

Niveles de resistencia a insecticidas en *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Homoptera: Aleyrodidae), plaga del fríjol común.

Levels of resistance to insecticides in *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Homoptera: Aleyrodidae), a pest of beans.

Nancy Aida Buitrago¹
César Cardona M.²
Alfredo Acosta G.³

Resumen

Se estudió la respuesta de adultos de seis razas de la mosca blanca de los invernaderos a los insecticidas monocrotofos, metamidofos, profenofos, metomil, cipermetrina y deltametrina, aplicados en formulaciones comerciales por el método de inmersión de follaje de fríjol. También se evaluó el carbofuran granular, el cual se aplicó al momento de la siembra. La mortalidad se registró 24 horas después de la infestación y las CL_{50} y DL_{50} se calcularon mediante la regresión logaritmo dosis vs. probits. El insecto ha desarrollado niveles moderados de resistencia a los insecticidas fosforados monocrotofos y metamidofos. Las mayores relaciones de resistencia (RRs) en este grupo se encontraron a metamidofos en Fusagasugá (41X) y monocrotofos en Tocotá (33X) y Tenerife (26X). En estas dos últimas razas, las RRs a metomil fueron inferiores que las RRs a metamidofos y monocrotofos. No se halló resistencia significativa a carbofuran. Las razas de Fusagasugá, Rionegro, Tocotá y Otoño también presentaron resistencia a los piretroides evaluados. La mayor resistencia se encontró a la deltametrina (RRs de 47X y 68X).

¹ Estudiante de Tesis. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Seccional Bogotá. Santafé de Bogotá, Colombia.

² Ing. Agrónomo, Ph. D. Entomólogo. Programa de Fríjol. CIAT. Apartado Aéreo 6713. Cali, Colombia.

³ Ing. Agrónomo. Profesor. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Apartado Aéreo 2797. Santafé de Bogotá, Colombia.

Palabras claves: *Trialeurodes vaporariorum*, Mosca blanca de los invernaderos, Resistencia a insecticidas, Fríjol.

Summary

Adults of the greenhouse whitefly were exposed to the insecticides monocrotophos, methamidophos, profenofos, methomyl, cypermethrin and deltamethrin. These products were applied in commercial formulations by dipping the foliage of bean plants. Granular carbofuran applied at planting time was also tested. The adults mortality was recorded 24 hours after application. Data were then utilized to calculate LC_{50} and DL_{50} values by means of the probit analysis. Moderate levels of resistance to monocrotophos and methamidophos were detected. Highest RRs were found with methamidophos in Fusagasugá race (41X), and with monocrotophos in Tocotá (33X) and Tenerife (26X) races. RRs values for methomyl in Tenerife and Tocotá races were lower than those calculated for methamidophos and monocrotophos. No resistance to carbofuran was detected. The Fusagasugá, Rionegro, Tocotá and Otoño races showed resistance to cypermethrin and deltamethrin. RRs values for cypermethrin were similar to those calculated for monocrotophos and methamidophos. Overall, the highest resistance levels were found with deltamethrin (RR values: 47X and 68X).

Introducción

En general, las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) se reportan como plagas de gran importancia en cultivos de invernadero y de campo, los cuales están

sometidos a una fuerte presión de selección por una variedad de insecticidas, dando como resultado, la presencia de altos niveles de resistencia de amplio espectro (Georghiou 1990). Este hecho, sumado a la gran dificultad que existe para el control de las moscas blancas, obstaculiza, en alto grado, el manejo de estos insectos.

En particular, la mosca blanca de los invernaderos, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood), es una plaga muy importante en cultivos de hortalizas y ornamentales bajo invernadero. El problema ha aumentado al traspasar las barreras del invernadero y presentarse también en cultivos de campo, donde se considera igualmente importante (Elhag y Horn 1983).

En Colombia, *T. vaporariorum* es una plaga de gran importancia económica en cultivos de fríjol en zonas de ladera, especialmente en regiones como la Provincia del Sumapáz (Cundinamarca), el Oriente Antioqueño y la zona Andina de Nariño, donde el ICA ha detectado un excesivo uso de insecticidas con una cuestionada eficiencia. Además, también se ha observado tolerancia que aún no ha sido verificada técnicamente. Por estas razones, se decidió confirmar la resistencia de *T. vaporariorum* a los insecticidas más usados en dichas zonas.

Revisión de literatura

Entre los primeros reportes de resistencia a los insecticidas en Aleyrodidae figura el publicado por Wardlow et al. (1972) sobre *T. vaporariorum* en invernaderos de Inglaterra. De seis poblaciones probadas, una presentó resistencia a malation y otra a DDT. La población resistente a malation fue tratada con diclorvos y también presentó resistencia. Se concluyó que la resistencia a malation confería resistencia a diclorvos.

En los Estados Unidos, la resistencia de *T. vaporariorum* ha sido sospechada, pero aún es poco lo que se sabe de la incidencia y tasa de difusión del problema (Elhag y Horn 1983). Sin embargo, Wardlow et al. (1972, 1975, 1976), French et al. (1973) y Elhag y Horn (1984) han comprobado la resistencia de *T. vaporariorum*

a insecticidas de los grupos organoclorados, organofosforados, carbamatos y piretroides en Gran Bretaña, Holanda y los Estados Unidos.

En poblaciones de *T. vaporariorum* en la Unión Soviética, Abramova (1982), citado por Dittrich y Ernst (1990), reportó que en tres años de uso repetido de metilparation, la resistencia aumentaba de 133 a 167 veces.

En estudios de *T. vaporariorum*, realizados por Elhag y Horn (1983), se observó que los adultos eran más susceptibles que las ninfas y que el espectro de resistencia estaba directamente relacionado con el historial de exposición de la plaga a los insecticidas.

Omer et al. (1992) encontraron una alta significancia en la correlación entre los niveles de resistencia observados a acefato y diclorvos, lo cual sugiere resistencia cruzada entre estos dos productos.

En Colombia, evaluaciones hechas en el CIAT hacen suponer que *T. vaporariorum* ha adquirido niveles considerables de resistencia, ya que de 17 productos evaluados bajo condiciones favorables, sólo dos produjeron buen control. Monocrotofos, el más efectivo, presentó 90,1 y 88,6% de eficiencia en el control de adultos y ninfas, respectivamente, seguido de metamidofos, el cual mostró una eficiencia de 70% en el control de adultos y 40% en el control de ninfas (Cardona et al. 1991).

Materiales y Métodos

El presente trabajo se realizó en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), ubicado en el municipio de Palmira (Valle del Cauca) a 3°31' de latitud norte, 78° 22' de latitud oeste y a 1.001 msnm.

En este trabajo se probaron adultos de seis poblaciones de la mosca blanca de los invernaderos, *T. vaporariorum*: las razas de Fusagasugá (Cund.), Rionegro (Ant.) y Tenerife (Valle) se colectaron sobre cultivos comerciales de fríjol en las respectivas zonas. La existencia de altas poblaciones del insecto, la fuerte presión por insecticidas y la poca efectividad en el control, hicieron suponer

ciertos niveles de resistencia en estas tres razas. Las razas de Tocatá, Otoño y Cali se colectaron sobre malezas en el departamento del Valle, específicamente en la región de Tocatá, La Buitrera de Cali y la ciudad de Cali, respectivamente. En estas regiones, los cultivos comerciales son escasos y la vegetación presente no recibe tratamiento químico con insecticidas. De estas tres razas se establecieron colonias con el fin de encontrar una raza susceptible que permitiera determinar los niveles de resistencia de las otras razas.

Las colonias se establecieron sobre plantas de fríjol (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad Ica-Pijao. Las crías masales se mantuvieron en cuartos de cría con temperatura media de 20,4°C, humedad relativa media del 65,4% y fotoperíodo de 12 horas. Para cada ensayo, la edad de los adultos se homogenizó sacando las moscas blancas emergidas el mismo día o las hojas con pupas a punto de emerger a otra jaula con plantas nuevas, donde se dejaron de 5 a 6 días para que cumplieran un período de oviposición, y después se usaron en las pruebas.

En las pruebas se usaron plantas de fríjol variedad Ica-Pijao, sembradas individualmente en potes de 8 onzas. Las plantas se mantuvieron en invernadero de vidrio con temperatura de 22 ± 0,4°C y humedad relativa del 80,7% ± 19,2%. Se consideró que cuando las plantas tenían el primer trifolio bien desarrollado (18 días después de la siembra) ya estaban listas para los ensayos.

Se evaluaron formulaciones comerciales de tres insecticidas fosforados, dos carbonatos y dos piretroides: monocrotofos (600 g i.a./l (CS)), profenofos (500 g i.a./l (CE)), metamidofos (600 g i.a./l (CS)), metomil (216 g i.a./l (SP)), carbofuran (30 g i.a./kg (GR)), deltametrina (25 g i.a./l (CE)), cipermetrina (25 gr i.a./l (CE)). Estos productos son los de mayor uso para el control de mosca blanca y otras plagas en las zonas de Fusagasugá y Rionegro.

De los insecticidas foliares se prepararon diluciones a partir de una solución madre con el fin de obtener las dosis descritas a continuación; para monocrotofos, metamidofos, profenofos y metomil

se probaron: 1,25; 1,0; 0,75; 0,5; 0,25; 0,125; 0,0625 y 0,0312 cm³/l. De cipermetrina se probaron: 2,5; 2,0; 1,5; 1,0; 0,5; 0,25; 0,125 y 0,0825 cm³/l. La deltametrina se probó en las mismas dosis y además en las de 3,0; 3,5 y 4,0 cm³/l. El carbofuran granular se probó en las siguientes dosis: 1,25; 1,0; 0,75; 0,625; 0,5; 0,25 y 0,125 kg i.a./ha.

Como tratamiento control se aplicó agua destilada. Por repetición se usaron 30 moscas blancas y se hicieron cuatro repeticiones por tratamiento, para un total de 120 individuos evaluados por tratamiento.

Para la determinación de la concentración letal media (CL₅₀), las metodologías seguidas adaptan para fríjol los procedimientos descritos por Prabhaker et al. (1985). El método de aplicación de los insecticidas foliares fue el de inmersión. Varias plantas de fríjol se sumergieron durante cinco segundos en una solución correspondiente a un tratamiento. El follaje se dejó secar por una hora, y al cabo de este tiempo se procedió a colocar las jaulas-pinza. Con un aspirador bucal se introdujeron las moscas blancas, de edad homogénea, dentro de las jaulas-pinza (15 moscas por jaula) (Fig. 1). El conteo de mortalidad se realizó a las 24 horas.

Las dosis descritas para carbofuran granular en ingrediente activo se calcularon en producto comercial. El insecticida se aplicó al momento de la siembra. A los diez días de la siembra se procedió a hacer la infestación sobre las hojas cotiledonales, de la forma antes descrita. El conteo de mortalidad se realizó a las 24 y 48 horas.

Mortalidades en el testigo superiores al 10% se rechazaron. La CL₅₀ se calculó por medio del análisis probit (Busvine 1971) previa corrección de la mortalidad mediante la fórmula de Abbott para mortalidades naturales. En cada caso se calculó la CL₅₀ y los respectivos límites de confiabilidad al 95%. Todos los valores de la CL₅₀ calculados para las razas resistentes se compararon con los obtenidos para la raza susceptible con el fin de calcular las respectivas relaciones de resistencia (RR) y proceder a comparar entre insecticidas.

Resultados y Discusión

Monocrotofos

Todas las razas mostraron ciertos niveles de resistencia a este insecticida en comparación con una raza susceptible proveniente de Cali (Tabla 1). Sin embargo, las bajas CL_{50} encontradas explican la eficiencia que este producto aún tiene para el control de *T. vaporariorum*. La presencia de individuos resistentes en Tocotá y Otoño (zonas de escasa produc-

ción agrícola) puede deberse a migración de la plaga desde zonas agrícolas, donde el insecto existe y es controlado químicamente.

En la región de Tenerife, la mosca blanca ha pasado a ser una plaga primaria en menos de tres años debido al mal manejo de insecticidas para el control de otras plagas. La alta CL_{50} encontrada para monocrotofos en esta raza es un claro ejemplo de esto, ya que el producto no se usa en la zona y sin embargo, la raza allí

colectada mostró una RR apreciable (26X) con respecto a la raza susceptible de Cali. Esto se debe, tal vez, a la existencia de resistencia cruzada a insecticidas como paration y metamidofos, que son empleados con frecuencia en la región.

Metamidofos

La mosca blanca también presentó resistencia a este producto, principalmente en las razas provenientes de las zonas productoras de fríjol. La raza de Fusagasugá fue más resistente (41X), debido a que este producto es el más usado para el control de mosca blanca en cultivos de habichuela, tomate y pepino de la zona (Cardona et al. 1991). Las razas de Tocotá y Otoño también presentan ciertos niveles de resistencia a metamidofos. A pesar de estos niveles de resistencia (Fig. 2), las CL_{50} obtenidas, y en algunos casos las CL_{90} , aún se hallan por debajo de las dosis recomendadas para el control de la plaga en campo (1 a 2 cm^3/l). Este hecho destaca la eficiencia que aún tiene el producto en el control de la plaga.

Las curvas de mortalidad de las razas evaluadas exhiben gran variación en pendientes y niveles de resistencia al insecticida (Fig. 2). Esto es una expresión de la gran heterogeneidad existente entre colonias e individuos de la misma colonia y sugieren un alto potencial de resistencia en las diferentes razas evaluadas.

Profenofos

Este es un producto con poca eficiencia en el control de mosca blanca, ya que no tiene buena actividad contra la plaga, tal como lo atestigua la raza de Cali, la cual, a pesar de su alta susceptibilidad, mostró también una CL_{50} alta (0,203 cm^3/l) (Tabla 1). Para todas las razas se encontraron unos niveles de resistencia que, en términos absolutos no son tan altos como los encontrados a monocrotofos y metamidofos, a pesar de ser un producto de amplio uso para el control de *T. vaporariorum*, especialmente en Fusagasugá y Rionegro.

Metomil

Aunque es un producto de menor uso en las zonas estudiadas, las razas evaluadas

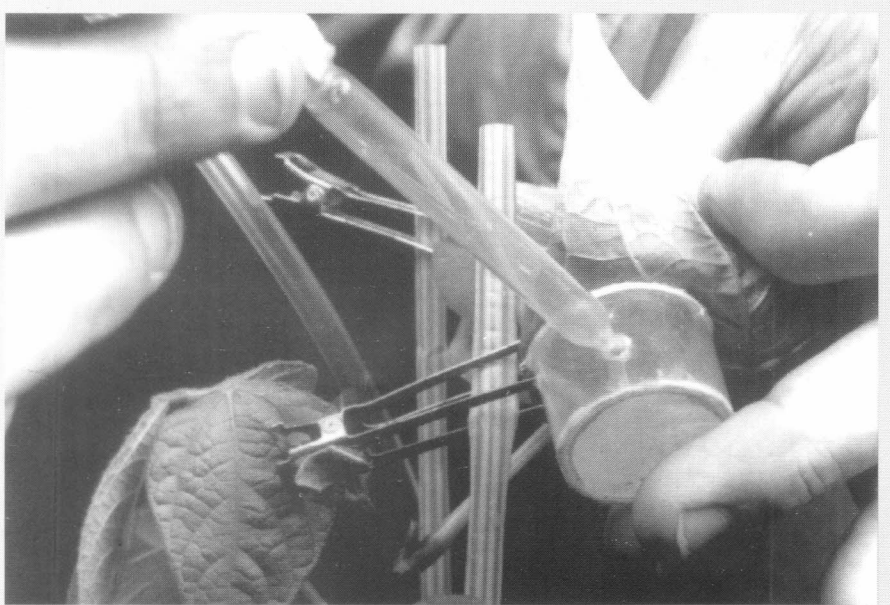


Figura 1. Infestación con mosca blanca usando jaulas pinza.

Tabla 1. Niveles de resistencia de seis razas de la mosca blanca *T. vaporariorum* a monocrotofos y profenofos.

Raza	Monocrotofos		Profenofos	
	CL_{50} cm^3/l	RR ¹	CL_{50} cm^3/l	RR
Fusagasugá	0,148 (0,127-0,169) ²	9,25	1,102 (0,972-1,329)	3,76
Rionegro	0,313 (0,282-0,343)	19,56	1,016 (0,826-1,162)	3,47
Tenerife	0,417 (0,177-0,527)	26,06	0,494 (0,457-0,529)	1,67
Tocotá	0,532 (0,479-0,585)	33,44	0,894 (0,815-0,963)	3,05
Otoño	0,343 (0,139-0,725)	21,44	0,881 (0,726-0,994)	3,01
Cali (susceptible)	0,016 (0,008-0,022)	-	0,293 (0,214-0,355)	-

¹ Relación de Resistencia = CL_{50} raza resistente / CL_{50} raza susceptible (Cali)

² Límites de confianza al 95%

ya presentan algunos niveles de resistencia a él (Fig. 3). Sin embargo, la eficiencia del producto es alto, ya que se obtuvieron mortalidades hasta del 100% con dosis de 1 g/l e inclusive menos (CL_{99} para Tenerife = 0,249 g/l y CL_{99} para Fusagasugá = 0,822 g/l). Resultados similares obtuvo Natskova (1987), quien encontró que metomil era un buen controlador de poblaciones de mosca blanca en Bulgaria.

Carbofuran

Las relaciones de resistencia (RR) para las razas provenientes de zonas productoras de fríjol se calcularon con respecto a la raza de Rionegro, con la cual se obtuvo la DL_{50} más baja. Los niveles de resistencia a carbofuran son bajos y la efectividad contra *T. vaporariorum* es alta, tal como lo demostraron Cardona et al. (1991) y como se deduce de las bajas dosis necesaria para matar el 50% de la población, dosis que además se encuentran por debajo de las recomendaciones de campo (1 kg i.a./ha). Sin embargo, es posible que los bajos niveles de resistencia hallados se deban a resistencia cruzada a otros carbamatos usados en forma foliar.

En la Figura 4 se aprecia cómo la efectividad de carbofuran aumenta significativamente de 24 a 48 horas después de la infestación, razón por la cual se recomienda aplicar este producto al momento de la siembra con el fin de proteger el cultivo del ataque de plagas durante los primeros 30 días. Esta práctica reduce los costos, ya que como lo afirman Cardona et al. (1991), una aplicación de carbofuran al momento de la siembra puede reemplazar de 4 a 5 aplicaciones de un insecticida foliar.

Cipermetrina

Este es un producto poco efectivo contra la mosca blanca *T. vaporariorum* y en este trabajo se detectaron importantes niveles de resistencia. Las CL_{50} más altas para este producto se calcularon para las razas de Fusagasugá y Rionegro (Tabla 1), lo cual se explica porque en estas zonas la cipermetrina es muy usada para el control de minadores en fríjol y otros cultivos.

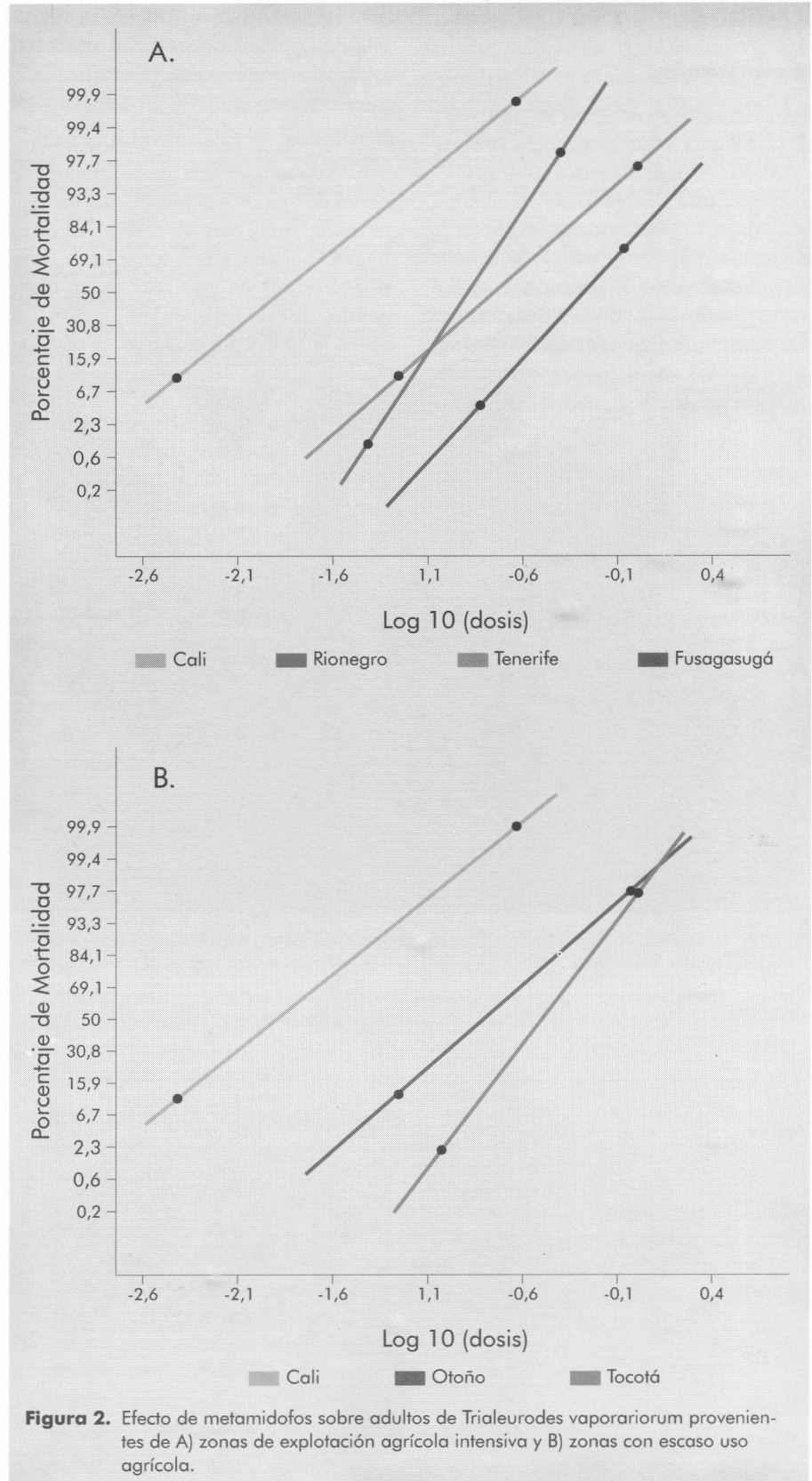


Figura 2. Efecto de metamidofos sobre adultos de *Trialeurodes vaporariorum* provenientes de A) zonas de explotación agrícola intensiva y B) zonas con escaso uso agrícola.

La raza de Tenerife presentó el más bajo valor de CL_{50} . La eficiencia de cipermetrina sobre esta raza se debe al escaso uso del producto en la región, donde el minador no es plaga importante del fríjol y las hortalizas que allí se cultivan.

Deltametrina

La deltametrina también mostró poca efectividad en el control de la mosca blanca. Prueba de esto es la raza de Fusagasugá, en la cual el porcentaje de mortalidad a las dosis más altas (3,5 y 4,0 cm³/l) no superó el 10%; hecho que impidió calcular una CL₅₀ confiable. En el presente trabajo, los niveles más altos de resistencia se encontraron con este producto (47X y 68X) (Tabla 2), lo cual se atribuye al amplio uso de la deltametrina en el control de lepidópteros comedores de follaje y de minadores de hortalizas, especialmente en las zonas de Fusagasugá y Rionegro.

Conclusiones

- La mosca blanca *T. vaporariorum* ha desarrollado niveles de resistencia a los insecticidas evaluados en este trabajo, los cuales pueden ir desde 3X hasta 68X.
- Los insecticidas monocrotófos, metamidofos, metomil y carbofuran siguen siendo efectivos para el control de mosca blanca, aun cuando el insecto muestra algunos niveles de resistencia a estos productos (9X hasta 41X). Los insecticidas piretroides cipermetrina y deltametrina, fueron los menos efectivos contra la mosca blanca. Los niveles de resistencia más altos se obtuvieron a estos productos (16X a 68X).
- Existen indicios de desarrollo de resistencia cruzada, ya que algunas razas que no habían sido sometidas directamente a un producto, presentaron ciertos niveles de resistencia a éste. También se confirmó que insecticidas normalmente usados para el control de otras plagas, afectan considerablemente la mosca blanca.

Referencias

- BUSVINE, J.R. 1971. A critical review of the techniques for testing insecticides. Commonwealth Agricultural Bureau. 56 Queen's Gate, London S.W.&. 345p.

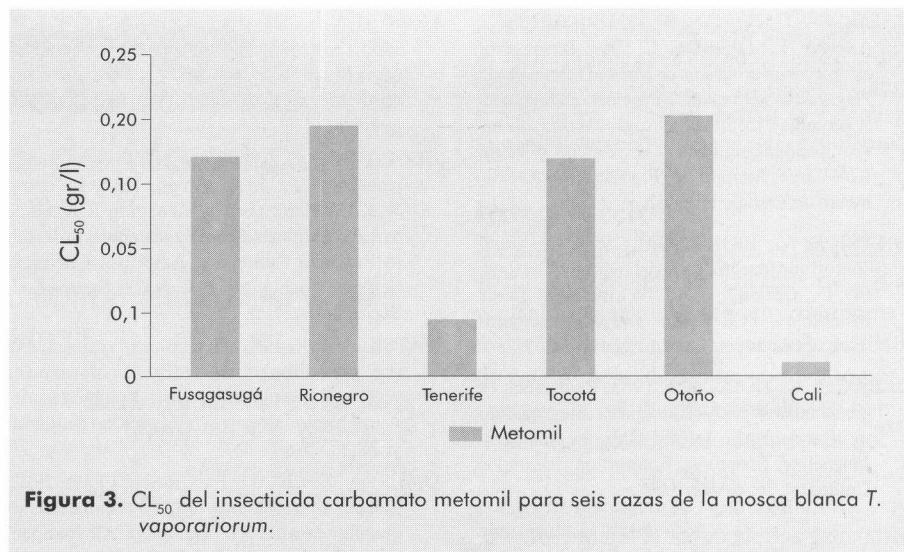


Figura 3. CL₅₀ del insecticida carbamato metomil para seis razas de la mosca blanca *T. vaporariorum*.

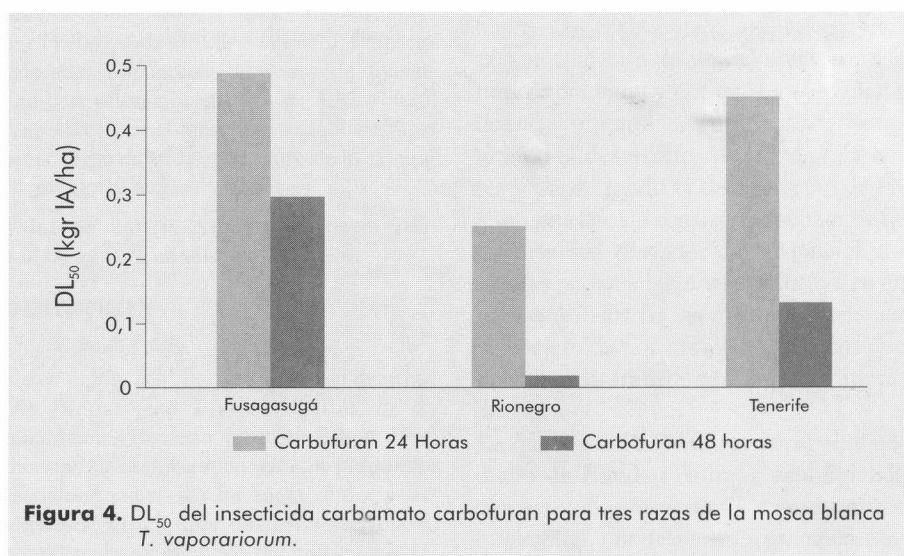


Figura 4. DL₅₀ del insecticida carbamato carbofuran para tres razas de la mosca blanca *T. vaporariorum*.

Tabla 2. Niveles de resistencia de cinco razas de la mosca blanca *T. vaporariorum* a cipermetrina y deltametrina.

Raza	Cipermetrina		Deltametrina		
	CL ₅₀ cm ³ /l	RR ¹	CL ₅₀ cm ³ /l	RR ¹	RR ²
Fusagasugá	1,941 (1,797-2,121) ³	29,41	-	-	-
Rionegro	1,503 (1,264-1,769)	22,77	5,408 (4,634-8,620)	47,03	68,46
Tenerife	0,089 (0,028-0,164)	1,35	0,079 (0,021-0,164)	0,60	-
Tocatá	1,713 (1,596-1,834)	25,95	5,414 (4,660-8,720)	47,08	68,53
Cali	0,066 (0,001-0,221)	-	0,115 (0,051-0,206)	-	1,46

¹ Relación de Resistencia = CL₅₀ raza resistente / CL₅₀ raza susceptible (Cali)

² Relación de Resistencia = CL₅₀ raza resistente / CL₅₀ raza de Tenerife

³ Límites de confianza al 95%

- CARDONA, C.; PRADA, P.; RODRIGUEZ, A.; ASHBY, L.; QUIROS, C. 1991. Bases para establecer un programa de Manejo Integrado de Plagas de habichuela en la Provincia de Sumapáz (Colombia). Informe de Progreso sobre las investigaciones realizadas entre 1988 y 1990. ICA-CIAT, Santafé de Bogotá. 78p. (Documento de Trabajo No. 86).
- DITTRICH, V.; ERNST, G.H. 1990. Chemical control and insecticide resistance of whiteflies. In: D. Gerling (Ed.). Whiteflies: Their Bionomics, Pest Status and Management. Intercept Andover Hants, England. p. 265-266.
- ELHAG, E.A.; HORN, D.J. 1983. Resistance of greenhouse whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) to insecticides in selected Ohio greenhouses. Journal of Economic Entomology (Estados Unidos) v. 76, p. 945-948.
- ; ————— 1984. Laboratory detection of greenhouse whitefly for resistance to malathion. Entomologia Experimentalis et Applicata (Holanda) v. 35, p. 21-26.
- FRENCH, N.; LUDLAM, F.A.; WARDLOW, L.R. 1973. Observations on the effects of insecticides on glasshouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood). Plant Pathology (Inglaterra) v. 22, p. 99-107.
- GEORGHIOU, G.P. 1990. Overview of insecticide resistance. In: M.B. Green; H.M. Lebaron; W.K. Morberg (Eds.). Managing Resistance to Agrochemicals. From Fundamental Research to Practical Strategies. American Chemical Society, Washington, D.C. A.C.S. Symposium Series No. 421. p. 19-24.
- NATSKOVA, V. 1987. Dynamics of resistance in the greenhouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood). Pochvoznanie, Agrokhimiya i Rastitelna Zashchita (Bulgaria) v. 22, p. 75-80.
- OMER, A.D.; LEIAH, F.; GRANETT, L. 1992. Insecticide resistance in field populations of greenhouse whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) in the San Joaquin Valley (California) cotton cropping system. Journal of Economic Entomology (Estados Unidos) v. 85, p. 21-27.
- PRABHAKER, N.; COUDRIET, D.L.; MEYERDIRK, D.E. 1985. Insecticide resistance in the sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). Journal of Economic Entomology (Estados Unidos) v. 78, p. 748-752.
- WARDLOW, L.R.; LUDLAM, F.A.; French, N. 1972. Insecticide resistance in glasshouse whitefly. Nature (Inglaterra) v. 239, p. 164-165.
- ; —————; HAMMON, R.P. 1975. A comparison of the effectiveness of insecticides against glasshouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*). Annals of Applied Biology (Inglaterra) v. 81, p. 433-435.
- ; —————; BRADLEY, L.F. 1976. Pesticide resistance in glasshouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum* West.). Pesticide Science (Inglaterra) v. 7, p. 320-324.