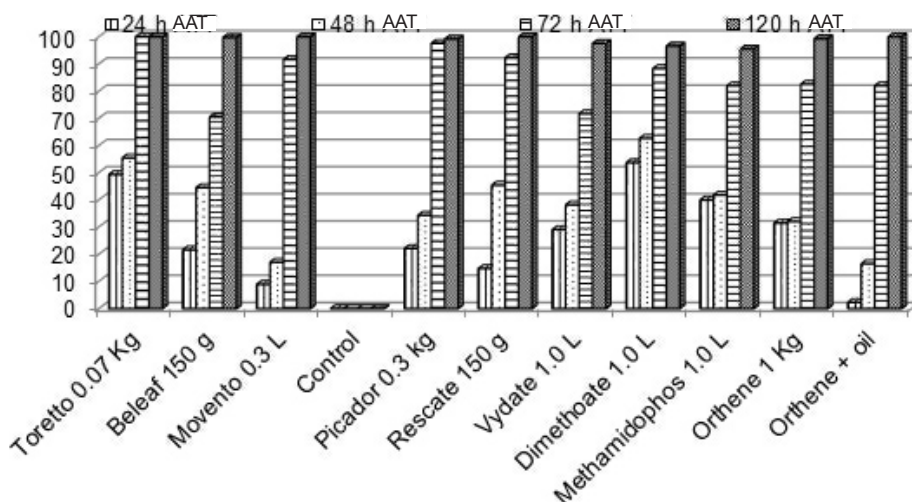


Figura 1. Porcentaje de reducción de superficie de hoja infestada por Pulgón Amarillo del Sorgo *Melanaphis sacchari* (Zehntner) a las 24, 48, 72 y 120 h después de la aplicación de los tratamientos, en parcela de sorgo.
Figure 1. Percentage of leaf area reduction infested by sorghum aphid *Melanaphis sacchari* (Zehntner) in samplings at 24, 48, 72 and 120 h after the application of treatments, in a sorghum plot.

Dimethoate, a systemic insecticide that acts by contact and ingestion, reported as ineffective against sugarcane aphid in the state of Tamaulipas, Mexico (Rodríguez-del-Bosque & Teran, 2015), showed a good biological effectiveness in the present research and has a low economic cost (Table 1). According to Flint & Dreistad (2013), it presents a moderate spectrum, and a low residual effect for natural enemies, however, it is highly toxic for bees. Methamidophos, another organophosphate with reduced economic cost, with a wide spectrum and moderate to high residual effect on natural enemies (Flint & Dreistadt, 2013), is a systemic insecticide with action by contact and ingestion. Acephate has an elevated economic cost, in relation to the above mentioned ones, it has a wide spectrum and moderate residual effect on natural enemies (Flint & Dreistadt, 2013); it

El Dimetoato, un insecticida sistémico que actúa por contacto e ingestión, reportado como no efectivo contra el pulgón amarillo del sorgo en el estado de Tamaulipas, México (Rodríguez-del-Bosque & Terán, 2015), en el presente estudio mostró buena efectividad biológica y tiene costo económico bajo (Cuadro 1) de acuerdo con Flint & Dreistad (2013) presenta un espectro moderado, y baja residualidad para enemigos naturales, sin embargo, es altamente tóxico para abejas. El Metamidofós, otro organofosforado con reducido costo económico, de amplio espectro y de moderada a alta residualidad sobre enemigos naturales (Flint & Dreistadt, 2013), es un insecticida sistémico de acción por contacto e ingestión. El Acefate tiene un costo económico elevado, respecto a los antes mencionados, es de amplio espectro y de residualidad moderada sobre enemigos naturales (Flint & Dreistadt, 2013); actúa por

acts by ingestion and contact, and systemically. In addition, Oxamyl (carbamate) has low economic cost/ha similar to Acephate, it is systemic, with a wide spectrum and a moderate residual effect on beneficial fauna (Flint & Dreistadt, 2013).

Sulfoxaflor, Acetamiprid (Neonicotinoids) and Flonicamid (modular of chordotonal organs; IRAC, 2017) outstanding for their effectiveness superior to 99 %, are highly selective insecticides and with short residual effect on natural enemies (Flint & Dreistadt, 2013; Jansen *et al.*, 2011; Michaud, 2016; Tejada *et al.*, 2017), nevertheless, from an economic point of view, the first two insecticides are more competitive than Flonicamid since it has a 100 % higher cost than them (Table 1). Imidacloprid and Dimethoate with high effectiveness, are ones of the most competitive insecticides for their low cost, both have moderate selectivity, but Dimethoate has a short residual effect on natural enemies, the other one is moderately persistent, therefore, from this perspective, the organophosphate insecticide is the best option. Spirotetramat, derived from tetrone and tetramic acids (IRAC, 2017) is reported as a selective, systemic insecticide, with effects over a wide range of sucking insects and little effect on natural enemies (Brück *et al.*, 2009), however, it has an elevated cost, similar to Flonicamid (Table 1).

It is important to consider that for aerial sprayer, the used insecticides have to be systemic or at least have translaminar effect. When insecticides of contact are used, the coverage of application is a restrictive factor, which is why it has to be done with nozzles that pulverize the solution upwards, given that the pest is found in the underside of the leaf or, if a backpack sprayer is used, nozzles have to be inverted upwards (Moreno *et al.*, 2016). Moreover, it is important to consider the possibility that populations of sugarcane aphid coincide with populations of other pests of economic importance, such as sorghum midge *Contarinia sorghicola* (Coquillett) (Diptera; Cecydomiidae); since different insecticides, evaluated in this paper, such as Chlorpirifos, Dimethoate, Acephate, Methamidophos, Imidacloprid, and Sulfoxaflor, also resulted effective against this pest and are recommended for its control (Cortez-Mondaca *et al.*, 2016; Garza, 2014; Pacheco, 1985). Finally, it is necessary to avoid applications of insecticides, especially neonicotinoids, during fructification step, to not damage pollinators (Michaud *et al.*, 2017; Moreno *et al.*, 2016).

ingestión y contacto, y sistémicamente. Por otra parte, el Oxamyl (carbamato) tiene un costo económico/ha similar al Acefate es sistémico, de amplio espectro y moderada residual sobre la fauna benéfica (Flint & Dreistadt, 2013).

El Sulfoxaflor, Acetamiprid (Neonicotinoides) y el Flonicamid (modular de órganos cordotonales; IRAC, 2017) que sobresalieron por su efectividad superior al 99 %, son insecticidas altamente selectivos y con corto efecto residual sobre enemigos naturales (Flint & Dreistadt, 2013; Jansen *et al.*, 2011; Michaud, 2016; Tejada *et al.*, 2017), sin embargo, desde el punto de vista económico son más competitivos los primeros dos, ya que el Flonicamid tiene un costo 100% mayor a estos (Cuadro 1). El Imidacloprid y el Dimetoato con alta efectividad, son de los más competitivos por su bajo costo, ambos tienen selectividad moderada, pero el Dimetoato tiene un corto efecto residual sobre enemigos naturales, el otro es moderadamente persistente, por lo que desde ese punto de vista es mejor opción el organofosforado. El Spirotetramat (derivado de ácidos tetrónicos y tetrámicos (IRAC, 2017) se reporta como insecticida selectivo, sistémico, con efecto sobre una amplia gama de insectos chupadores y poco efecto sobre enemigos naturales (Brück, *et al.*, 2009), sin embargo, tiene un costo elevado, similar al Flonicamid (Tabla 1).

Es importante considerar que para aspersiones aéreas los insecticidas utilizados deben ser sistémicos o al menos con efecto translaminar. Cuando se utilizan insecticidas de contacto, la cobertura de la aplicación es un factor restrictivo, por ello deben realizarse con boquillas que pulvericen la solución hacia arriba, dado que el insecto plaga se encuentra en el envés de la hoja o bien, si se utiliza una mochila de aspersión invertir las boquillas hacia arriba (Moreno *et al.*, 2016). Además, es importante considerar la posibilidad de que junto con poblaciones del pulgón amarillo del sorgo coincidan con poblaciones de otros insectos plaga de importancia económica, como la mosquita de la panoja *Contarinia sorghicola* (Coquillett) (Diptera: Cecydomiidae); ya que diferentes insecticidas evaluados en este trabajo, como el Clorpirifos, el Dimetoato, el Acefate, Metamidofos, imidacloprid y Sulfoxaflor, también han resultado efectivos contra esta plaga y se recomiendan para su control (Cortez-Mondaca *et al.*, 2016; Garza, 2014; Pacheco, 1985). Finalmente es necesario evitar aplicaciones de insecticidas, especialmente neonicotinoides, durante la etapa de fructificación, para no dañar a los polinizadores (Michaud *et al.*, 2017; Moreno *et al.*, 2016).

The elevated biological effectiveness of the aphicides evaluated in this paper, allows to infer that *M. sacchari* populations present in northern Sinaloa, do not possess resistance to insecticides tested from different toxicological group, possibly because insects have not been exposed to chemical molecules, in other words, it has not been exposed to an elevated selection pressure of resistance to insecticides. It is important to realize a preventive management of resistance, rotating insecticides of different toxicological groups and mode of action, and if possible, with different site of action (IRAC, 2017) and eventually, perform monitoring studies on resistance, development, and evaluation of new aphicides.

Conclusions

All the evaluated aphicides showed a biological effectiveness, superior to 95 % mortality 120 hours after application; Spirotetramat, Sulfoxaflor, Acetamiprid, and, Acephate + vegetable oil showed 100 % mortality. The use of some of these insecticides has to be according to crop developmental stage, effect on natural enemies, and presence of other pests, type of sprayer, and economic competition (cost/ha). Sulfoxaflor and Acetamiprid, for their biological effectiveness, selectivity, residual effect on natural enemies, and cost/ha, stood out as effective aphicides for the chemical control of sugarcane aphid.

Acknowledgements

Authors thank staff from the Junta Local de Sanidad Vegetal del Valle del Fuerte (JLSVVF) and INIFAP-CEVAF, for funding the present work.

References

- Bowling, R. D., Brewer, M. J., Kerns, D. L., Gordy, J., Seiter, N., Elliott, N. E., Buntin, G. D., Way, M. O., Royer, T. A., Biles, S. and Maxson, E. (2016). Sugarcane aphid (Hemiptera: Aphididae): a new pest on sorghum in North America. *Journal of Integrated Pest Management*. 7: 1-13. United States. <https://doi.org/10.1093/jipm/pmw011>
- Brück, E., Elbert, A., Fischer, R., Krueger, S., Kühnhold, J., Klueken, A. M., Nauen, R., Niebes, J. F., Reckmann, U., Schnorbach, H. J., Steffens, R. and van Waetermeulen, X. (2009). Movento®, an innovative ambimobile insecticide for sucking insect pest control in agriculture: biological profile and field performance. *Crop Protection*. 28: 838-844. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2009.06.015>
- Cortez-Mondaca, E., Herrera, G. R. and Acosta, F. C. (2016). Efectividad biológica de insecticidas alternativos sobre la mosquita del sorgo en el norte de Sinaloa. pp 638-642. *In: Memoria del XVIII Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas*. Universidad Autónoma de Baja California-Instituto de Ciencias Agrícolas. Mexicali, Baja California, México.

La elevada efectividad biológica de los aficidas evaluados en el presente trabajo, permite inferir que las poblaciones de *M. sacchari* presentes en el norte de Sinaloa, no poseen resistencia a los insecticidas probados de diferente grupo toxicológico, posiblemente debido a que el insecto no ha sido expuesto a moléculas químicas, es decir no se ha expuesto a una elevada presión de selección de resistencia a insecticidas. Es importante realizar un manejo preventivo de la resistencia, rotando insecticidas de diferente grupo toxicológico y modo de acción y si es posible con diferente sitio de acción (IRAC, 2017) y eventualmente realizar estudios de monitoreo de resistencia, desarrollo y evaluación de nuevos aficidas.

Conclusiones

Todos los aficidas evaluados mostraron una efectividad biológica, superior al 95 % de mortalidad a las 120 horas después de su aplicación; el Spirotetramat, Sulfoxaflor, Acetamiprid y el Acefate + aceite vegetal mostraron 100 % de mortalidad. El empleo de alguno de estos deberá estar en función de la etapa de desarrollo del cultivo, efecto sobre enemigos naturales, y presencia de otros insectos plaga, el tipo de aspersión, y la competitividad económica (costo/ha). El Sulfoxaflor y el Acetamiprid por su efectividad biológica, selectividad y efecto residual sobre enemigos naturales y por su costo/ha, sobresalieron como aficidas efectivos para el control químico del pulgón amarillo del sorgo.

Agradecimientos

Los autores agradecen al personal de la Junta Local de Sanidad Vegetal del Valle del Fuerte (JLSVVF) y del INIFAP-CEVAF, por el financiamiento del presente trabajo.

- Ellsworth, P. C., & Martinez-Carillo. J. L. (2001). IPM for *Bemisia tabaci*; a case study from North America. *Crop Protection*, 20: 853-869. [https://doi.org/10.1016/S0261-2194\(01\)00116-8](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(01)00116-8)
- Flint, M. L., & Dreistadt. S. H. (2013). Cotton, Selectivity and Persistence of Key Cotton Insecticides/Miticides. UC IPM Pest Management Guidelines: Cotton, UC ANR Publication 3444. <http://www.ipm.ucdavis.edu/PMG/r114900811.html>
Last. Checked: January 20th 2018.
- Garza, U. E. (2014). La mosca de la panoja *Contarinia sorghicola* y su manejo en La Planicie Huasteca. Desplegable informativa: MX-0-310304-45-03-14-12-17. INIFAP-CIRNE-Campo Experimental Las Huastecas. Cuauhtémoc, Tamaulipas, México. <http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/xmlui/handle/123456789/4242>
- IRAC (Insecticide Resistance Action Committee). (2017). IRAC Mode of Action Classification Scheme. [Mo A Classification V8.2, March '17](https://www.irac-online.org/content/uploads/modo_de_accion_oct11.pdf). IRAC International MoA Working Group. 26p. https://www.irac-online.org/content/uploads/modo_de_accion_oct11.pdf
- Jansen, J. P., Defrance, T. and Warnier. A. M. (2011). Side effects of flonicamide and pymetrozine on five aphid natural enemy species. *Biocontrol*. 56: 759-770. <https://doi.org/10.1007/s10526-011-9342-1>
- Lagunes-Tejeda, A., Rodríguez-Maciel J. C. and Loera. J. C. (2009). Susceptibilidad a insecticidas en poblaciones de artrópodos de México. *Agrociencia*. 43: 173-196. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30211278009>
- Michaud, J. P., Whitworth, R. J., Schwarting, H., McCornack, B. and Zukoff. S. (2017). Sorghum Insect Management. Kansas State University. Research and Extension. MF742, Manhattan, KS. 12 p.
- Moreno, H. J. M., Cortez, E., Moreno, T. M., López, J.A. and J. Pérez, J. M. (2016). Producción de sorgo de temporal en Sinaloa frente a la plaga de pulgón amarillo (*Melanaphis sacchari* Zehntner). INIFAP-CIRNO-CEVACU. Folleto Técnico No. 62. Culiacán, Sinaloa. 33 p.
- Olivares, S. E. (1994). Paquete de diseños experimentales. FAUANL. Versión 2.5. Facultad de Agronomía, UANL. Marín, N.L.
- Pacheco, M. F. (1985). Plagas de los cultivos agrícolas en Sonora y Baja California. SARH-INIFAP-CIANO-CAEVY. Libro Técnico No. 1. Cd. Obregón, Sonora, México. 139 p.
- Rodríguez-del-Bosque, L. A. and Terán. A. P. (2015). *Melanaphis sacchari* (Hemiptera: Aphididae): a new sorghum insect pest in Mexico. *Southwestern Entomologist*. 40: 433-434. DOI: <https://doi.org/10.3958/059.040.0217>
- Singh, B. U., P. G. Padmaja, and N. Seetharama. (2004). Biology and management of the sugarcane aphid, *Melanaphis sacchari* (Zehntner) (Homoptera: Aphididae), in sorghum: a review. *Crop Protection*. 23: 739-755. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2004.01.004>
- Tejeda, R. M. A., Díaz, J. F. N., Rodríguez, J. C. M., Vargas, M. H., Solís, J. F. A., S. Ayvar, S. and Flores, J. A. Y. (2017). Evaluación en Campo de Insecticidas Sobre *Melanaphis sacchari* (Zehntner) en sorgo. *Southwestern Entomologist*. 42: 545-550. <https://doi.org/10.3958/059.042.0223>