

TOXICIDAD DE INSECTICIDAS EN ESCAMA BLANCA (*Aulacaspis tubercularis* Newstead) (Hemiptera: Diaspididae) DEL MANGO (*Mangifera indica* L.).

TOXICITY OF INSECTICIDES ON WHITE SCALE (*Aulacaspis tubercularis* Newstead) (Hemiptera: Diaspididae) OF MANGO (*Mangifera indica* L.)

Mendoza-Montero, M.A.¹; Hernández-Fuentes, L.M.²; Ramírez-Alarcón, S.¹; Solís-Aguilar, J.F.¹

¹Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México-Texcoco km 36.5. Chapingo, Texcoco, Estado de México, MÉXICO. C.P. 56230. ²Campo Experimental Santiago Ixcuintla, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Km 6 Carr. México-Nogales. Apdo. Postal 100. 63300, Santiago Ixcuintla, Nayarit.

*Autor de correspondencia: hernandez.luismartin@inifap.gob.mx

RESUMEN

La escama blanca (*Aulacaspis tubercularis* Newstead) se ha convertido en un problema serio en el cultivo del mango (*Mangifera indica* L.), provocando reducción en la fotosíntesis y daño cosmético a la fruta afectando su exportación. Se evaluó la toxicidad de diferentes insecticidas para contar con mayores alternativas químicas en el control de este insecto. Se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones bajo condiciones de laboratorio. Se realizaron dos evaluaciones de toxicidad contra hembras a las 3 y 24 h después de la aplicación, en machos se evaluó a las 3 h de la aplicación. Las dosis de monolaurato de propilenglicol (1175.4 y 2357.9 mg kg⁻¹) y aceite mineral (2940 y 3920 mg kg⁻¹) causaron mortalidad en hembras de 100% y 98%, respectivamente. La CL₅₀ de cipermetrina (23.49 mg kg⁻¹) y aceite mineral (368.6 mg kg⁻¹) en hembras fue inferior a las dosis evaluadas en el estudio. El aceite mineral con dosis de 3920 mg kg⁻¹ controló 60% en machos con CL₅₀ de 1418 mg kg⁻¹. Los mejores productos tanto para machos como hembras fueron el aceite mineral y monolaurato de propilenglicol.

Palabras clave: Exportación, frutales, mangos, insecticidas.

ABSTRACT

White scale (*Aulacaspis tubercularis* Newstead) has become a serious problem in mango cultivation (*Mangifera indica* L.), provoking a reduction in photosynthesis and cosmetic damage on the fruit which affects its exports. The toxicity of different insecticides was evaluated, to have more chemical alternatives in this insect's control. A completely random design with four repetitions under laboratory conditions was used. Two toxicity evaluations were performed against females at 3 and 24 h after application, and in males it was evaluated at 3 h after application. The doses of propylene glycol monolaurate (1175.4 and 2357.9 mg kg⁻¹) and mineral oil (2940 and 3920 mg kg⁻¹) caused mortality in females of 100 % and 98 %, respectively. The CL₅₀ of cypermethrin (23.49 mg kg⁻¹) and mineral oil (368.6 mg kg⁻¹) in females was lower than the doses evaluated in the study. The mineral oil with a dose of 3920 mg kg⁻¹ controlled 60 % in males with CL₅₀ of 1418 mg kg⁻¹. The best products both for males and females were mineral oil and propylene glycol monolaurate.

Keywords: Exports, fruit trees, mangos, insecticides.

INTRODUCCIÓN

El mango es uno de los frutales tropicales más importantes a nivel mundial. Nayarit, México, es el segundo estado productor con el 17% de la producción y junto con Guerrero y Sinaloa, México, participan con el 53% de la producción nacional (SIAP, 2015). En la última década la escama blanca del mango EBM *Aulacaspis tubercularis* Newstead (Hemiptera: Diaspididae) se ha convertido en una plaga en Nayarit (García *et al.* 2014), se le encuentra en más de 10,000 ha y puede reducir hasta 50% el volumen de la cosecha (Urías *et al.*, 2013). Los municipios con más alta infestación son Compostela, San Blas y Tepic, con promedio superiores de 4.39 hembras y colonias de machos por hoja (Urías *et al.*, 2013). Se registró por primera vez en el 2003 y se ha dispersado a otros estados como Guerrero, Michoacán (Juárez *et al.*, 2014), Colima, Jalisco, Sinaloa (Bautista *et al.*, 2013), Oaxaca y Veracruz. Diversas investigaciones se han realizado para su control, Cunningham (1991) indicó que el aceite de baja viscosidad al 1% y el buprofezin a 0.05% fueron los productos más efectivos para su control en Australia. En Egipto Abo-Shanab (2012) al evaluar la eficacia de tres aceites minerales, el aceite con pureza de 95% en dosis de 1.5% ejerció el mayor control. Daneel (2004) indicó que el clorpirifos mezclado con aceite mineral fue efectivo para el control de la EBM; por otro lado Lagadec *et al.* (2009) en Sudáfrica evaluaron el thiametoxam, controlando efectivamente la escama en mangos "Kent" y "Keitt" a una dosis de 6 a 8 ml por árbol. En México (Urías *et al.*, 2013) realizaron aspersiones de insecticidas en huertos de mango Ataulfo y Haden, obteniendo los mejores resultados con las mezclas de citrolina (50 ml L⁻¹) + malatión (a dosis de 1.11 ml litro⁻¹ o 2.22 ml litro⁻¹), piriproxifeno (0.3 ml L⁻¹), dimetoato (2.0 ml L⁻¹) y aceite mineral (citrolina) en dosis de 50 ml L⁻¹ o 75 ml L⁻¹. Con el fin de contar con mayores alternativas químicas para el control de la EBM, se evaluaron diferentes insecticidas, y determinó el porcentaje de control y la concentración letal 50.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los bioensayos se realizaron en el laboratorio de entomología del Campo Experimental Santiago Ixcuintla del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. El material biológico se colectó en huertos de mango variedad Keitt en la localidad El Tonino, Compostela, Nayarit (21.18941, -105.13887), se seleccionaron ramas y hojas infestadas de colonias con machos y hembras, las cuales fueron transportadas al labo-

ratorio de entomología del campo experimental donde se realizaron los bioensayos. Los insectos se separaron con la ayuda de un microscopio estereoscópico Zeiss® (modelo Stemi DV4), se emplearon hembras maduras y colonias de machos en estado ninfa, se delimitó el área donde estaba presente la hembra o la colonia de machos y se realizó un corte de la hoja en forma circular de 4 cm de diámetro. En el caso de las hembras se levantó una pequeña parte de su cubierta protectora para comprobar que estuviera viva y en el caso de los machos se retiró una pequeña parte de su cera protectora de la parte posterior para observar que el macho estuviera viable y descartar parasitismo. Se utilizaron los insecticidas cipermetrina, extracto de nim en formulación emulsionable, aceite mineral y monolaurato de propilenglicol (ésteres de ácidos grasos); estos se seleccionaron por ser los que frecuentemente se aplican en la región de estudio para el combate de la EBM, exceptuando el monolaurato de propilenglicol. Se establecieron 18 tratamientos que consistieron de cuatro dosis por insecticida (Cuadro 1), a excepción del aceite mineral con cinco dosis. Los tratamientos se distribuyeron completamente al azar con cuatro repeticiones. Se realizaron dos evaluaciones con las hembras a las 3 y 24 horas después de la aplicación,

Cuadro 1. Tratamientos evaluados para el control de la escama blanca del mango (*Mangifera indica* L.) en condiciones de laboratorio en Nayarit, México.

Tratamiento	Ingrediente activo (i. a.)	Porcentaje de i. a.	Dosis mg kg ⁻¹ de i. a.
1	Extracto de nim	93.0	186
2			372
3			558
4			744
5	Cipermetrina	21.4	40
6			60
7			100
8			120
9	Monolaurato de propilenglicol	70.0	148.7
10			297.4
11			1175.4
12			2357.9
13	Aceite mineral	98.0	490
14			980
15			1960
16			2940
17			3920
18	Testigo sin aplicación

en el experimento de los machos se realizó una sola evaluación a las tres horas. Se colocaron tres discos de material vegetal por caja Petri, al fondo de esta se colocó un disco de papel filtro humedecido con agua destilada. Cada caja se utilizó como una repetición. Cada disco vegetal tuvo una hembra y una colonia con un número variable de ninfas. La aplicación del producto se realizó con un micro aspersor manual a una distancia de 25 cm, en promedio se asperjó 1 ml de mezcla del producto por caja Petri. Se utilizó agua destilada. La temperatura se mantuvo a 27 °C y humedad relativa de 44%.

Los análisis estadísticos fueron realizados con los valores ajustados según la fórmula de Abbott (1925) y corregida por Rosenhein y Hoy (1987), cuando se encontró en los bioensayos mortalidades diferentes de cero en el control, posteriormente se transformaron para su análisis a la función arco seno raíz cuadrada, seguido a esto, se realizó un análisis de varianza y comparación de medias (Tukey, $\alpha=0.05$), así mismo con base en un análisis de regresión Probit se calcularon los valores de las concentraciones letales (CL_{50}) usando el software de análisis estadístico SAS[®] v. 2008.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Cuadro 2, muestra que en la primera evaluación las hembras mostraron susceptibilidad diferencial a los tratamientos ($P<0.0001$). El tratamiento con monolaurato de propilenglicol en sus dosis altas (2357.9 y 1175.4 mg kg⁻¹ de i. a.) y aceite mineral (3920 mg kg⁻¹) ejercieron el mayor control con 98.5 y 94.1% de eficacia, respectivamente. Con el extracto de nim se observó mortalidad de 11.0 a 49.8%, mientras que la cipermetrina obtuvo muy poca mortalidad (5.9-22.3%). Al comparar las diferencias de mortalidad entre dosis alta y baja de cada producto, en el aceite mineral fue del 76.2%, seguido por el monolaurato de propilenglicol con 58.6%. El extracto de nim y la cipermetrina obtuvieron una diferencia de 38.8% y 16.4% respectivamente. En el testigo sin aplicación no se observó mortalidad. En la segunda evaluación, se observaron diferencias altamente significativas entre tratamientos ($P\leq 0.0001$). El monolaurato de propilenglicol causó la mayor mortalidad en sus dosis más altas (1175.4 y 2357.9 mg kg⁻¹) con 100% de eficacia. El aceite mineral también ejerció una mortalidad del 98% en sus dosis altas (3920, 2940 y 1960 mg kg⁻¹), resultados similares fueron obtenidos por Hassan *et al.* (2013) con una mortalidad máxima de 90.9% en aplicación de aceite mineral. Abo-Shanab *et al.* (2012), evaluaron tres diferentes presentaciones de aceite mineral para el control de la escama blanca del mango, con diferentes porcentajes de purificación, el mayor control lo observaron con aceite mineral al 96.62% con 100% de mortalidad. Cunningham (1991) menciona que los aceites naturales son una alternativa barata y ambientalmente segura con baja toxicidad en insectos benéficos. Con la cipermetrina se obtuvo 88.4% de máxima mortalidad, valores un poco más elevados fueron determinados por Urías *et al.* (2013) con un control de 92.5% en la misma plaga. Con el extracto de nim se obtuvo baja mortalidad, resultados similares fueron reportados por Abd-Rabou *et al.* (2012) donde la mortalidad fue de 68.3% de *Parasaissetia nigra* Nietner 1861 (Hemiptera: Coccidae). En la segunda evaluación, se observó un incremento en la diferencia de mortalidad entre dosis altas contra dosis bajas de cada producto con respecto a la primera, en el extracto de nim esta fue 45.3%. El aceite mineral mostro una diferencia de 43.5% en

las dosis bajas y la cipermetrina y el monolaurato de propilenglicol tuvieron una diferencia de mortalidad de 29.5% y 28.3% respectivamente. La mortalidad con el monolaurato de propilenglicol fue de 71.7% en su dosis más baja. Las dosis bajas de cipermetrina y aceite mineral tuvieron una mortalidad de 58% y 54.5% respectivamente, con el extracto de nim se observó 21.4% de mortalidad (Cuadro 2).

Mortalidad en machos (ninfas)

Las ninfas macho mostraron diferente susceptibilidad a los tratamientos evaluados ($P\leq 0.0001$) (Cuadro 2). El mejor insecticida fue el aceite mineral en sus dos dosis más altas (3920 y 2940 mg kg⁻¹) con 60 y 54.4%, respectivamente. Seguido del extracto de nim con 53%, de acuerdo a Esparza *et al.* (2010), el extracto de nim puede inducir toxicidad aguda en insectos si se aplica en altas dosis. El aceite mineral obtuvo una diferencia entre su dosis alta y baja de 33.8%, seguido del extracto de nim con 24.7%, cipermetrina con 19.2% y monolaurato de propilenglicol con 18.7%. El extracto de nim presento mayor toxicidad. El aceite mineral tuvo 26.2% de mortalidad y la cipermetrina obtuvo 20.4%, estos resultados son similares a los reportados por Karar *et al.* (2010) en un experimento de campo, donde la cipermetrina aplicada fueron 100 ml 100 L⁻¹ agua que causó una mortalidad de 21.12%.

Análisis Probit Concentración letal 50

En las hembras, en la primera evaluación, tres horas después del aplicación, el extracto de nim se determinó una CL_{50} de 769.17 mg kg⁻¹ de i. a. y de cipermetrina 876.41 mg kg⁻¹ de i. a. En cambio para el monolaurato de propilenglicol y

Cuadro 2. Mortalidad de *Aulacaspis tubercularis* 3 y 24 horas después de la aplicación en condiciones de laboratorio.

Insecticida	(mg kg ⁻¹ i. a.)	% mortalidad ^{†§}		
		3 hda	24 hda	3 hda ♂
Monolaurato de propilenglicol	2357.9	98.5±0.5a	100.0±2.0a	38.8±2.2abc
Aceite mineral	3920	94.1±3.5ab	98.0±4.4ab	60.0±0.6a
Monolaurato de propilenglicol	1175.4	94.1±0.5ab	100.0±2.9a	31.0±1.9abc
Aceite mineral	2940	87.0±0.5abc	98.0±2.0ab	54.4±0.2ab
Aceite mineral	1960	77.7±1.5abcd	98.0±2.0ab	48.6±0.0abc
Monolaurato de propilenglicol	2974	60.1±2.3bcde	83.3±0.0abcd	21.8±1.1c
Extracto de nim	744	49.8±1.9bcdef	66.7±2.0abcd	53.0±1.2ab
Aceite mineral	980	39.9±2.3cdef	71.7±2.0abcd	46.8±0.1abc
Monolaurato de propilenglicol	148.7	39.9±1.5cdef	71.7±0.0abcd	20.1±0.2c
Extracto de nim	558	28.6±1.3def	43.0±2.8bcde	46.4±0.2abc
Cipermetrina	120	22.3±2.3efg	88.4±3.8abc	39.6±0.1abc
Extracto de nim	372	19.0±0.0efg	28.3±4.5cde	41.6±0.2abc
Aceite mineral	490	17.9±2.3efg	54.5±2.0bcd	26.2±0.2bc
Extracto de nim	186	11.0±0.8efg	21.4±2.9de	28.3±0.1bc
Cipermetrina	100	5.9±2.3fg	88.4±1.8abc	37.5±0.1abc
Cipermetrina	60	5.9±2.3fg	74.0±4.9abcd	31.0±0.1abc
Cipermetrina	40	5.9±1.5fg	58.9±4.9abcd	20.4±0.1c
Testigo sin aplicación	0	0.0±0.0g	0.0±0.0e	0.0±0.0d

[†]% de mortalidad por repetición y ajustada por la fórmula de Abbott (1925). hda: horas después de la aplicación. [§]Medias con distinta letra, son estadísticamente diferentes, Tukey ($\alpha \leq 0.05$). \pm : Error estándar.

el aceite mineral esta fue de 211.15 mg kg⁻¹ de i. a. y 1096 mg kg⁻¹ de i. a. respectivamente. En la segunda evaluación, la CL₅₀ fue menor en todos los compuestos evaluados. Se observó menor concentración (CL₅₀) de la cipermetrina y monolaurato de propilenglicol, Lo que indicó mayor toxicidad en hembras para la segunda evaluación durante mayor tiempo de exposición (Cuadro 3). En machos, los productos con mayor toxicidad fueron el extracto de nim y la cipermetrina con una CL₅₀ de 417.6 y 176.4 mg kg⁻¹, respectivamente.

La CL₅₀ del extracto de nim se ubicó entre 372-558 mg kg⁻¹ de i. a. por lo que se tendría que aumentar la dosis del insecticida para tener un buen efecto. La CL₅₀ del aceite mineral lo ubican en las dosis medias de 980-1960 mg kg⁻¹ de i. a., mostrando un control aceptable de la escama blanca.

CONCLUSIONES

Todos los tratamientos evaluados mostraron

diferencias altamente significativas. El tratamiento con mayor eficacia contra las hembras de la escama blanca del mango fue el monolaurato de propilenglicol en su dosis alta de 1175.4 y 2357.9 mg kg⁻¹ de i. a., tanto en la primera evaluación de tres horas como en la segunda que se realizó a las 24 horas, obteniendo una mortalidad de 98 y 100% respectivamente. Las CL₅₀ de cipermetrina (23.49 mg kg⁻¹), monolaurato de propilenglicol (91.69 mg kg⁻¹) y aceite mineral (368.6 mg kg⁻¹) en los bioensayos de hembras se ubicaron por debajo de las dosis utilizadas en el experimento. El insecticida aceite mineral con la dosis de 3920 mg kg⁻¹ de i. a., mostró mayor eficacia biológica en el control de machos de la escama blanca del mango, CL₅₀ de 1418 mg kg⁻¹ se ubicó entre las dosis medias aplicadas. El monolaurato de propilenglicol presentó mayor efecto contra hembras que en machos. Dentro de los productos evaluados, el aceite mineral y el monolaurato de propilenglicol presentaron

Cuadro 3. Concentraciones letal 50 de insecticidas evaluados en *Aulacaspis tubercularis*.

Insecticida	CL ₅₀ (mg kg ⁻¹ de i. a.)		
	3 hda	24 hda	3 hda ♂
Extracto de nim	769.2	484.2	417.6
Cipermetrina	876.4	23.5	176.4
Monolaurato de propilenglicol	211.2	91.7	6363.0
Aceite mineral	1096.0	368.6	1418.0

hda: horas después de la aplicación.

alta mortalidad en el control de hembras de la escama blanca del mango. No obstante, es notoria la diferencia de susceptibilidad de los productos evaluados en hembras y machos, por lo anterior esta diferencia debe ser tomada en cuenta al momento de elegir el producto y dosis a aplicar.

AGRADECIMIENTOS

Al Fondo Sectorial SAGARPA-CONACyT por el apoyo otorgado para la presente investigación mediante el proyecto: 2011-12-171759.

LITERATURA CITADA

- Abbott W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18:265-267.
- Abd-Rabou S., Badary H., Ahmed N. 2012. Control measures of two soft scale insects (Hemiptera: Coccidae) infesting guava and mango trees in Egypt. *The Journal of Basic & Applied Zoology*, 65: 55-61.
- Abo-Shanab A.S.H. 2012. Suppression of white mango scale, *Aulacaspis tubercularis* (Hemiptera: Diaspididae) on mango trees in El-Beheira Governorate, Egypt. *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences*, 5 (3): 43-50.
- Bautista R.P.U., Ragazzo J.A.S., Calderón S.M., Cortéz M.E., Servin V.R. 2013. *Aulacaspis tubercularis* Newstead in mango orchards of Nayarit, Mexico, and relationship with environmental and agronomic factors. *Southwestern Entomologist*, 38 (2): 221-230.
- Cunningham I.C. 1991. Common mango scales in Queensland. *Acta Horticulturae* 291: 409-412.
- Daneel M.S., Steyn W. 2004. Evaluation of several products for control of mango scale (*Aulacaspis tubercularis*) on mangoes. *SA Mango Kwekersvereniging Navorsingsjoernaal*, 24: 15-17.
- Esparza D.G., López C.J., Villanueva J.J.A., Osorio A. F., Otero C.G., Camacho D.E. 2010. Concentración de azadiractina, efectividad insecticida y fitotoxicidad de cuatro extractos de *Azadirachta indica* A. Juss. *Agrociencia*, 44: 821-833.
- García A.N.C., Urías M.A., Hernández F.L.M., González C.J.A., Pérez B.M.H., Osuna G.J.A. 2014. Distribución de la escama blanca del mango *Aulacaspis tubercularis* Newstead (Hemiptera: Diaspididae) en Nayarit, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 3(2): 321-336.
- Hassan N.A., Radwan S.G., Ammar A.E.M.E., El-Sahn O.M. N. 2013. Effect of alternative insecticides sprayed with two flow rates against some scale insects on mango trees by using conventional motor sprayer at Qalubya governorate, Egypt. *In: Proc. of the International Conference of Environmental Sciences* pp: 62-79.
- Joubert P.H., Daneel M.S., Grové. T. 2000. Progress towards integrated pest management (IPM) on mangoes in South Africa. *Acta Horticulturae*, 509: 811-817.
- Juárez H.P., Valdez C.J., Valdovinos P.G., Mora A.J.A., Otero C.G., Téliz O.D., Hernández C E., Ramírez R.I., González H. V. A. 2014. Leaf penetration pattern of *Aulacaspis tubercularis* (Hemiptera: Diaspididae) stylet in mango. *Florida Entomologist*, 97(1): 100-107.
- Karar H., Arif M.J., Sayyed H.A., Ashfaq M., Khan M.A., 2010. Comparative efficacy of new and old insecticides for the control of mango mealybug (*Drosicha mangiferae* G.) in mango orchards. *International Journal of Agriculture & Biology*, 12: 443-446.
- Le Lagadec M.D., Louw C.E., Labuschagne C. 2009. The control of scale insects and mealybugs on mangoes in South Africa using neo-nicotinoids. A review of the experimental work from 2001 to 2005. *Acta Horticulturae*, 820:549-558.
- Rosenhein J.A., Hoy M.A. 1987. Confidence intervals for Abbott's Formula correction of bioassay data for control response. *Journal of Economic Entomology*, 82(2):331-335.
- SIAP. 2015. Estadística de la producción agrícola en 2013. <<http://www.sagarpa.gob.mx/quienesomos/datosabiertos/siap/Paginas/estadistica.aspx>> (Consultado 10 de febrero de 2015).
- SAS. 2008. User's guide. The Probit Procedure. In: *SAS/STAT 9.2 User's Guide*, Chapter 7. SAS Institute, Inc., Cary, NC. pp. 5323-5331.
- Urías L.M.A., Hernández F.L.M., Osuna G.J.A., Pérez B.M.H., García A.N.C., González C.J.A. 2013. Aspersiones de insecticidas en campo para controlar la escama blanca del mango (Hemiptera: Diaspididae). *Revista Fitotecnia Mexicana*, 36(2): 173-180.

