

EFICIENCIA DE PRODUCTOS ALTERNATIVOS CONTRA *Trialeurodes vaporariorum* (HOMOPTERA: ALEYRODIDAE)*

Sonia C. Fajardo M.¹, Alberto Soto G.² y José F. Kogson Q.³

Resumen

La concentración letal (CL) es usada para estimar la toxicidad de pesticidas a artrópodos. Sin embargo, la CL es una medida incompleta de los efectos de los productos sobre poblaciones, pues analiza solamente la mortalidad como parámetro de toxicidad. Se sabe que individuos que sobreviven a la exposición a pesticidas pueden sufrir efectos subletales. En este trabajo fue estudiado en laboratorio los efectos letales y subletales del ácido piroleñoso y el caldo sulfocálcico en el crecimiento poblacional de la mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum*. Los efectos letales fueron estimados a través de test de toxicidad aguda con obtención de curvas dosis-respuesta y sus respectivas concentraciones letales, y los efectos subletales a través de la estimativa de la tasa instantánea de crecimiento poblacional (r_t). Las concentraciones letales y subletales del ácido piroleñoso para *T. vaporariorum* fueron 11,05% y 4,02% del producto, respectivamente, y para el caldo sulfocálcico fueron 1,13% y 0,40% del producto, respectivamente, lo que indica que podrían utilizarse para el control de la mosca blanca *T. vaporariorum*.

Palabras clave: mosca blanca, ácido piroleñoso, caldo sulfocálcico, manejo integrado de plagas, tomate.

EFFICIENCY OF ALTERNATIVE PRODUCTS AGAINST *Trialeurodes vaporariorum* (HOMOPTERA: ALEYRODIDAE)

Abstract

Lethal concentration (LC) is used to estimate the toxicity of pesticides to arthropods. However, LC is an incomplete measure of the effects of products on populations, since it only analyzes mortality as a parameter of toxicity. It is known that individuals who survive exposure to pesticides may suffer sublethal effects. In this work the lethal and sublethal effects of pyroligneous acid and lime sulfur were studied in the population growth of the whitefly *Trialeurodes vaporariorum* under laboratory conditions. Lethal effects were estimated through acute toxicity test obtaining dose-response curves and their respective lethal and sublethal concentration effects through the estimate of the instant rate of population growth (r_t). Lethal and sublethal concentrations of pyroligneous acid for *T. vaporariorum* was 11,05% and 4,02% of the product, respectively, and for stock lime sulphur it was 1,13% and 0,40% of the product, respectively, indicating that they could be used to control the whitefly *T. vaporariorum*.

Key words: whitefly, pyroligneous acid, lime sulphur, integrated pest management, tomato.

* FR: 5-V-2012. FA: 26-IV-2013.

¹ Estudiante Ingeniería Agronómica. Universidad de Caldas. E-mail: soniac390@hotmail.com

² I.A., M.Sc., Ph.D. Departamento de Producción Agropecuaria Universidad de Caldas. E-mail: alberto.soto@ucaldas.edu.co

³ I.A., M.Sc. Departamento de Producción Agropecuaria Universidad de Caldas. E-mail: jfkogson@ucaldas.edu.co

INTRODUCCIÓN

La mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (Homoptera: Aleyrodidae) es una de las plagas más limitantes a nivel mundial en cultivos bajo invernadero. La importancia económica de este insecto se debe a su amplia distribución geográfica en el trópico, subtrópico y zonas templadas, al gran número de especies que afecta y su amplio rango de hospederos cultivados y silvestres (BUENO *et al.*, 2005; CARDONA *et al.*, 2005). Algunos de los daños que ocasiona se relacionan con succión de la savia, tanto por los adultos como por las ninfas, manifestándose en un debilitamiento y marchitamiento de la planta (MORALES & CERMELI, 2001).

Los productores utilizan insecticidas en grandes volúmenes sin cumplir los periodos de carencia, ocasionando residuos tóxicos en los frutos, desarrollo de poblaciones resistentes a los productos, destrucción de organismos benéficos, intoxicación de mamíferos y contaminación del medio ambiente (FILGUEIRA, 2000; EASTERBROOK *et al.*, 2001; FRAGOSO *et al.*, 2002; PIKANÇO *et al.*, 2007).

Una alternativa viable a los problemas ocasionados por el uso excesivo de plaguicidas de síntesis química en el cultivo de tomate *Lycopersicon esculentum*, es la utilización de métodos de control que deben priorizar la seguridad ambiental y social y que sean eficientes en el control de *T. vaporariorum*. En la búsqueda de tales métodos, productos alternativos a los plaguicidas convencionales como los caldos fitoprotectores, han sido usados por productores de hortalizas para el control de plagas y enfermedades, especialmente en los sistemas de producción ecológicos y orgánicos (CAMPANHOLA & BETTIOL, 2003; VENZON *et al.*, 2007).

Dentro de esos productos se encuentra el caldo sulfocálcico, que es obtenido por el tratamiento térmico del azufre y la cal. Ese producto es conocido, principalmente, debido a su acción fungicida (SMILANICK & SORENSON, 2001; MONTAG *et al.*, 2005), y también es utilizado como acaricida e insecticida (GUERRA, 1985; PENTEADO, 2000; CHAGAS *et al.*, 2001; GUIRADO, 2001; SOTO *et al.*, 2011). El efecto tóxico del caldo sulfocálcico a los insectos y ácaros se da por la reacción de los compuestos del producto aplicado sobre la planta con el agua y el gas carbónico, resultando en gas sulfídrico y azufre coloidal (ABBOT, 1945). Otro producto es el ácido piroleñoso, el cual proviene de la savia elaborada de las plantas, extraída mediante la deshidratación o quemado de partes vegetales, la cual se convierte en líquido a través de la condensación de gases, pasando del estado gaseoso a líquido al pasar por un tubo metálico (SHIBATA, 2010).

En este trabajo se evaluó el potencial del caldo sulfocálcico y del ácido piroleñoso para el control de *T. vaporariorum*. Inicialmente, se avaluó la toxicidad letal, a través de la estimativa de la concentración letal (CL) de los productos; sin embargo, como la CL es una medida incompleta de los efectos de los productos sobre poblaciones, pues analiza solamente la mortalidad como parámetro de toxicidad (STARK & BANKS, 2003), se estimaron también los efectos subletales de los productos a través de la estimativa de la tasa instantánea de crecimiento poblacional (r_1).

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el Laboratorio de Entomología del Departamento de

Producción Agropecuaria de la Universidad de Caldas. Fueron estudiados los efectos letales y subletales del caldo sulfocálcico a 31,5 y del ácido piroleñoso sobre *T. vaporariorum*. La mosca blanca *T. vaporariorum* fue criada en la casa malla de la Universidad de Caldas, en plantas de frijol de la variedad calima de 30 días de edad, sembradas en bolsas de polietileno de 8 x 12 cm, acondicionadas en jaulas de 80 x 70 x 50 cm de madera forradas con tela de muselina. La cría se inició con moscas colectadas en campo en la granja Tesorito de la Universidad de Caldas. Los efectos letales fueron estimados a través de un test de toxicidad aguda con obtención de curvas dosis-respuesta y sus respectivas concentraciones letales (CL), y los efectos subletales a través de la estimativa de la tasa instantánea de crecimiento poblacional (r_i) (STARK & BANKS, 2003).

Fueron estimadas las concentraciones letales del caldo sulfocálcico y del ácido piroleñoso para hembras adultas de *T. vaporariorum*. Las concentraciones evaluadas fueron escogidas a través de bioensayos iniciales y se situaron entre el límite inferior, donde el producto no causó mortalidad y el límite superior de respuesta, donde generó 100% de mortalidad para cada individuo. Los bioensayos de concentración-respuesta fueron realizados utilizándose hembras de *T. vaporariorum* al inicio de la fase reproductiva. Los productos fueron asperjados a través de un aspersor manual Brudden® modelo S.S. con capacidad de cinco litros, provisto con una boquilla tipo cono regulable, con una presión de 5 lb/pul² y un volumen de aplicación de 2,5 ml en discos ($\varnothing = 3,0$ cm) de hojas de tomate de 30 días de edad, acondicionados en caja de Petri con fondo de espuma húmedo de 9 cm de diámetro para los ensayos con huevos y ninfas. Los discos asperjados con los productos y con agua (testigo) fueron expuestos al ambiente por una hora, para el secado del producto. La unidad experimental para los ensayos con adultos estuvo conformada por 20 hembras adultas de la mosca blanca *T. vaporariorum* colocadas sobre hojas de la planta de tomate, en la cual se acondicionó una jaula pinza construida con dos tubos de pvc transparentes (diámetro = 2,5 cm; profundidad = 2,0 cm) a las cuales se les retiró la parte superior e inferior y se cubrieron con tela muselina. A la parte inferior del tubo se le hizo un orificio en donde se introducían los adultos de mosca blanca con la ayuda de un aspirador bucal y posteriormente se tapó dicho orificio con una mota de algodón; cada concentración del producto fue repetida 5 veces. Los discos de hojas tratados fueron mantenidos en cámara climatizada (25 ± 2 C, 60 ± 10 % HR y 13h de luz), la mortalidad fue evaluada 24 h después de la aplicación de los productos y las curvas de concentración-mortalidad fueron estimadas por el análisis Probit (FINNEY, 1971).

La evaluación de la acción subletal de los productos sobre *T. vaporariorum* fue aplicada utilizándose la misma metodología citada para la evaluación de la acción letal de los productos; el tiempo de evaluación fue de 8 días después de aplicados los tratamientos. Para cada concentración de cada producto fueron realizadas 5 repeticiones, donde cada repetición fue representada por un disco con 20 hembras adultas de *T. vaporariorum*. Las moscas blancas fueron mantenidas en cámaras climatizadas bajo las mismas condiciones descritas en los experimentos de toxicidad letal. La evaluación del efecto subletal, se realizó a través de la estimativa de la tasa instantánea de crecimiento (r_i), por la siguiente fórmula (STARK & BANKS, 2003):

$$r_i = \ln (N_f / N_0) / \Delta t$$

Donde N_f es el número final de individuos, N_0 es el número inicial de individuos, Δt es la variación de tiempo (duración del experimento 8 días). El valor positivo de r_i significa que la población está en crecimiento; $r_i = 0$, indica que la población está estable, mientras que un valor negativo de r_i señala que la población está en descenso y en vías de extinción. El análisis de regresión, se aprovechó para la evaluación de r_i en función de las concentraciones utilizadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Toxicidad letal: Para el caldo sulfocálcico fueron obtenidas la CI_{50} de 0,40% y la CI_{95} de 1,13% de concentración del producto. Para el ácido piroleñoso fueron obtenidas la CI_{50} de 4,02% y la CI_{95} de 11,05% de concentración del producto (Tabla 1).

Tabla 1. Toxicidad de los productos alternativos a *T. vaporariorum*

Producto	N ¹	Coefficiente angular ± EP ²	CI ₅₀ ³ (I.C. a 95%)	CI ₉₅ ⁴ (I.C. a 95%)	X ²	P
Caldo sulfocálcico	10	0,39±0,03	0,40 (0,19 – 0,56)	1,13 (0,98 – 1,62)	0,67	0,79
Ácido piroleñoso	10	0,42±0,21	4,02 (2,69 – 4,87)	11,05(9,27 – 13,42)	0,75	0,68

¹ Número de adultos de *T. vaporariorum* evaluados.
² Coeficiente angular y error padrón de la media.
³ Concentración letal media e intervalo de confianza al 95%.
⁴ Concentración letal que causa 95% de mortalidad e intervalo de confianza al 95%.

Efecto subletal: La tasa instantánea de crecimiento poblacional de *T. vaporariorum* fue igual a cero, indicando que la población está estable en las concentraciones de 0,62% y 9,19% para los productos caldo sulfocálcico y ácido piroleñoso, respectivamente (Figuras 1 y 2).

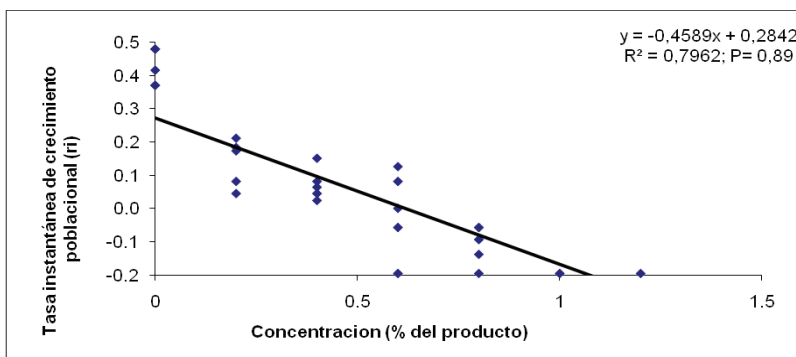


Figura 1. Tasa instantánea de crecimiento poblacional (r_i) de *T. vaporariorum* en función de la aplicación de concentraciones del caldo sulfocálcico.

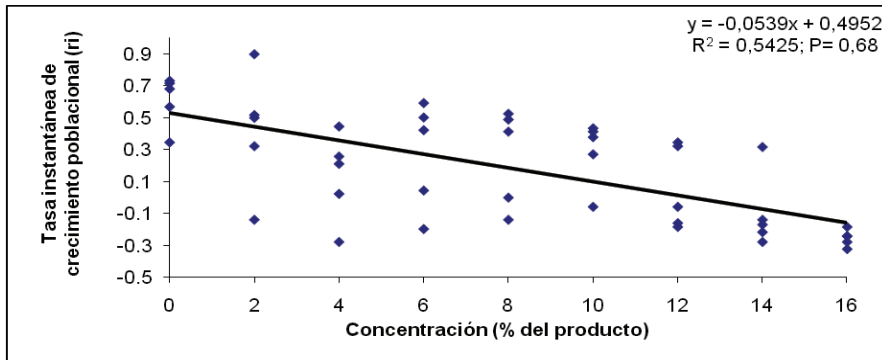


Figura 2. Tasa instantánea de crecimiento poblacional (r_i) de *T. vaporariorum* en función de la aplicación de concentraciones del ácido piroleñoso.

En Colombia se detectaron niveles moderados de resistencia de *T. vaporariorum* a los insecticidas monocrotofos y metamidofos, bajos para profenofos y carbofuran, intermedios para metomil y altos para los piretroides cipermetrina y deltametrina, igualmente resistencia a reguladores de crecimiento (CARDONA *et al.*, 2011).

De acuerdo a la investigación realizada por MARTÍNEZ y SALGADO (2012), en donde evaluaron el efecto de los extractos vegetales de *Ricinus communis*, *Allium sativum* y el ácido piroleñoso para el control de *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) en el cultivo de frijol, encontraron que estos productos reducen las poblaciones de *T. urticae* tanto en las concentraciones bajas como en las altas, y que estos productos son más eficientes al aumentar el tiempo de exposición de la plaga a dichos productos. Para el ácido piroleñoso encontraron que la CI_{50} fue de 2,49% y la CI_{95} de 5,00% de concentración del producto para el control de *T. urticae*.

El caldo sulfocálcico y el ácido piroleñoso representan una alternativa para el control de *T. vaporariorum*, especialmente cuando los agroquímicos no son permitidos, como en cultivos orgánicos.

Estos resultados demuestran la eficiencia de la aplicación de los productos alternativos para el control de poblaciones de *T. vaporariorum*. Sin embargo, la eficiencia de los productos alternativos para el control de plagas, así como la selectividad a enemigos naturales, está relacionada con la dosis y la formulación empleada. Es necesario tener un conocimiento técnico sobre el producto que se va a utilizar para que se obtenga un control satisfactorio de las poblaciones de plagas, de manera que no afecte a los enemigos naturales asociados a estas (SOTO, 2010).

Los efectos de dosis subletales de los productos en la población se ven manifestados a través de la reducción en el período de vida, disminución de la fertilidad, reducción de la fecundidad, cambios en la relación sexual y en el comportamiento de alimentación (STARK *et al.*, 1992). Esto demuestra la importancia de utilizar concentraciones subletales de los productos alternativos para el manejo de *T. vaporariorum* lo cual a pesar de ejercer un control más lento de la población a través del tiempo, logra casi que igualar el control ejercido en las concentraciones mayores.

En la utilización de dosis subletales, es importante considerar el tiempo para la acción insecticida de estos productos. La decisión de usar concentraciones letales o subletales de los productos alternativos depende de la población de la plaga al momento de la aplicación. Los resultados obtenidos en esta investigación pueden ser utilizados como alternativa para involucrarlos dentro de una estrategia de Manejo Integrado de la mosca blanca *T. vaporariorum*.

BIBLIOGRAFÍA

- ABBOT, C.E., 1945.- The toxic gases of lime-sulfur. *Journal Economic Entomology*, 38 (5): 618-620.
- BUENO, J., CARDONA, C. & CHACÓN, P., 2005.- Fenología, distribución espacial y desarrollo de métodos de muestreo para *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae) en habichuela y frijol. *Revista Colombiana de Entomología*, 31 (2): 34-42.
- CAMPANHOLA, C. & BETTIOL, W., 2003.- Panorama sobre o uso de agrotóxicos no Brasil: 13-51 (in) CAMPANHOLA, C. & BETTIOL, W. (eds.) *Métodos alternativos de controle fitossanitário*. Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna.
- CARDONA, C., RENDÓN, F., GARCÍA, J. & LÓPEZ-ÁVILA, A., 2011.- Resistencia a insecticidas en *Bemisia tabaci* y *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae) en Colombia y Ecuador. *Revista Colombiana de Entomología*, 27 (1-2): 33-38.
- CARDONA, C., RODRÍGUEZ, L., BUENO, J. & TAPIA, X., 2005.- *Biología y manejo de mosca blanca Trialeurodes vaporariorum en habichuela y frijol*. Instituto Colombiano Agropecuario. Boletín técnico. 50p.
- CHAGAS, P.R.R., TOKESHI, H. & ALVES, M.C., 2001.- Efficiency of lime sulfur in the control of the two-spotted mite in papaya in conventional and organic (Bokashi- EM) systems 255-258 (in) *Conference on Kyusei Nature Farming*. Infr. Research Center.
- EASTERBROOK, M.A., FITZGERALD, J.D. & SOLOMON, M.G., 2001.- Biological control of strawberry tarsonemid mite *Phytonemus pallidus* and two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* on strawberry in the UK using species of *Neoseiulus* (*Amblyseius*) (Acari: Phytoseiidae). *Experimental and Applied Acarology*, 25: 25-36.
- FILGUEIRA, F.A.R., 2000.- *Novo manual de olericultura-agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. UFV, Brasil, Viçosa. 402p.
- FINNEY, D.J., 1971.- *Probit analysis*. Cambridge University Press, Cambridge. 333p.
- FRAGOSO, D.B., GUEDES, R.N.C., PICANÇO, M.C. & ZAMBOLIM, L., 2002.- Insecticide use and organophosphate resistance in the coffee leaf miner *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae). *Bulletin of Entomological Research*, 92: 203-212.
- GUERRA, M.S., 1985.- *Receituário caseiro: alternativa para o controle de pragas e doenças de plantas cultivadas e seus produtos*. EMATER, Brasília. 166p.
- GUIRADO, N., 2001.- Extrato de plantas no controle da leprose dos citros: 147-159 (in) HEIN, M. (org.) *Primer Encontro de Processos de Proteção de Plantas: Controle ecológico de pragas e doenças*. Agroecológica, Botucatu.
- MARTÍNEZ, J. & SALGADO, N., 2012.- Evaluación de productos alternativos para el control de *Tetranychus urticae* Kock (Acari: Tetranychidae) en frijol: Tesis (Ingeniero Agrónomo), Universidad de Caldas. 71p.
- MONTAG, J., SCHREIBER, L. & SCHONHERR, J., 2005.- An in vitro study on the infection activities of hydrated lime and lime sulphur against apple scab (*Venturia inaequalis*). *Journal of Phytopathology*, 153: 485-491.
- MORALES, P. & CERMELI, M., 2001.- Evaluación de la preferencia de la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadus) (Homoptera: Aleyrodidae) en cinco cultivos agrícolas. *Revista Entomológica*, 16 (2): 73-78.
- PENTEADO, S.R., 2000.- *Controle alternativo de pragas e doenças com as caldas bordalesa, sulfocálcica e Viçosa*. Buena Mendes Gráfica e Editora, Campinas. 95p.
- PICANÇO, M.C., SOTO, A., BACCI, L., FIDELIS, E.G., SILVA, G.A. & DE SENA, M.E., 2007.- Controle biológico das principais pragas de hortaliças no Brasil: 505-537 (in) ZAMBOLIM, L. (ed.) *Manejo integrado de doenças e pragas hortaliças*. UFV, Viçosa.
- SHIBATA, D., 2010.- Para fertilización de suelo y plantas: ácido piroleñoso. Disponible en: <http://archivo.abc.com.py/suplementos/rural/articulos.php?pid=468356>
- SMLANICK, J.L. & SORENSON, D., 2001.- Control of postharvest decay of citrus fruit with calcium polysulfide. *Postharvest Biology and Technology*, 21: 157-168.
- SOTO, A., 2010.- Control de ácaros en café con el uso del caldo sulfocálcico. *Boletín Fitotecnia*, 161. Universidad de Caldas, Manizales. 2p.
- SOTO, A., VENZON, M. & PALLINI, A., 2011.- Integración de control biológico y de productos alternativos contra *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Revista U.D.C.A. Actualidad y Divulgación Científica*, 14 (1): 23-29.
- STARK, J.D. & BANKS, J.E., 2003.- Population-level effects of pesticides and other toxicants on arthropods. *Annual Review of Entomology*, 48: 505-19.

- STARK, J.D., VARGAS, R.I., MESSING, R.H. & PURCELL, M., 1992.- Effects of cyromazine and diazinon on three economically important Hawaiian tephritid fruit flies (Diptera: Tephritidae) and their endoparasitoids (Hymenoptera: Braconidae). *Journal of Economic Entomology*, 85: 1687-1694.
- VENZON, M., PALLINI, A., FADINI, M.A.M., OLIVEIRA, H., MIRANDA, V.S. & DE ANDRADE, A.P.S., 2007.- Controle alternativo de ácaros em hortaliças: 607-625 (in) ZAMBOLIM, L. (ed.) *Manejo integrado de doenças e pragas hortaliças*. UFV, Viçosa.