

SUSCEPTIBILIDAD DE DOS POBLACIONES DEL ENROLLADOR DE HOJAS, *Amorbia* sp. (LEPIDOPTERA: TORTRICIDAE) HACIA LOS INSECTICIDAS MALATIÓN Y BIFENTRINA: EFECTOS SUBLETALES

✉ Alma Mirella Espino-Herrera¹, Ana Mabel Martínez-Castillo¹, José Luciano Morales-García², José Isaac Figueroa-De la Rosa¹, Ángel Rebollar-Alviter³ y Samuel Pineda-Guillermo¹.

¹Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Km. 9.5 Carr. Morelia-Zinapécuaro, CP. 58880 Tarímbaro, Michoacán México.

²Facultad de Agrobiología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Paseo Lázaro Cárdenas, esquina Berlín, Colonia Viveros, Uruapan, Michoacán, México.

³Centro Regional Universitario Centro Occidente, Universidad Autónoma Chapingo, Periférico Paseo de la República No. 1000, CP. 58170 Morelia, Michoacán, México.

✉ Correo: spineda_us@yahoo.com.

RESUMEN: El enrollador de hojas, *Amorbia* sp. (Lepidoptera: Tortricidae) se alimenta de las hojas de las plantas de zarzamora (*Rubus* sp.). Actualmente, este cultivo se maneja de manera orgánica con el uso de insumos orgánicos, o convencional con el uso de insecticidas químicos. Sin embargo, no se tiene conocimiento del efecto que los insecticidas causan sobre este insecto. En este trabajo se realizaron ensayos para determinar los efectos letales y subletales causados por los insecticidas malatión y bifentrina sobre adultos del enrollador de hojas, *Amorbia* sp., provenientes de dos poblaciones: orgánica y convencional. Los valores de las CL_{50} obtenidos fueron de 26 y 28 mg de ingrediente activo (i.a.)/litro de bifentrina y 80 y 90 mg de i.a./L de malatión para las poblaciones orgánica y convencional, respectivamente, y no se encontraron diferencias estadísticas entre las poblaciones. Respecto a los efectos subletales, solo se encontraron diferencias en cuanto al número de huevos ovipositados por hembra.

Palabras clave: *Amorbia* sp., bifentrina, malatión, manejo orgánico, manejo convencional.

Susceptibility of two populations of leafroller, *Amorbia* sp. (Lepidoptera: Tortricidae) towards the insecticides malathion and bifenthrin: sublethal effects

ABSTRACT: The leafroller, *Amorbia* sp. (Lepidoptera: Tortricidae) feeds on leaves of blackberry (*Rubus* sp.) plants. Currently, the management of this crop is organically, using organic inputs, or conventionally with chemical insecticides. However, there is not information available about the effect than these chemicals insecticides can to cause on this insect. In this study, bioassays were performed to determine the lethal and sublethal effects caused or the insecticides malathion and bifenthrin on adult of leafroller, *Amorbia* sp., from two populations: organic and conventional. The LC_{50} values obtained were 26 and 28 mg of active ingredient (a.i)/liter of bifenthrin and 80 to 90 mg a.i/L of malathion for organic and conventional populations, respectively, and no statistical differences were found between populations. Regarding sublethal effects, differences were only found in the number of eggs laid per female.

Key words: *Amorbia* sp., bifenthrin, malathion, organic management, conventional management.

INTRODUCCIÓN

En México, el cultivo de la zarzamora, *Rubus* sp. L. (Rosaceae), ha aumentado exponencialmente tanto en área cultivada como en su producción. Dentro de los principales estados productores de esta frutilla se encuentran Michoacán, Guanajuato, Hidalgo, Estado de México, Jalisco y Colima, de los cuales, el estado de Michoacán ocupa el primer lugar como productor y exportador a nivel mundial aportando más del 95% de la producción total nacional, seguido por Jalisco y Colima (Sánchez, 2008; Morales, 2009).

En los últimos años, se ha identificado la presencia de los enrolladores de hojas, *Argyrotaenia montezumae* Walsingham y *Amorbia* sp. (Lepidoptera: Tortricidae) en las zonas

productoras de zarzamora de Tangancícuaro y Los Reyes, Michoacán, México (Rebollar *et al.*, 2009; Barreto, 2012; Juárez, 2013). Las larvas de estos insectos se alimentan exclusivamente de las hojas, doblándolas con seda que ellas mismas producen, lo que se conoce comúnmente como “*empanada*”. La presencia de estos enrolladores de hojas dentro de los cultivos de zarzamora es esporádica, apareciendo principalmente entre los meses de agosto a noviembre, donde *Amorbia* sp., se encuentra en mayor abundancia (Juárez, 2013).

Existe poca información relacionada con los enrolladores de hojas asociados al cultivo de zarzamora. El manejo que se lleva a cabo en los cultivos de zarzamora para el control de plagas, puede ser de manera convencional (con la aplicación diversos insecticidas químicos) u orgánica (a base de repelentes, bio-insecticidas, etc.). En el manejo convencional, el uso de insecticidas de los grupos piretroides y organofosforados es muy frecuente. Estas aplicaciones de los insecticidas químicos se realizan con la finalidad de obtener resultados inmediatos respecto a la reducción de las poblaciones de los insectos plaga a través de la medición del parámetro de mortalidad, lo cual se conoce comúnmente como efectos letales. Sin embargo, además de la mortalidad causada por los insecticidas, sus efectos subletales deben considerarse para realizar un análisis más completo. Los efectos subletales se definen como aquellos efectos sobre los individuos que sobreviven a la exposición de insecticidas y pueden manifestarse como reducción en la longevidad de adultos, fecundidad y fertilidad, así como cambios en la proporción de sexos y comportamiento (Desneux *et al.*, 2007; Basera y Srivastava, 2010). Por lo tanto, en este trabajo se determinaron las CL_{50} 's de los insecticidas malatión y bifentrina sobre los adultos de *Amorbia* sp., así como también fueron evaluados los efectos de estos compuestos sobre los parámetros reproductivos (fecundidad y fertilidad) de este insecto.

MATERIALES Y MÉTODO

En los meses de septiembre y octubre de 2013 se colectaron huevos y larvas de *Amorbia* sp., en cultivos de zarzamora en dos sitios del estado de Michoacán: San Sebastián (N 19° 34' 24.1'', W 102° 27' 51.8'', 1340 msnm), municipio de Los Reyes, y Santa Clara (N 19° 32' 33.1'', W 102° 30' 02.7'', 1267 msnm), municipio de Tocuambo. La distancia entre ambos sitios es de aproximadamente 8 km. En el primer sitio, el manejo del cultivo se realiza de manera convencional; es decir, con el uso de insecticidas químicos, mientras que el segundo sitio se maneja de forma orgánica mediante el uso de insecticidas biológicos tales como repelentes a base de extractos vegetales y de organismos marinos como algas y crustáceos. El material colectado se trasladó al Laboratorio de Entomología Agrícola del Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IIAF) de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH) en Morelia, Michoacán, México.

Los adultos provenientes del material que se colectó en campo (45 y 50 de las poblaciones convencional y orgánica, respectivamente), considerados como la generación cero (F_0), se colocaron en jaulas de madera (40 x 25 x 25 cm) cubiertas con tela de organza y se mantuvieron en una cámara bioclimática a 25 ± 2 °C, 16h: 8h (luz: oscuridad) y $65 \pm 5\%$ de HR. El proceso completo de cría del insecto se realizó de acuerdo a las técnicas establecidas por Juárez (2013) y Barreto (2012) para los enrolladores de hojas *Amorbia* sp., y *A. montezumae*, respectivamente, usando la dieta a base de soya y germen de trigo desarrollada para *Argyrotaenia* sp. (Rosas y Villegas, 2008).

Para la realización de los ensayos, se utilizaron los insecticidas Malphos 1000 (83.70% de malatión, concentrado emulsionable, Agrícola Innovación, S.A de C.V., México D.F.) y Talstar 100 (12.15% de bifentrina, concentrado emulsionable, FMC Agroquímica de México S. de R. L. de C.V., Zapopan, Jalisco, México).

Ensayo. Para obtener los efectos letales de los insecticidas malatión y bifentrina, los adultos (< 48 h de edad) del enrollador de hojas, *Amorbia* sp., de las dos poblaciones mencionadas se alimentaron continuamente con una solución de miel de abeja al 20%, que contenía cinco diferentes concentraciones de malatión (30, 50, 100, 200 y 250 mg de i.a./L) y bifentrina (10, 20, 30, 50 y 70 mg de i.a./L). Para cada concentración, e insecticida y población ensayada, y se realizaron siete repeticiones. Cada repetición consistió de un vaso de plástico transparente ventilado Reyma® (7.5 cm de altura x 11.5 cm de diámetro) con 1 hembra + 2 machos. Las soluciones insecticidas se ofrecieron a los adultos en vasos de plástico (3.5 cm altura x 4.5 cm de diámetro) (=bebederos), cubiertos con Parafilm® que contenían un trozo de paño espuma absorbente Corazzi® de aproximadamente 4 cm alto x 1.5 ancho. Estos bebederos se reemplazaron cada cuatro días con el fin de evitar el crecimiento de hongos. A los adultos del testigo se les ofreció únicamente la solución de miel de abeja al 20%.

Para las poblaciones orgánica y convencional, los insecticidas se ensayaron con individuos de la segunda y tercera generación (F_2 y F_3), respectivamente. La mortalidad de los adultos se registró cada 24 h durante los primeros cinco días después del tratamiento. Los individuos sobrevivientes se mantuvieron en las mismas condiciones durante toda su vida para observar los efectos subletales de fecundidad y fertilidad. Estos parámetros se registraron desde el primer día después del tratamiento hasta la muerte de la hembra. Para la evaluación de los mismos, solo se consideraron los datos de las concentraciones en las cuales sobrevivieran al menos tres hembras. Los vasos en que se encontraban los adultos se cambiaron al menos una vez por semana, dependiendo de la oviposición de las hembras ya que las paredes internas de los vasos funcionaron como sustrato de oviposición. Los huevos se recortaron a los cinco días de edad y se depositaron en vasos de plástico (4 cm de altura x 6 cm de diámetro) ventilados (una masa de huevos por vaso) y permanecieron ahí hasta la emergencia de las larvas, aproximadamente ocho días después de haber sido ovipositados.

Los datos de mortalidad de adultos tratados con los dos insecticidas, se sometieron a una regresión probit con el programa POLO PC (LeOra Software, 1987). Los datos de fecundidad y fertilidad se sometieron a un análisis de varianza a través del procedimiento de Modelos Lineales Generalizados (GLM) y las medias se separaron con la prueba de rangos múltiples de diferencias mínimas significativas, (LSD) ($P < 0.05$) con el programa SAS (SAS/STAT versión 9.3; SAS Institute Cary, NC).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores de la CL_{50} de malatión (80.10 y 90.70 mg de i.a./L para las poblaciones orgánica y convencional, respectivamente) fueron significativamente distinto a los registrados para bifentrina en las dos poblaciones ensayadas. No se registraron diferencias significativas entre las poblaciones ensayadas, pero sí entre los insecticidas (Cuadro 1).

Cuadro 1. Mortalidad de adultos de dos poblaciones de *Amorbia* sp., tratados con diferentes concentraciones de bifentrina y malatión.

POBLACIÓN ORGÁNICA				
Insecticida	CL50 (95% LC)	Pendiente ± EE	χ^2	gl
Bifentrina	26.18 (20.29-32.91)aA	2.79 ± 0.51	1.80	3
Malatión	80.10 (60.35-103.23)bA	2.64 ± 0.45	1.91	3
POBLACIÓN CONVENCIONAL				
Bifentrina	28.62 (22.86-35.39)aA	3.10 ± 0.54	0.25	3
Malatión	90.70 (66.89-120.59)bA	2.29 ± 0.42	1.64	3

De acuerdo a los límites de confianza, letras minúsculas diferentes indican diferencias estadísticas entre los insecticidas, letras mayúsculas diferentes indican diferencias entre las poblaciones. Los análisis probit se ajustaron a las 72 h pos-tratamiento.

Referente a los efectos subletales, solo se observaron diferencias estadísticas en relación al número total de huevos ovipositados por hembra ($F=5.87$, $gl=13$, $P<0.0001$), en ambas poblaciones. Respecto al porcentaje de fertilidad, no se observaron diferencias estadísticas significativas ($F=1.45$, $gl=13$, $P=0.16$) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Efecto de los insecticidas malatión y bifentrina sobre la fecundidad y fertilidad de hembras de *Amorbia* sp., de dos poblaciones: orgánica y convencional.

Insecticida	Dosis	No. huevos/hembra		Fertilidad/hembra (%)	
		Orgánica	Convencional	Orgánica	Convencional
Testigo	0.0	661.0 ± 59.39aA	404.71 ± 91.57aB	89.57 ± 14.54aA	48.83 ± 14.54aA
	30	415.25 ± 78.56cA	215.66 ± 90.72abA	93.25 ± 19.23aA	53.42 ± 22.21aA
	50	171.0 ± 78.56bA	200.0 ± 70.27bA	25 ± 19.23bA	82.20 ± 17.20aB
Malatión	100	ND	243.5 ± 64.15a	ND	70.60 ± 15.70a
	200	ND	204.6 ± 70.27b	ND	49.81 ± 17.20a
	250	-	192.0 ± 78.56b	-	68.65 ± 19.23a
Bifentrina	10	232.5 ± 78.56bc	ND	71.09 ± 19.23a	ND

Los datos son expresados como la media ± EE. Datos seguidos por las mismas literales (minúsculas dentro de la misma columna, mayúsculas dentro de la misma fila) no difieren estadísticamente. **ND** = No Determinado debido a que hubo menos de tres hembras ovipositando. – Concentración no ensayada.

En cuanto al efecto de los insecticidas sobre adultos de *Amorbia* sp., se encontró prácticamente tres veces mejor efecto con el insecticida bifentrina comparado con malatión. Similarmente, Hernández *et al.*, (2008), reportaron mejor efecto de un piretroide (cipermetrina) comparado con los insecticidas malatión y clorpirifos-etil para el control del barrenador de las semillas, *Bephratelloides cubensis* Ashmead (Hymenoptera: Eurytomidae). Por su parte, Dávila *et al.*, (2012), mostraron un mayor efecto con deltrametrina comparado con endosulfan (CL₅₀ de 31.2 y 149.31 ppm, respectivamente) para el control del psílido del tomate, *Bactericera cockerelli* Sulc. (Hemiptera: Triozidae), en Coahuila, México. En contraste, Zapata *et al.*, (2005), mencionaron un mayor efecto con el insecticida malatión comparado con la acción de una piretrina natural sobre *Psytalia concolor* Szépliget (Hymenoptera: Braconidae). En este caso, la CL₅₀ de malatión fue de 37.3 mg de i.a./L comparado con 63.4 mg de i.a./L de la piretrina natural, lo cual es prácticamente el doble de ingrediente activo.

En cuanto a los efectos subletales, malatión redujo el número de huevos en 38 y 74% en las concentraciones de 30 y 50 mg de i.a./L en la población orgánica, respectivamente; mientras que en la población convencional esta reducción fue del alrededor de 50% en todas las concentraciones ensayadas (Cuadro 2). En el caso de bifentrina, se obtuvo una reducción del 64% en la concentración más baja de las ensayadas (10 mg de i.a./L) en la población orgánica. No se obtuvieron datos de fecundidad de este insecticida en la población convencional debido a que no existieron hembras sobrevivientes suficientes (al menos tres hembras para considerar esta evaluación).

Esta reducción en la oviposición puede ser debido a la inversión de energía por parte de las hembras tratadas para contrarrestar los efectos de los compuestos que poseen acción neurotóxica (Haynes, 1988), como es el caso de malatión y bifentrina. Desneux *et al.*, (2007), mencionan que la exposición de organismos a insecticidas en concentraciones no letales, genera diversos efectos negativos sobre los mismos como alteraciones en su conducta, reducción de la emergencia de adultos, malformaciones, aumento o disminución del ciclo biológico, reducción de tamaño, reducción en la fecundidad y viabilidad de huevos, etc. Al respecto, Pineda *et al.* (2007) reportaron una reducción en el número de huevos puestos por hembras de *Spodoptera littoralis* Boisduval (Lepidoptera: Noctuidae) tratadas con residuos del biopesticida neurotóxico spinosad. La reducción en la fertilidad también se ha observado en otras especies de insecto. Por ejemplo, Cónsoli *et al.*, (1998) reportaron una baja viabilidad de los huevos del parasitoide *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) al exponerlo al piretroide lambda-cyhalothrin.

CONCLUSIÓN

El insecticida bifentrina mostró mayor efectividad que malatión contra adultos de *Amorbia* sp. Sin embargo es necesario realizar más estudios en los diferentes estados de desarrollo de este insecto para determinar su efecto total.

AGRADECIMIENTOS

A la Coordinación de la Investigación Científica (CIC) y al proyecto PROFOCIE-2014-2016MSU0014T-10 de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

LITERATURA CITADA

Barreto, B. O. 2012. Parasitoides de dos enrolladores de hojas de zarzamora con énfasis en la biología de *Argyrotaenia montezumae* (Walsingham) (Lepidoptera: Tortricidae) y de su parasitoide *Apanteles* cercana *aaristoteliae* (Viereck) (Hymenoptera: Braconidae). Tesis

- de Maestría. Programa Institucional de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 85p.
- Basera, A y R. T. Srivastava. 2010. Effect of sublethal doses of some synthetic pyrethroids in combination with plant oils in *Spodoptera litura* Fab. Pest Management in Horticultural Ecosystem. 16 (2): 184-187.
- Cónsoli, F. L., J. R. P. Parra y S. A. Hassan, 1998. Side effects of insecticides used in tomato fields on the egg parasitoid *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym., Trichogrammatidae), a natural enemy of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep., Gelechiidae). Journal of Applied Entomology. 122:43-47.
- Dávila, M. D., E. Cerna, L. A. Aguirre, O. García y M. Yisa. 2012. Susceptibilidad y mecanismos de resistencia a insecticidas en *Bactericera cockerelli* (Sulc.) en Coahuila, México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 3: 1145-1155.
- Desneux, N., A. Decourtye y J. M. Delpuech. 2007. The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. Annual Review of Entomology. 52: 81-106.
- Haynes K.F. 1988. Sublethal effects of neurotoxic insecticides on insect behavior. Annual Review Entomology. 33:149-168
- Hernández, L. M., N. Bautista, J. L. Carrillo, H. Sánchez, M. A. Urías y M. D. Salas. 2008. Control del barrenador de las semillas, *Bephratelloides cubensis* Ashmead (Hymenoptera: Eurytomidae), en guanábana, *Annona muricata* L. (Annonales: Annonaceae). Acta Zoológica Mexicana (n.s.) 24: 199-206.
- Juárez, G. A. C. 2013. Identificación y biología de un enrollador de hojas de zarzamora: parasitoides asociados a dos tortricidos. Tesis de Maestría. Programa Institucional de Maestría en Ciencias Biológicas. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México. 65 p.
- Lee, C. Y. 2000. Sublethal effects of insecticides on longevity, fecundity and behavior of insects pests: A review. Journal of Bioscience. 11: 1-2.
- Morales, M. T. 2009. México campeón mundial en exportación de zarzamoros. Mercados especiales. Universidad Autónoma de México. 59-62p.
- Pineda, S., M. I. Schneider, G. Smagghe, A. M. Martínez, P. Del Estal, E. Viñuela, J. Valle y F. Budia. 2007. Lethal and sublethal effects of methoxyfenozide and spinosad on *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae). Journal of Economic Entomology. 100 (3): 773-780.
- Rebollar, A. A., I. López, A. M. Martínez, J. I. Figueroa, M. I. Schneider y S. Pineda. 2009. Identificación, dinámica poblacional y parasitoides del enrollador de las hojas, *Argyrotaenia montezumae* Walsingham (Lepidoptera: Tortricidae) en cultivos de zarzamora en Michoacán, México. VI Congreso Nacional de Entomología Aplicada. Mallorca, España. p. 44p.
- Rosas, G. N. M. y J. M. Villegas. 2008. Bionomics of a novel species of *Argyrotaenia* (Lepidoptera: Tortricidae) presents in Mexican avocado orchards. Acta Zoológica Mexicana. 24: 129-137p.
- Sánchez, R. G. 2008. La red de valor de la zarzamora. El clúster de Los Reyes, Michoacán, un ejemplo de reconversión competitiva. Primera edición. Fundación PRODUCE Michoacán, A.C. Morelia, Michoacán, México. 116 pp
- Zapata, N., P. Medina, E. Viñuela y F. Budia. 2005. Toxicidad de malatión, pimetrocina, piretrinas naturales +PBO y triflumuron en adultos del parasitoide *Psytalia concolor* Szépligeti (Hym.: Braconidae) según el modo de aplicación. Boletín de Sanidad Vegetal: Plagas. 31: 111-118.