



Toxicidad en laboratorio de imidacloprid, acetamiprid y abamectina sobre adultos de *Encarsia formosa* (Gahan) (Hymenoptera, Aphelinidae)

Patricia Estay², Jaime E. Araya¹ & Manuel H. Araya¹

¹ Departamento de Sanidad Vegetal, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, Casilla 1004, Santiago, Chile. jearaya@uchile.cl

² Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental La Platina, Casilla 439-3, Santiago, Chile.

Resumen: Se crió la mosca blanca de los invernaderos, *Trialeurodes vaporariorum* Westwood en tomate en macetas para evaluar la toxicidad sobre *Encarsia formosa* Gahan de imidacloprid, acetamiprid y abamectina, para seleccionar los productos menos tóxicos para el parasitoide en esquemas de manejo integrado de la plaga. Se expusieron 20 adultos de *E. formosa* de 1–2 días de edad en jaulas Hassan por 1 hora a los tratamientos (las concentraciones mayores recomendadas para pulverizaciones de campo), con cuatro repeticiones y controles con agua. La mortalidad se evaluó luego de la exposición, y 8 y 24 horas después. A la hora de exposición, imidacloprid y acetamiprid fueron moderadamente tóxicos (89,32 y 84,93% de mortalidad, respectivamente, categoría 3 en la escala 1–4 de toxicidad de Hassan). Abamectina resultó ligeramente tóxica (43,84%; categoría 2). A las 8 horas, imidacloprid y acetamiprid eliminaron a todos los adultos y aumentaron su toxicidad a la categoría 4, mientras que abamectina resultó ahora moderadamente tóxica (83,30%; categoría 3). Aunque abamectina permitió alguna supervivencia, a las 8 horas la mortalidad aumentó al doble de los resultados después de 1 hora del tratamiento. La tendencia observada a las 8 horas se mantuvo a las 24 horas, pero abamectina aumentó la mortalidad en los adultos, y a pesar de causar una menor mortalidad numérica (92,5%) aunque no significativa ($P \leq 0,05$) que imidacloprid y acetamiprid, al igual que los demás tratamientos insecticidas alcanzó ahora categoría 4 (alta) de toxicidad. Imidacloprid y acetamiprid fueron en general los productos más tóxicos. Ambos podrían tener menor efecto sobre los parasitoides inmaduros protegidos por el cuerpo de la pupa parasitada al aplicarlos, lo que deberá estudiarse en el campo, donde se encuentran todos los estados de desarrollo del parasitoide.

Palabras clave: Abamectina, acetamiprid, *Encarsia formosa*, imidacloprid, mosca blanca de los invernaderos, tomate, *Trialeurodes vaporariorum*.

Toxicity of imidacloprid, acetamiprid, and abamectin on adults of *Encarsia formosa* (Gahan) (Hymenoptera: Aphelinidae) in the laboratory

Abstract: The greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* Westwood, was reared on potted tomato to evaluate toxicity on *Encarsia formosa* Gahan of imidacloprid, acetamiprid, and abamectin, in order to select the least toxic products to the parasitoid in schemes of integrated management of the pest. 20 adults of 1–2 day-old *E. formosa* were exposed into Hassan cages for 1 hour to the treatments (the largest concentrations recommended for field sprays), with 4 replicates and water controls. Mortality was evaluated immediately after exposure, and 24 and 48 hours later. After 1 hour, imidacloprid and acetamiprid were moderately toxic (89.32 and 84.93% mortality, respectively; level 3 in the 1–4 scale of toxicity of Hassan). Abamectin was slightly toxic (43.84%; level 2). At 8 hours, imidacloprid and acetamiprid killed all adults and increased their toxicity to level 4, while abamectin was then moderately toxic (83.30%; level 3). Although abamectin allowed some survival, at 8 hours mortality doubled the results obtained 1 hour after treatment. The trend observed at 8 hours was maintained at 24 hours, but abamectin increased mortality of adults, and despite causing a numerically lesser but not significant ($P \leq 0.05$) mortality (92.5%) than imidacloprid and acetamiprid, as the other insecticide treatments reached now toxicity level 4 (high). Imidacloprid and acetamiprid were in general the most toxic compounds. Both could have a smaller effect on immature parasitoids protected by the body of the parasitized pupa when applied, which should be studied in the field, where all development stages of the parasitoid are present.

Key words: Abamectin, acetamiprid, *Encarsia formosa*, imidacloprid, greenhouse whitefly, tomato, *Trialeurodes vaporariorum*.

Introducción

La mosca blanca de los invernaderos, *Trialeurodes vaporariorum* Westwood, es una de las plagas de hortalizas más polifagas y causa reducciones significativas en el rendimiento y la calidad de esos productos en todo el mundo (Castresana, 1989). En Chile, esta plaga tiene importancia económica primaria en tomate, *Lycopersicon esculentum* Mill. en invernaderos de la comuna de Quillota, V Región (Peñaloza, 2000).

La mosca blanca produce daño físico a las plantas, reduce la fotosíntesis y causa un daño indirecto por el melazo que produce, el que puede manchar los frutos y depreciarlos. En los últimos años, este insecto ha causado un gran aumento en el uso de plaguicidas en cultivos de tomate en invernadero, lo que ha hecho que el cultivo sea menos rentable, tenga problemas de residuos y que se haya desarrollado resistencia a algunos de estos productos. Para mejorar el manejo de *T. vaporariorum* se hace cada vez más necesario encontrar métodos alternativos al control químico, incluyendo el control biológico (Peñaloza, 2000).

El agente de control biológico más eficiente y más utilizado en el mundo en el control de *T. vaporariorum* es *Encarsia formosa* Gahan (Hymenoptera: Aphelinidae) (Barra, 2000; Araya *et al.*, 2005). Los adultos de este parasitoide afectan directamente las ninfas de su huésped al pincharlas con el oviscapto para reproducirse o alimentarse, lo que aumenta su eficiencia contra la plaga (López y Botto, 1995).

En un esquema de manejo integrado, el control biológico se dirige a reforzar la acción de los enemigos naturales, además de complementar la acción de los insecticidas convencionales. Para ello, es necesario conocer los efectos de los plaguicidas y sus residuos sobre la población de fauna útil (Castañer y Garrido, 1995).

El objetivo de esta investigación fue evaluar la toxicidad de imidacloprid, acetamiprid y abamectina, sobre adultos de *E. formosa*, parasitoide de *T. vaporariorum*, con el propósito de contribuir a la selección de plaguicidas posibles de utilizar en programas de manejo integrado donde se incluya este agente de control biológico.

Material y métodos

Cría masiva de *Encarsia formosa*. Se hicieron crías masivas de *T. vaporariorum* y *E. formosa* entre abril y noviembre del 2001 en plantas de tomate, que permitieron contar con una fuente permanente y segura de especímenes vivos para el ensayo.

Para la cría de *E. formosa* se transplantaron plantas de tomates en tiestos de 12 cm de diámetro, con tierra de hojas y arena (en proporción 1:1), y se mantuvieron en sala de cría a 25°C, humedad relativa de 55±5% y fotoperíodo de 16/8 h luz/oscuridad. Una vez que las plantas tuvieron 3-4 hojas verdaderas se trasladaron 8 plantas a jaulas de cría, donde se infestaron con 500 adultos de *T. vaporariorum* por jaula durante 24 horas, con luz para obtener huevos de edad homogénea. Pasado este período, los adultos de *T. vaporariorum* se retiraron con aspirador manual y las plantas se dejaron bajo fotoperíodo de 16/8 horas luz/oscuridad. A los 13-14 días, una vez que se observaron visualmente y bajo aumento ninfas de tercer estadio, se liberaron 5 adultos de *E. formosa* por planta infestada; además se calcularon los grados día a 25°C que *E. formosa* requirió para llegar al estado de pupa. La metodología de cría se basa en aquella utilizada por Estay (1999).

Ensayo para evaluar la toxicidad de los insecticidas sobre adultos de *E. formosa*. Para este ensayo se colectaron adultos de *E. formosa* provenientes de la sala de cría y se utilizaron las jaulas de exposición de Hassan (1988). Se utilizaron (tabla I) las concentraciones mayores de los insecticidas recomendadas comercialmente para uso en pulverizaciones de campo.

Antes de introducir los adultos a las jaulas, se aplicaron 1,7 mL de mezcla insecticida (el cálculo de la cantidad de insecticidas y mezcla se hizo por superficie de la lámina de vidrio) durante 8 segundos con la torre de pulverización de precisión de laboratorio tipo Potter sobre la superficie de cada lámina de vidrio de la jaula de exposición, con cuatro repeticiones. Los vidrios tratados se dejaron secar a temperatura ambiente durante 15-20 minutos, luego de los cuales se usaron para armar las jaulas. En éstas se introdujeron 20 adultos de *E. formosa* de 1-2 días de edad. Se evitó cualquier acumulación de gases conectando el tubo de emergencia a una bomba de extracción aire de 1,5 HP para producir una ventilación constante. Las jaulas se mantuvieron a 25°C, 55±5% HR y 16/8 horas de luz/oscuridad. Para el control se usaron jaula de exposición tratadas con agua.

Los adultos se expusieron a los insecticidas por 1 hora, al cabo de la cual se contaron los individuos muertos. Los sobrevivientes al contacto con cada tratamiento se llevaron a frascos con mechas de algodón con alimento (solución de agua con miel al 10%) y se mantuvieron a 25°C, anotando su mortalidad a las 8 y 24 horas. Para evaluar el efecto del tratamiento se corrigió la mortalidad promedio según la observada en el control (Abbott, 1925). La toxicidad se clasificó según la escala de Hassan (1992).

Los adultos de *E. formosa* sobrevivientes se contaron a medida que se colectaron con el aspirador manual, para llevarlos a los frascos con alimento. Los resultados de mortalidad de adultos a una hora de exposición, y después de 8 y 24 horas se presentan en la tabla II.

Los ensayos tuvieron cuatro repeticiones por tratamiento y un diseño completamente al azar. Los resultados

obtenidos se sometieron a análisis de varianza, previa normalización mediante transformación $\sqrt{(\% \text{ mortalidad}/100)}$. Las diferencias significativas ($P \leq 0,05$) entre tratamientos se analizaron mediante pruebas de rango múltiple de Duncan (1955).

Resultados y discusión

A la hora de exposición, los insecticidas imidacloprid y acetamiprid fueron moderadamente tóxicos para *E. formosa* y según la escala de toxicidad de Hassan (1992) fueron de categoría 3. Abamectina resultó ligeramente tóxica (categoría 2).

Al analizar los resultados a las 8 horas de la aplicación, los tratamientos de imidacloprid y acetamiprid eliminaron a todos los adultos de *E. formosa* y aumentaron su toxicidad a la categoría 4 de la escala de toxicidad de Hassan (1992), mientras que abamectina resultó ahora moderadamente tóxica (categoría 3). Estos resultados se podrían deber a las altas concentraciones utilizadas y a un tiempo muy largo de exposición para diferenciar el efecto insecticida sobre este parasitoide. Los parasitoides adultos pudieron haber adquirido algún residuo del insecticida al limpiarse su cuerpo o al caminar por la superficie tratada (Gratwick, 1957). Aunque abamectina permitió alguna sobrevivencia, a las 8 horas aumentó al doble la mortalidad del parasitoide con respecto a los resultados después de 1 hora de exposición. No hubo diferencias significativas entre imidacloprid y acetamiprid, pero sí con abamectina y el control.

Los resultados en la tabla II fueron estadísticamente diferentes ($P \leq 0,05$) entre sí, excepto entre imidacloprid y acetamiprid al cabo de 8 y 24 horas. Acetamiprid causó la mayor mortalidad del parasitoide adulto, seguido por imidacloprid; abamectina tuvo la menor toxicidad.

Veinticuatro horas después de la exposición de los adultos de *E. formosa*, la tendencia observada a las 8 horas se mantuvo, pero abamectina aumentó la mortalidad en los adultos sobrevivientes de *E. formosa*, pero aunque presentó una menor mortalidad numérica (92,3%) que imidacloprid y acetamiprid, todos los tratamientos alcanzaron ahora un nivel de toxicidad de categoría 4 (alta) en la escala de toxicidad de Hassan (1992).

La mortalidad causada por abamectina fue inferior al 100% observado a las 48 horas por Shipp *et al.* (2000) para adultos de *E. formosa* expuestos a insecticidas bajo las mismas condiciones de laboratorio, a una concentración menor (5,4 mgL⁻¹) a la de este estudio.

Imidacloprid y acetamiprid afectaron en forma similar a los adultos de *E. formosa*, probablemente porque ambos compuestos son neurotóxicos y tienen un modo de acción similar. Aunque estos insecticidas fueron tóxicos para los adultos de *E. formosa*, ambos podrían tener un menor efecto sobre los parasitoides inmaduros protegidos por el cuerpo de la pupa parasitada al momento de la aplicación en el campo, lo que debe ser estudiado en nuevas investigaciones. En el campo, el manejo del parasitoide debe considerar que todos los estados de desarrollo están presentes simultáneamente. Además, en ambientes variables y heterogéneos el efecto insecticida debería ser menor, por la ubicación variable de las hojas en la planta y de la plaga en el envés de las hojas, lo que favorecería una exposición menor del parasitoide. Su comportamiento de búsqueda y migración con dosis subletales serían así menos afectados. Además, imi-

dacloprid se puede aplicar también a las raíces y evitar el contacto directo con los parasitoides (Estay y Bruna, 2002). Será conveniente evaluar el efecto de imidacloprid,

acetamiprid y abamectina sobre las ninfas del parasitoide en el interior de ninfas de *T. vaporariorum* y posteriormente efectuar ensayos de campo.

Tabla I. Productos aplicados sobre adultos de *Encarsia formosa*

Tratamientos	Productos comerciales	Concentración de producto comercial/hL	Concentración en mgL ⁻¹ de ingrediente activo
Abamectina	Fast 1,8 EC	100 mL	18
Acetamiprid	Mospilan SP	35 g	70
Imidacloprid	Confidor Supra	40 mL	204
Control	Agua	---	---

Tabla II. Efecto de los tratamientos insecticidas en la mortalidad de adultos de *Encarsia formosa* después de 1 hora en la jaula de exposición y 8 y 24 horas después, y sus categorías de toxicidad

Tratamientos	Mortalidad (%) ¹	Mortalidad corregida (%) ²	Categoría de toxicidad ³
Después de 1 hora			
Acetamiprid	90,25 a	89,32	3
Imidacloprid	86,25 b	84,93	3
Abamectina	48,75 c	43,84	2
Control	8,75 d	00,00	---
Después de 8 horas			
Acetamiprid	100,00 a	100,00	4
Imidacloprid	100,00 a	100,00	4
Abamectina	87,50 b	83,30	3
Control	25,00 c	00,00	---
Después de 24 horas			
Acetamiprid	100,00 a	100,00	4
Imidacloprid	100,00 a	100,00	4
Abamectina	95,00 b	92,30	4
Control	35,00 c	00,00	---

¹ Promedios en cada medición con letras distintas son diferentes (P≤0,05) según pruebas de rango múltiple de Duncan (1955).
² Mortalidad corregida por Abbott (1925).
³ Según escala de Hassan (1992).

Bibliografía

- ABBOTT, W. S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, **18**: 265-267.
- ARAYA, J. E., P. ESTAY & M. H. ARAYA 2005. Observaciones sobre biología y cría de *Encarsia formosa* Gahan, parasitoide de *Trialeurodes vaporariorum* Westwood. Enviado a *Phytoma España*.
- BARRA, C. 2000. *Malezas como reservorio de la mosca blanca de los invernaderos (Trialeurodes vaporariorum Westwood), y de sus enemigos naturales*. Memoria Ing. Agr., Facultad de Agronomía, Universidad Católica de Valparaíso, Quillota, Chile. 97 p.
- CASTAÑER, M. & A. GARRIDO 1995. Toxicidad producida por contacto y persistencia de diversos plaguicidas sobre tres insectos utilizados en control biológico: *Cryptolaemus montrouzieri*, *Lysiphlebus testaceipes* y *Encarsia formosa*. *Investigación Agraria, Producción y Protección Vegetales*, **10**(1): 139-147.
- CASTRESANA, L. 1989. La mosca blanca de los invernaderos. *Horticultura, España*, **44**: 48-49.
- DUNCAN, D. B. 1955. Multiple F and multiple range tests. *Biometrics*, **11**: 1-41.
- ESTAY, P. 1999. Mosquita blanca de los invernaderos. *Investigación y Progreso Agropecuario La Platina*, **78**: 30-36.
- ESTAY, P. & A. BRUNA 2002. *Insectos, ácaros y enfermedades asociados al tomate en Chile*. INIA, Santiago, Chile, 111 p.
- GRATWICK, M. 1957. The contamination of insects of different species exposed to dust deposits. *Bulletin of Entomological Research*, **48**: 741-753.
- HASSAN, S. A. 1988. Guideline for testing the side effect of pesticides on the egg parasite *Trichogramma cacoeciae*. *IOBC/WPRS Working Group on Pesticides and Beneficial Organisms Bulletin*, **11**(4): 3-18.
- HASSAN, S. A. 1992. Guideline for the evaluation of side effects of plant protection product on *Trichogramma cacoeciae*. *IOBC/WPRS Working Group: Pesticides and Beneficial Organisms Bulletin*, **14**(3): 18-39.
- LÓPEZ, S. & E. BOTTO 1995. Parámetros biológicos del parasitoide *Encarsia formosa* (Gahan) (Hymenoptera: Aphelinidae) en condiciones de laboratorio. *Ecología Austral*, **5**: 105-110.
- PEÑALOZA, G. 2000. *Cría de Encarsia formosa para el control de la mosquita blanca de los invernaderos (Trialeurodes vaporariorum Westwood), y determinación del porcentaje de parasitismo y nacimiento en invernadero*. Memoria Ing. Agr., Facultad de Agronomía, Universidad Católica de Valparaíso, Quillota, Chile, 71 p.
- SHIPP, J., K. WANG & G. FERGUSON 2000. Residual toxicity of avermectin b1 and pyridaben to eight commercially produced beneficial arthropod species used for control of greenhouse pests. *Biological Control*, **17**: 125-131.