

## Estudio de la actividad de piriproxifen y fipronil sobre *Opius concolor* Szèpligeti (Hymenoptera: Braconidae) y su huésped de sustitución *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae)

E. ABDALLAHI, A. ADÁN y E. VIÑUELA

Dos insecticidas de reciente aparición, piriproxifen y fipronil, han sido estudiados en laboratorio sobre la mosca de la fruta *Ceratitis capitata* y el parasitoides *Opius concolor*. En la mosca los tratamientos ovicida y del medio de pupación no tuvieron efectos excepto a las concentraciones más elevadas (desde 100 mg/l). Por el contrario, fipronil suministrado vía oral a los adultos de *C. capitata*, fue muy activo, obteniéndose una CL<sub>50</sub> de 0,36 mg/l. También redujo la fecundidad (desde 0,1 mg/l), mientras que piriproxifen no afectó a la puesta pero sí a la eclosión. En cuanto a los efectos secundarios en *O. concolor* cuando se suministraron los insecticidas en los bebederos, piriproxifen fue ligeramente tóxico para la longevidad (reducción respecto del control del 53,8%), e inócua al analizar su capacidad benéfica. Fipronil fue moderadamente tóxico, causando una reducción en la longevidad del 90% respecto del control.

E. ABDALLAHI, A. ADÁN y E. VIÑUELA: Protección de Cultivos, E.T.S.I. Agrónomos. 28040 Madrid.

**Palabras claves:** *Ceratitis capitata*, *Opius concolor*, piriproxifen, fipronil, toxicidad, efectos secundarios.

### INTRODUCCIÓN

Una de las tendencias actuales en la lucha contra las plagas es la utilización conjunta de enemigos naturales y plaguicidas compatibles con ellos (MINKS *et al.*, 1998). Conviene, por tanto, conocer la selectividad de los nuevos plaguicidas sobre los enemigos naturales, al tiempo que se estudia su toxicidad en las plagas.

*Opius concolor* Szèpligeti es uno de los principales parasitoides de la mosca del olivo, *Bactrocera oleae* (Gmelin), y en laboratorio se cría sobre el huésped de sustitución *Ceratitis capitata* (Wiedemann). Además se trata de una especie especialmente sensible

al efecto de los plaguicidas (CROFT, 1990), por lo que podría ser un excelente bioindicador para el estudio de los efectos secundarios en enemigos naturales (VIÑUELA *et al.*, 2000).

*C. capitata* es una plaga muy polífaga, que provoca importantes pérdidas económicas en diversos frutales en nuestro país y a nivel mundial, tanto por las disminuciones de producción como por las medidas cuarentenarias que hay que aplicar en ciertos países (FIMIANI, 1989; SMITH *et al.* 1992).

El insecticida fipronil pertenece a una nueva familia química, los fenilpirazoles y actúa a nivel del sistema nervioso, bloqueando el paso de los iones cloro a través de los

canales clorados (TOMLIN, 1997). Con un espectro de actividad muy amplio se ha registrado recientemente en España recomendándose para el control de diversas plagas de escarabajos (LIÑÁN, 1999). Para el orden himenóptera se ha observado una elevada toxicidad en formícidos, pterómálicos, escoliónidos y esfecidos (BALANCA y VISSCHER, 1997; COSTA y RUST, 1999; ELZEN *et al.*, 1999). Piriproxifen es un análogo de la hormona juvenil y en España, se ha registrado para el control de plagas de cochinillas y de moscas blancas en algunos cultivos leñosos y hortícolas (LIÑÁN, 1999). Para algunas especies de dípteros con interés médico o veterinario ha afectado a la viabilidad de la descendencia de hembras tratadas (HARGROVE y LANGLEY, 1990; BULL y MEOLA, 1993). También en ninfas de último estadio del depredador *Podisus maculiventris* (Say) tratada con este producto, se han observado graves deformaciones en la muda (DE CLERCQ *et al.*, 1995).

En este trabajo se ha evaluado la toxicidad de estos insecticidas, fipronil y piriproxifen en las especies *C. capitata* y *O. concolor*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Insecticidas

Se utilizaron formulaciones comerciales de los dos insecticidas: Juvinal® 10% EC (KenoGard) para el caso de piriproxifen y Regente® 80% WG (Rhône Poulenc) para fipronil.

### Insectos

Los insectos empleados en los ensayos, procedían de crías de laboratorio mantenidas durante numerosas generaciones, en condiciones controladas de: temperatura 25°C ( $\pm 2$ ), humedad relativa 75% ( $\pm 5$ ) y fotoperiodo 16:8 h (L:O) según los métodos descritos por ADÁN *et al.* (1996) para *C. capitata* y JACAS y VIÑUELA (1994<sub>a</sub>) para *O. concolor*.

### Diseño de los tratamientos

En los ensayos se utilizaron 3 ó 4 repeticiones para cada dosis y el control y se repitieron al menos dos veces. Se usó agua como disolvente, y cuando fue necesario anestesiarse a los insectos, se hizo con CO<sub>2</sub> en el caso de piriproxifen, y con frío para fipronil, ya que con CO<sub>2</sub> podría aumentarse su efecto al actuar sobre el sistema nervioso (Viñuela, 1982).

### *Opius concolor*

#### Tratamiento de adultos por vía oral

Para el estudio de la toxicidad en el parasitoide se siguió el método de laboratorio normalizado por JACAS y VIÑUELA (1994<sub>a</sub>), según directrices de la OILB, pero en vez de exponer los insectos al residuo de los plaguicidas sobre cristal, se les suministraron en el agua de beber *ad libitum*. Cada repetición se formó con 15 hembras menores de 24 horas y se evaluaron los efectos en la longevidad del parasitoide y en su capacidad benéfica (medida como el porcentaje de huéspedes atacados y de parasitoides emergidos), a fin de clasificar los dos insecticidas según las categorías de la OILB (HASSAN, 1994). Los plaguicidas se aplicaron a la máxima concentración de campo recomendada en nuestro país, 500 y 750 g p.c./ha (50 y 75 g i.a./ha) para piriproxifen y 30g p.c./ha (24 g i.a./ha) para fipronil, considerando un gasto de agua de 1.000 l/ha.

### *Ceratitis capitata*

Al realizar los ensayos no encontramos en la bibliografía información sobre la actividad de piriproxifen y fipronil en *C. capitata*, por lo que las concentraciones elegidas abarcaron un rango muy amplio, para acotarlo después en el caso de observar que fuesen activos.

### Tratamiento de adultos por vía oral

Las soluciones con insectidas se ofrecieron en bebederos para un rango de concentraciones entre 0,01 y 1.000 mg i.a./l. Se registró la mortalidad diaria hasta el décimo día y a partir del cuarto, la puesta. La fertilidad se midió como el número de larvas eclosadas a partir de 50 huevos recolectados en los días 4 y 6 del periodo fértil. Se trabajó con 5 parejas de adultos de *C. capitata* recién emergidos por repetición. Para la obtención de la puesta se colocó algodón húmedo en ponederos laterales (BUDIA y VIÑUELA, 1996).

### Tratamiento del medio pupación

Como medio de pupación se empleó vermiculita tratada (10 a 10.000 mg i.a./l) que se dejó secar más de 12 horas a temperatura ambiente antes de introducir las larvas de tercer estadio de la mosca (10 larvas por repetición). Los parámetros estudiados fueron: la pupación, la emergencia, la mortalidad, la fecundidad y la fertilidad.

### Tratamiento ovicida

Huevos de *C. capitata* con 5 horas de edad (50 por repetición), se depositaron sobre una superficie (papel de filtro negro) tratada con 1 ml de agua o de solución insecticida según el método empleado por ADÁN *et al.* (1998). El rango de concentraciones fue de 1 a 1.000 mg i.a./l. Se realizó el recuento de las larvas eclosadas durante los cinco primeros días. En el caso de piriproxifen al observarse una moderada actividad ovicida, se estudiaron además los posibles efectos diferidos en el desarrollo posterior de las larvas neonatas.

### **Análisis estadístico**

Para determinar las diferencias estadísticamente significativas en los tratamientos, los datos se sometieron a análisis de varian-

za (ANOVA). Si  $P < 0,05$  se aplicó el Test LSD y el de Bonferroni si  $P > 0,05$ . Los datos se analizaron con el programa informático Statgraphics (STSC, 1987). Además cuando los datos se ajustaron a una regresión probit, se calcularon las concentraciones letales y los límites fiduciales para una probabilidad del 95%, usando el programa POLO-PC (1987).

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### *Ceratitis capitata*

#### Tratamiento del medio de pupación

Aplicaciones localizadas de insecticidas en el suelo, para eliminar a las larvas maduras y a las pupas jóvenes de la mosca, han dado buenos resultados como medida complementaria en programas de erradicación o de control de *C. capitata* (SAUL *et al.*, 1983; MITCHELL y SAUL, 1990).

En este tipo de ensayo, piriproxifen, (Cuadro 1) suprimió totalmente la formación de pupas desde 1.000 mg/l. Para 100 mg/l, aunque todas las larvas puparon, la emergencia de adultos se redujo significativamente. Los individuos que no alcanzaron la emergencia murieron como pupi-adultos o como adultos aparentemente formados, pero sin conseguir abandonar el pupario. Además la fertilidad de los adultos supervivientes se vio afectada. Estos resultados están de acuerdo con el modo de acción del producto, puesto que la hormona juvenil inhibe la metamorfosis y participa en la coordinación del proceso reproductor, pudiendo sus análogos afectar a muchos de sus pasos como el desarrollo de los ovarios, la oviposición y la embriogénesis (DUAN *et al.*, 1995; WYATT, 1997).

Fipronil (Cuadro 1) no afectó a la pupación en ningún caso, pero desde 100 mg/l la supervivencia de los adultos en los 10 primeros días, se redujo severamente. Este insecticida está recomendado en aplicaciones al suelo, pero los resultados obtenidos por nosotros en el laboratorio, al tratar el medio

Cuadro 1. - Tratamiento del medio de pupación de *C. capitata*

Concentraciones mg i.a./l	% Pupas formadas <sup>1</sup>		% Emergencia de adultos <sup>2</sup>		% Mortalidad, 10d <sup>3</sup>		Fecundidad, 7d <sup>4</sup>		% Fertilidad <sup>5</sup>	
	FIP.	PIR.	FIP**.	PIR*.	FIP*.	PIR*.	FIP**.	PIR**.	FIP**.	PIR**.
0	100	100 <sup>a</sup>	100±0,0 <sup>a</sup>	96,7±1,9 <sup>a</sup>	32,5±16,5 <sup>a</sup>	25,0±9,6 <sup>a</sup>	310,3±37,3 <sup>a</sup>	312,9±24,7 <sup>a</sup>	82,7±4,3 <sup>a</sup>	89,8±3,8 <sup>a</sup>
10	100	100 <sup>a</sup>	96,3±1,3 <sup>a</sup>	95±1,7 <sup>a</sup>	42,5±13,1 <sup>a</sup>	30,0±7,1 <sup>a</sup>	339,9±87,9 <sup>a</sup>	366,1±61,0 <sup>a</sup>	82,0±4,3 <sup>a</sup>	80,0±3,0 <sup>ab</sup>
100	100	100 <sup>a</sup>	95±2,04 <sup>a</sup>	63,3±7,9 <sup>b</sup>	85,0±11,9 <sup>b</sup>	46,8±15,6 <sup>a</sup>	179,8±78,8 <sup>a</sup>	366,3±109,8 <sup>a</sup>	79,5±5,5 <sup>a</sup>	69,0±7,6 <sup>b</sup>
1.000	100	0 <sup>b</sup>	97,5±2,5 <sup>a</sup>	-	100±0,0 <sup>b</sup>	-	-	-	-	-
10.000	100	0 <sup>b</sup>	97,5±2,5 <sup>a</sup>	-	100±0,0 <sup>b</sup>	-	-	-	-	-

FIP: fipronil; PIR: piriproxifen. Los valores son medias de 3-4 repeticiones ± error estándar. Los datos dentro de la misma columna con distinta letra difieren significativamente al 5%. \*ANOVA, LSD, \*\*BONFERRONI. <sup>1</sup> respecto a larvas tratadas. <sup>2</sup> respecto a larvas tratadas. <sup>3</sup> mortalidad de adultos emergidos durante los 10 primeros días de vida. <sup>4</sup> puesta acumulada en siete días. <sup>5</sup> eclosión media los días 4 y 6 de puesta.

de pupación, indican sólo un control parcial a concentraciones relativamente altas de *C. capitata*, y no suprimen su reproducción, por lo que no parece ofrecer un interés práctico para este tipo de tratamiento.

### Tratamiento ovicida

El tratamiento para suprimir la eclosión de los huevos de la mosca mediterránea de la fruta, que el insecto deposita en los frutos cuando cambian de color en grupos de 5-6, puede estar indicado en desinsectaciones posteriores a la recolección, y tiene especial interés al tratarse de una plaga cuarentenaria (HEATHER, 1989; SMITH *et al.* 1992; ADÁN *et al.*, 1996).

Los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio (Cuadro 2), muestran una ligera acción ovicida en el caso de piriproxifen a la concentración más alta y una reducción de la supervivencia en el desarrollo. Fipronil no tuvo actividad ovicida, ya que la eclosión de las larvas fue similar a la del control. Piriproxifen tampoco tuvo efecto ovicida en la mosca del ganado *Haemotobia irritans* (L.) (BULL y MEOLA, 1993). Estos datos contrastan notablemente con los obtenidos con el insecticida de origen vegetal Align® (cuyo ingrediente activo es la azadiractina), ya que en un ensayo de iguales características, y empleando también el agua como disolvente, se suprimió la eclosión a bajas concentraciones (CL<sub>90</sub> = 4,2 mg/l) (ADÁN *et al.*, 1998).

Cuadro 2. - Tratamiento ovicida en *C. capitata*

DOSIS mg i.a./ l	FIPRONIL		PIRIPROXIFEN	
	% Eclosión	% Eclosión	% Pupas Formadas	% Emergencia de Adultos
0	84 ± 8, 9 <sup>ab</sup>	92 ± 2,0 <sup>a</sup>	76,7 ± 16,7 <sup>ab</sup>	76,7 ± 16,7 <sup>ab</sup>
10	64 ± 4,2 <sup>c</sup>	92 ± 1,2 <sup>a</sup>	73,3 ± 11,5 <sup>ab</sup>	73,3 ± 11,5 <sup>ab</sup>
100	71 ± 2,4 <sup>bc</sup>	92 ± 1,2 <sup>a</sup>	93,0 ± 4,0 <sup>a</sup>	93,0 ± 4,0 <sup>a</sup>
1.000	86 ± 5,7 <sup>ab</sup>	70 ± 5,0 <sup>b</sup>	50,0 ± 4,0 <sup>b</sup>	50,0 ± 4,0 <sup>b</sup>

Los valores son medias de 3 repeticiones ± error estándar. Los datos dentro de la misma columna con distinta letra difieren significativamente al 5%. ANOVA, LSD.

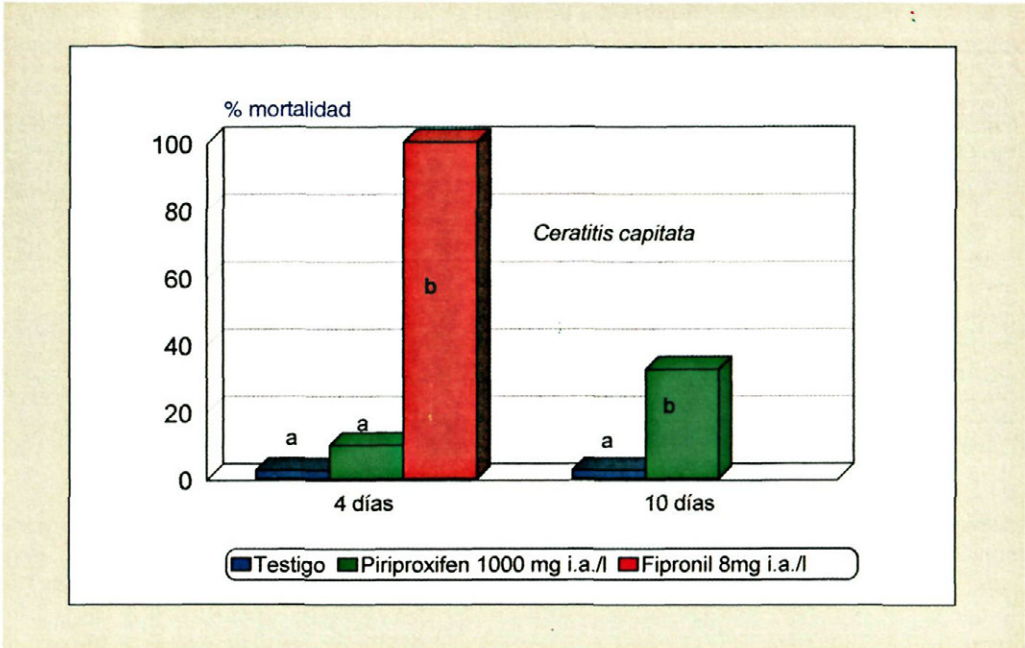


Fig. 1. - Tratamiento por vía oral del adultos de *C. Capitata*. Efectos en la longevidad.

### Tratamiento de adultos

La Figura 1 representa la mortalidad obtenida al tratar adultos de *C. capitata* por vía oral. Fipronil fue mucho más activo en este caso que en los tratamientos ovicida y del medio de pupación, y al cuarto día de iniciarse el tratamiento, suprimió el 100% de las moscas tratadas a una concentración de 8 mg/l ( $CL_{50}$  0,36 mg/l (0,15-0,65) y  $CL_{90}$  = 2,68 mg/l (1,40-8,25);  $\chi^2$  = 4,68; 2 g.l.). El tratamiento dirigido al control de los adultos es hoy en día la actuación más relevante en el control de *C. capitata*, por lo que la elevada actividad de este nuevo neurotóxico, mayor en ensayos de laboratorio, que la de los organofosforados que se utilizan actualmente como malatión y fentión (ADÁN *et al.*, 1996), le puede convertir en una alternativa más en la lucha contra la mosca. No obstante la toxicidad en mamíferos de fipronil ( $DL_{50}$  aguda en ratas = 97 mg i.a./kg), más alta que la de algunos de los

productos utilizados actualmente, debe tenerse en cuenta.

Piriproxifen (Figura 1), a la concentración mayor empleada (1.000 mg/l), sólo redujo ligeramente la supervivencia de los adultos, siendo éste un resultado previsible, ya que raramente los Reguladores de Crecimiento de los Insectos (RCIs) tienen una toxicidad directa en el estado adulto de los insectos.

Sobre la reproducción de la mosca (Figura 2), fipronil redujo significativamente la fecundidad al tratar con una concentración subletal de 0,1 mg/l (siendo la puesta media acumulada en siete días por hembra, de  $211 \pm 14,9$  huevos para el testigo, y de  $76,1 \pm 22,6$  para los tratados).

Piriproxifen, produjo un descenso significativo en la fertilidad de las hembras en la concentración más alta, 1.000 mg/l (Figura 3), al igual que ocurrió en el tratamiento del medio de pupación. Estos resultados coinciden con los de CASAÑA *et al.* (1999), ya que al ofrecer dieta tratada con piriproxifen

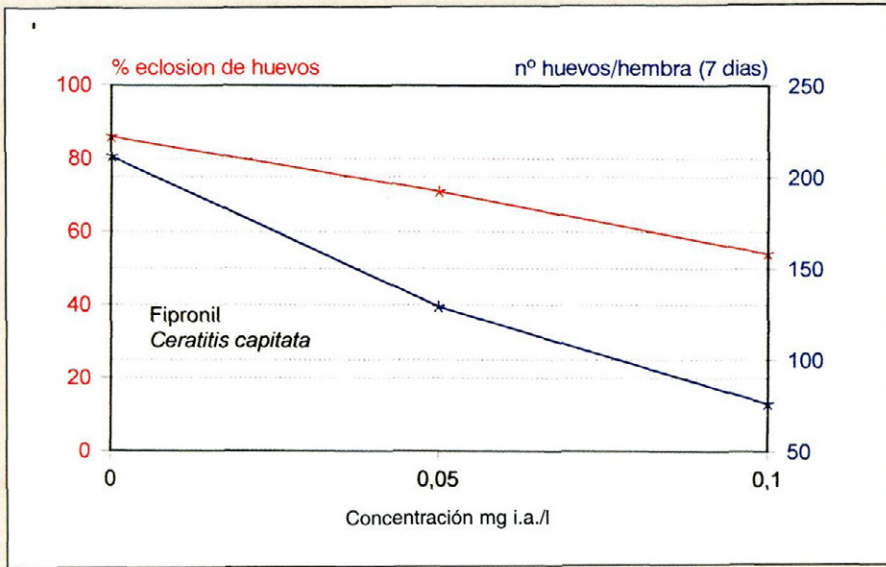


Fig. 2. - Efectos en la reproducción cuando adultos de *C. capitata* son tratados por vía oral con fipronil.

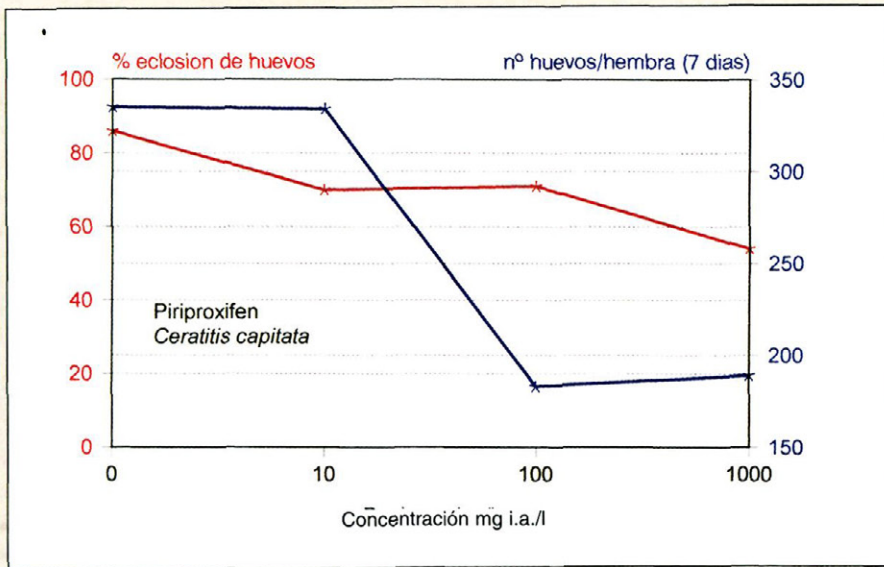


Fig. 3. - Efectos en la reproducción cuando adultos de *C. Capitata* son tratados por vía oral con piriproxifen.

Cuadro 3. - Tratamiento por vía oral de *Opius concolor* con piriproxifen y fipronil

Productos	LONGEVIDAD		CAPACIDAD BENÉFICA			
	% Reducción <sup>1</sup>	Categorías OILB <sup>2</sup>	% HA <sup>3</sup>	Categorías OILB <sup>2</sup>	% D <sup>4</sup>	Categorías OILB <sup>2</sup>
<b>PIRIPROXIFEN</b> 50 g.i.a./ha	46,6	(2)	0	(1)	0	(1)
<b>PIRIPROXIFEN</b> 75 g.i.a./ha	53,8	(2)	0	(1)	0	(1)
<b>FIPRONIL</b> 24 g.i.a./ha	90,7	(3)	-	-	-	-

Los valores en porcentajes son medias corregidas respecto del valor medio del control.<sup>1</sup> Reducción de la longevidad de los individuos tratados. <sup>2</sup> 1 = inocuo; 2 = ligeramente tóxico; 3 = moderadamente tóxico; 4 = tóxico. <sup>3</sup> HA: Reducción en el porcentaje de huéspedes atacados por los individuos tratados. <sup>4</sup> D: Reducción en el porcentaje de adultos de *Opius* emergidos de los huéspedes atacados, por los individuos tratados.

(5.000 ppm) a hembras vírgenes de este mismo insecto, durante 3 días, no se redujo la puesta, pero sí la eclosión.

Este mismo producto, administrado tópicamente o de forma residual, en adultos de otras moscas como *Glossina morsitans morsitans* (Westwood) y *Haemotobia irritans* (L.) no tuvo efectos inmediatos en la fecundidad o en la fertilidad, y las larvas de la descendencia se desarrollaron con normalidad, pero la pupación se vio afectada, de tal forma que se suprimió por completo la emergencia de adultos (HARGROVE y LANGLEY, 1990; BULL y MEOLA, 1993). Para este tipo de plagas con interés médico o veterinario, donde las hembras adultas son los vectores de patógenos, estos resultados, obtenidos en laboratorio y en campo, constituyen un éxito en su control, pero en el caso de *C. capitata* y de otros tefritidos, en los que los daños más graves los producen las larvas en los frutos, los insecticidas deberían suprimir o reducir severamente la fecundidad o la fertilidad, para obtener un buen control en el campo.

#### *Opius concolor*

Fipronil afectó severamente a la longevidad de *O. concolor* (Cuadro 3), produciendo

una reducción respecto del testigo del 90% en la supervivencia del parasitoide. Según las categorías de la OILB (HASSAN, 1994), este neurotóxico que presenta un nuevo modo de acción, es moderadamente tóxico (categoría 3) para el estado susceptible del parasitoide en laboratorio, pero los resultados se encuentran muy cerca del valor de la categoría de mayor toxicidad, la 4 (mortalidad > 99%). Algunos productos neurotóxicos tradicionales de los grupos organofosforados y carbamatos (malation, dimetoato, metil clorpirifos, carbaril, etc) ensayados con igual metodología, pero por tratamiento residual, resultaron tóxicos (categoría 4) en laboratorio (JACAS y VIÑUELA, 1994<sub>b</sub>) y en semicampo (GONZÁLEZ, 1998) en este parasitoide.

Otros trabajos que han estudiado la toxicidad de fipronil, coinciden en su elevada actividad sobre especies de himenópteros, como la hormiga *Linepithema humile* (COSTA y RUST, 1999), o el pteromáldo y ectoparasitoide *Catolaccus grandis* (ELZEN *et al.*, 1999). En observaciones en campo también se ha detectado una acción residual sobre diversas especies de Scelionidae y Sphecidae (BALANCA y VISSCHER, 1997). Sin embargo debe tenerse en cuenta que las condiciones

de laboratorio favorecen la exposición del insecto al producto por lo que es necesario realizar ensayos de semicampo y/o campo antes de establecer la compatibilidad de este insecticida con *O. concolor*.

Piriproxifen (Cuadro 3) afectó a la longevidad del parasitoide con una reducción del 53,8% para la concentración más alta, (categoría 2, ligeramente tóxico), pero no tuvo efecto sobre la capacidad benéfica (categoría 1). Por lo tanto, y aunque el factor de longevidad debe estudiarse en la fase de semicampo, al igual que otras vías de contaminación en laboratorio, los resultados son prometedores y piriproxifen podría ser un producto compatible con el empleo de *O. concolor*. Otro RCI que afecta también al equilibrio hormonal del insecto, Align® (azadiractina),

en las mismas condiciones de nuestro ensayo, afectó también a la longevidad de *O. concolor*, y a su capacidad benéfica en condiciones de laboratorio, y fue inocuo en las de semicampo (GONZÁLEZ y VIÑUELA, 1997; GONZÁLEZ, 1998).

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido subvencionado por los Proyectos 06M/022/96 de la Comunidad de Madrid y AGF98-0715 y AGF99-1135 del Ministerio de Educación y Cultura a E. Viñuela. El Hadj Abdallahi Ould Abdallahi agradece al Instituto Español de Cooperación con el Mundo Árabe (Ministerio de Asuntos Exteriores) la beca predoctoral recibida.

## ABSTRACT

E. O. ABDALLAHI, A. ADÁN and E. VIÑUELA, 2000: Toxicity of Pyriproxyfen and Fipronil on *Opius concolor* Szépligeti (Hymenoptera: Braconidae) and *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae).

Laboratory studies were conducted to determine the effect of two new pesticides fipronil and pyriproxyfen on the fruit fly *Ceratitis capitata* and the endoparasitoid *Opius concolor*. Only pyriproxyfen exhibit ovicidal activity against *C. capitata* at the highest concentration tested (1,000 mg Al litre<sup>-1</sup>). For this concentration both the larval development and the percentage of adult emergence were affected. The treatment of the medium of pupation with pyriproxyfen affected the larval development whereas adult survival was reduced with fipronil. The same product was very toxic on adults of the fruit fly, via ingestion, (LC<sub>50</sub> = 0.36 mg /l) and reduced fecundity (since 0.1 mg litre<sup>-1</sup>), while pyriproxyfen didn't affect fecundity but decreased fertility. As for the effects on *O. Concolor*, when both insecticides were offered to adults in the drinking water, pyriproxyfen slightly reduced longevity (53.8%), and did not modify the beneficial capacity. Fipronil was moderately harmful concerning longevity (reduction 90%).

**Key words:** *Ceratitis capitata*, *Opius concolor*, Pyriproxyfen, Fipronil, toxicity, side-effects.



## REFERENCIAS

- ADÁN, A.; DEL ESTAL, P.; BUDIA, F.; GONZÁLEZ, M., y VIÑUELA, E., 1996: Laboratory evaluation of a novel naturally derived compound spinosad against *Ceratitis capitata*. *Pestic. Sci.*, **48**, 261-268.
- ADÁN, A.; SORIA, J.; DEL ESTAL, P.; SÁNCHEZ-BRUNETE, C., y VIÑUELA, E., 1998: Acción diferencial de dos formulaciones de azadiractina sobre los estados de desarrollo de *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae). *Bol. San. Veg. Plagas*, **24**, 1009-1018.
- BALANÇA, G. M., y DE VISSCHER, N., 1997: Impacts on nontarget insects of new insecticide compounds used against the desert locust (*Schistocerca gregaria* (Forsk.). *Arch. Environ. Toxicol.* **32**, 58-62.
- BUDIA, F., y VIÑUELA, E., 1996: Effects of cyromazine fed continuously to adults *Ceratitis capitata* Wied. on mortality and reproduction. *J. Econ. Entomol.*, **89** (4), 826-831.
- BULL, D. L., y MEOLA, W. R., 1993: Effects and fate of the insect growth regulator pyriproxifen after application to the horn fly (Diptera: Muscidae). *J. Econ. Entomol.* **86** (6), 1754-1760.
- CASAÑA, V.; GANDIA, A.; MENGOD, C.; PRIMO, J., y PRIMO, E., 1999: Insect growth Regulators as Chemosterilants for *Ceratitis capitata* Wied. (Diptera: Tephritidae). *J. Econ. Entomol.* **92** (2), 303-308.
- COSTA, H. S., y RUST, M. K., 1999: Mortality and foraging rates of Argentine ant colonies exposed to potted plants treated with fipronil. *J. Agr. Urban Entomol.* **16** (1) 37-48.
- CROFT, B. A., 1990: *Arthropod Biological Control Agents and Pesticides*. John Wiley & Sons. New York, 723 p.
- DE CLERCQ, P.; COCK, A.; TIRRY, L.; VIÑUELA, E. & DEGHEELE, D., 1995: Toxicity of diflubenzuron and pyriproxifen to the predatory bug *Podisus maculiventris*. *Entomol. Exp. et Appl.* **74**: 17-22.
- DUAN, J.; PROKOPY, R. J.; YIN, C.; BERGWELER, C., y OOUCHI, H., 1995: Effects of pyriproxifen on ovarian development and fecundity of *Rhagoletis pomonella* flies. *Entomol. Exp. Appl.* **77**, 17-21.
- ELZEN, G. W.; MALDONADO, S. N. & ROJAS, M. G., 1999: Lethal and sub-lethal effects of selected insecticides and an IGR on the boll weevil ectoparasitoid *Catalaccus grandis*. En *Proceedings Beltwide Cotton conferences*, USA, volume 2. DUGGER, P. & RICHTER, D. (ed).
- GONZÁLEZ, M., 1998: Uso conjunto de plaguicidas y enemigos naturales en el olivar. Optimización del manejo de *Opus concolor* Szépligeti, parasitoide de la mosca del olivo, *Bactrocera oleae* (Gmelin). Tesis doctoral. E.T.S.I. Agrónomos. U. P. Madrid.
- GÓNZALEZ, M., y VIÑUELA, E., 1997: Effects of two modern pesticides: Azadirachtin and tebufenozide in the parasitoid *Opus concolor* Szépligeti. *IOBC/WPRS Bulletin* **20**(8) 223-240.
- FIMIANI, P., 1989: Mediterranean Region, en *World Crop Pests. Fruit flies*. Robinson, A.S. (ed). Elsevier. Vol. 3 A. 37-47.
- HARGROVE, J. W., y LANGLEY, P. A., 1990: Sterilizing tsetse (Diptera : Glossinidae ) in the field: a successful trial. *Bulletin of Entomological Research* **80**, 397-403.
- HASSAN, S. A., 1994: Activities of the IOBC/WPRS working group "Pesticides and beneficial organisms" *Bull. OILB SROP/IOBC* **17**(10): 1-5.
- HEATHER, N. W., 1989: Insecticidal dipping, en *World Crop Pests. Fruit flies*. Robinson A.S. & Hooper G. (ed). Elsevier, Amsterdam. 435-40.
- JACAS, J., y VIÑUELA, E., 1994a: Analysis of a laboratory method to test the effects of pesticides on adult females of *Opus concolor*, a parasitoid of the olive fruit fly. *Biocontrol Sci. & Technol.*, **4**: 147-154.
- JACAS, J., y VIÑUELA, E., 1994b: Side-effects of pesticides on *Opus concolor* Szépligeti. (Hymenoptera: Braconidae), a parasitoid of olive fly *OILB SROP/IOBC*. *Bull.* **17** (10), 143-146.
- LIÑÁN, C., 1999: Vademeccum de productos fitosanitarios y nutricionales 2000. *Agrotecnicas S.L.* 639 p.
- MINKS, A. K.; BLOOMMERS, L. H. M.; RAMAKERS, P. M. J., y THEUNISSEN, J., 1998: Fifty years of biological and integrated control in western of Europe: accomplishments and future prospects. *Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent*, **63/2a**: 165-181.
- MITCHELL, W. C. y SAUL S. H., 1990: Current control methods for the Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* and their application in USA. *Rev. Agric. Entomo.*, **78**: 923-40.
- POLO-PC., 1987: *User's guide to probit of logit analysis*. LeOra Software In. Berkeley, CA.
- SAUL, S. H.; TSUDA, D., y WONG, T. T. Y., 1983: Laboratory and field trials of soil applications of methoprene and other insecticides for control of the Mediterranean fruit fly. *J. Econ. Entomol.*, **76** : 174-7.
- SMITH, I. M.; McNAMARA, D. G.; SCOTT, P. R.; HARRIS, K. M., 1992: Quarantine Pests for Europe. CAB International in association with EPP0. 1032 p.
- STSC, 1987: *Statgraphics user's guide*. Graphic Software System STSC Rockville, MD. USA.
- TOMLIN, C. D. S. (ed), 1997: *Pesticide Manual*. British Crop Protection Council. 1606p.
- VIÑUELA, E., 1982: Influence of cold and carbon dioxide anaesthesia on the susceptibility of adults of *Ceratitis capitata* Wied. to malathion. *Entomol. Exp. Appl.* **32**, 296-298.
- VIÑUELA, E.; ADÁN, A.; SMAGGHE, G.; GONZÁLEZ, M.; MEDINA, P.; BUDIA, F.; VOGT, H. y DEL ESTAL P., 2000: Laboratory effects on ingestion of azadirachtin by two pests (*Ceratitis capitata* and *Spodoptera exigua*) and three natural enemies (*Chrysoperla carnea*, *Opus concolor* and *Podisus maculiventris*). *Biocontrol Science and Technology* **10** (2) 165-177.
- WYATT, G. R., 1997: Juvenil hormone in insect reproduction- a paradox? *Eur. J. Entomol.* **94**: 323-333.

(Recepción: 21 febrero 2000)

(Aceptación: 25 octubre 2000)