

## Efectos letales de insecticidas sobre *Aphidius ervi* Haliday (Hymenoptera: Aphidiidae), parasitoide de *Acyrtosiphon pisum* (Harris) (Homoptera: Aphididae)

F. ZUAZÚA, J. E. ARAYA, M. A. GUERRERO

Se evaluaron en laboratorio los efectos de dimetoato, pirimicarb, imidacloprid, thiacloprid, spinosad y azadiractina en la emergencia y supervivencia de *Aphidius ervi* Haliday, un importante parasitoide de áfidos. Los insecticidas se aplicaron en dosis comerciales sobre parasitoides adultos y momias de *Acyrtosiphon pisum* (Harris) conteniendo parasitoides inmaduros.

Ningún tratamiento insecticida afectó la emergencia total de parasitoides. Sin embargo, azadiractina causó una menor proporción de adultos emergidos vivos. Los resultados permitieron distinguir tres grupos de insecticidas. El más selectivo incluyó a thiacloprid, azadiractina, imidacloprid y pirimicarb; spinosad tuvo selectividad intermedia, mientras que dimetoato afectó severamente la supervivencia de los parasitoides. Azadiractina fue el único compuesto que presentó cierta penetración y efecto en los parasitoides en formación dentro de los áfidos momificados.

F. ZUAZÚA, J. E. ARAYA, M. A. GUERRERO: Departamento de Sanidad Vegetal, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, Casilla 1004, Santiago, Chile.

**Palabras clave:** *Acyrtosiphon pisum*, *Aphidius ervi*, azadiractina, dimetoato, imidacloprid, pirimicarb, spinosad, thiacloprid.

### INTRODUCCIÓN

El áfido *Acyrtosiphon pisum* (Harris), es una plaga importante en diversas leguminosas (GONZÁLEZ, 1989; PRADO, 1991). El daño causado por el desarrollo de sus poblaciones hace a menudo necesario su control con insecticidas (PRADO, 1991).

Si bien numerosos insecticidas controlan las poblaciones de insectos plaga, muchos afectan sus enemigos naturales, causando el resurgimiento de las plagas sujetas a control (BARTLETT, 1958; STERN y VAN DEN BOSCH 1959; KAIN *et al.*, 1976; CROFT, 1989) y la

aparición de plagas secundarias u ocasionales (METCALF, 1986; CROFT, 1989). La aplicación de plaguicidas en la agricultura entraña un riesgo inherente a la toxicidad del producto aplicado (BARBERÁ, 1989). Las alteraciones en ecosistemas agrícolas han aumentado el daño a los cultivos, la necesidad de aplicar plaguicidas, la evolución de la resistencia a estos productos, y la contaminación general del ambiente (METCALF, 1986). Así, después de años de confianza excesiva en estos productos, los enemigos naturales son ahora reconocidos como agentes esenciales en el control de plagas a largo plazo (BAN-

KEN y STARK, 1998). Los himenópteros parasitoides y depredadores son importantes agentes de control natural de áfidos, y han sido incorporados en programas de control biológico de estos insectos en diversos cultivos (PUNGERL, 1984). La vía de entrada de un insecticida a un parasitoide inmaduro puede ocurrir de dos maneras: el insecticida es consumido por el parasitoide mientras se alimenta de su huésped, y el compuesto tóxico ingresa por difusión desde los tejidos y fluidos del huésped directamente hacia la cutícula y tráqueas del parasitoide (STARK *et al.*, 1992). El parasitoide adulto puede entrar en contacto con el insecticida al alimentarse de polen o néctar de flores, o al limpiar su cuerpo con sus patas, contaminándolo con los residuos en sus tarsos (GRATWICK, 1957). Aunque los insecticidas convencionales son a menudo más tóxicos a los depredadores y parasitoides que a los insectos plaga (STARK *et al.*, 1992), el control biológico y el químico no son necesariamente métodos alternativos y en muchos casos pueden ser complementarios. La aparente incompatibilidad entre ambos métodos revela nuestra falla en reconocer que el control de poblaciones de artrópodos es un problema ecológico complejo (STERN Y VAN DEN BOSCH, 1959).

Aunque el biológico parece ser el control más deseable, algunas plagas con una muy alta tasa de reproducción y movilidad, son muy difíciles de controlar sólo biológicamente y requieren el uso de insecticidas selectivos que actúen junto con el control natural (STARK y RANGUS, 1994).

Al aplicar insecticidas, la relación entre la cantidad del tóxico y la unidad de peso vivo es mayor para organismos pequeños y, a menudo los parasitoides son de menor tamaño que sus huéspedes (CROFT, 1989). Con pocas excepciones, los adultos de himenópteros parasitoides son al menos tan susceptibles al contacto con insecticidas como sus respectivos huéspedes. Por lo tanto, muchos parasitoides adultos son destruidos en el curso de programas de control con insecticidas no selectivos (BARTLETT, 1958). Sin embargo, los áfidos momificados prove-

en una protección a los endoparasitoides inmaduros contra la acción de muchos insecticidas (BORGEMEISTER *et al.*, 1993).

La supervivencia de los parasitoides emergidos y la consecuente preservación de las reservas de parasitoides depende principalmente de la persistencia de los residuos tóxicos de los insecticidas. Así, el desarrollo de un parasitoide polivoltino desde prepupa a adulto es considerado, en general, como el máximo período de residuo tóxico compatible con la preservación de los parasitoides (BARTLETT, 1958).

El parasitoide más importante de *A. pisum* es el himenóptero Aphidiidae *Aphidius ervi* Haliday. Todos los miembros de esta familia son endoparasitoides de áfidos, lo que les confiere una gran importancia económica, pues contribuyen a que las poblaciones de pulgones se mantengan en niveles de incidencia reducida (PRADO, 1991). La asociación *A. ervi* - *A. pisum* es de carácter natural; el parasitoide ataca al huésped insertando un sólo huevo en el abdomen del áfido (STARY, 1988).

Como hospederos de *A. ervi*, PRADO (1991) menciona a *Acyrtosiphon pisum*, *A. kondoi* Shinji, *Sitobion avenae* (F.), *Diuraphis noxia* (Mordwilko), *Metopolophium dirhodum* (Walker), *Myzus persicae* (Sulzer), *Rhopalosiphum maidis* (Fitch), *R. padi* (L.) y *Schizaphis graminum* (Rondani). También se le ha descrito parasitando a *Micropolophium carnosum* (Buckton) (CAMERON *et al.*, 1984) y *Sitobion fragariae* (Walter) (CHRISTIANSEN-WENIGER y HARDIE, 1997).

El objetivo de este trabajo fue evaluar los efectos letales de los insecticidas dime-toato, pirimicarb, imidacloprid, thiacloprid, spinosad y azadiractina sobre *A. ervi* parasitando a *A. pisum*. Aunque spinosad se recomienda sobre otras plagas, su efecto aficida suave justificaría su uso en programas de manejo integrado de plagas que preserven la acción de los parasitoides. La continuidad de éstos en los ecosistemas agrícolas depende de la presencia de áfidos supervivientes a tratamientos insecticidas contra cualquier plaga.

## MATERIALES Y METODOS

Esta investigación se efectuó en el Laboratorio de Toxicología del Departamento de Sanidad Vegetal de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, en La Pintana, Santiago, Chile.

La parte experimental de este trabajo tuvo dos etapas:

1. *Crianza.* Se establecieron paralelamente dos crianzas separadas a partir de abril de 1999, utilizando la metodología descrita por ZUAZÚA *et al.* (2000). Estas crianzas permitieron contar con un aprovisionamiento permanente y seguro de áfidos y parasitoides vivos para los ensayos.

2. *Aplicación de insecticidas en el laboratorio.* Pirimicarb (Pirimor®) se aplicó a 8,75 g ia/hL; imidacloprid (Confidor 350 SC®) y su análogo thiacloprid (Alanto 480 SC®) a 8,75 mL ia/hL; dimetoato (Dimetoato 40 EC®) a 30 mL ia/hL y spinosad (Success 48®) a 6 mL ia/hL. Estas concentraciones corresponden a la media del rango recomendado comercialmente para cada producto, asumiendo un mojamiento de 10 hL/ha. La azadiractina (Bioneem®) se aplicó en una concentración que se considera adecuada para el control de *A. pisum* (2 mL ia/hL, equivalente a 20 mg de azadirachtina/L; STARK y RANGUS, 1994).

Los tratamientos sobre *A. ervi* adultos se efectuaron mediante una torre Potter, asperjando 0,5 mL de mezcla insecticida a las concentraciones indicadas para cada producto, sobre placas Petri. Una vez secas las superficies tratadas a temperatura ambiente, se pusieron 20 parasitoides recién emergidos (de hasta 24 h de emergidos) en cada placa Petri durante 1 h a temperatura ambiente. Para asegurar que en la placa no hubiera alguna superficie sin tratar, también se asperjaron 0,5 mL de la solución insecticida respectiva en la parte interna de su tapa. El cálculo de cantidad de insecticida y mezcla se hizo por superficie.

Se usaron placas Petri con agua para el control, con cuatro repeticiones de 20 individuos. Las tapas de las placas tenían un agujero cubierto por tul, de modo de evitar un efecto de cámara letal. Después de 1 h se contaron los individuos muertos, sexándolos por el número de artejos de las antenas (BOTTO y HERNÁNDEZ, 1989). Los supervivientes al contacto con cada tratamiento insecticida se contaron y llevaron a frascos separados con alimento (motas de algodón saturadas en una solución de agua con miel) a 20°C, retirando y sexando a diario los individuos muertos. Este experimento permitió medir la supervivencia de las avispidas adultas después de 1 h de exposición al contacto con el insecticida sobre una superficie tratada, y determinar eventuales diferencias entre machos y hembras.

Para la aplicación de los productos sobre áfidos momificados se usó el método de inmersión, el cual ha sido descrito para evaluar la toxicidad de insecticidas sobre momias en varias especies de parasitoides (HAYASHI, 1996; TZENG y KAO, 1995); las momias colectadas desde las jaulas de parasitación se pegaron con clara de huevo sobre portaobjetos, los que se trataron por inmersión en la solución insecticida correspondiente, con una leve agitación durante cinco segundos.

Para este experimento sobre momias conteniendo parasitoides, el material a tratar se obtuvo de las jaulas de crianza cerradas y sin contaminación por hiperparásitos u otros insectos. Las aplicaciones se hicieron 11 días después de haber estado los adultos en las jaulas, cuando los áfidos parasitados presentaron signos claros de momificación (aspecto globoso, color dorado, sequedad e inmovilidad), utilizando 20 momias seleccionadas al azar. Luego del tratamiento por inmersión, los portaobjetos se dejaron secar a temperatura ambiente; las momias tratadas se mantuvieron en frascos tapados con tela de visillo a 20°C. El control se sumergió en agua sin insecticida, con cuatro repeticiones de 20 momias por tratamiento. Los adultos emergidos se contaron y llevaron a frascos con alimento, utilizando frascos diferentes

para cada día. Los parasitoides se observaron a diario para verificar la emergencia de adultos desde las momias y sexar los individuos muertos. Con este experimento se midió el efecto de los tratamientos en la emergencia de *A. ervi* desde las momias tratadas y en la supervivencia de los individuos emergidos.

Las momias de las cuales no hubo emergencia se disectaron 25 días después de la aplicación de los insecticidas, para examinar si contenían parasitoides adultos que no alcanzaron a emerger por toxicidad al insecticida aplicado (LANKIN *et al.*, 1997). Sin embargo, una vez transcurrido este período jamás se observaron individuos vivos no emergidos, y sólo se anotó el número de parasitoides adultos o estadios inmaduros en las momias disectadas.

En esta investigación se utilizó un diseño estadístico completamente al azar. Los resultados de emergencia, supervivencia y número de individuos se sometieron a ANDEVA, previa normalización mediante transformación de Bliss [Arcosen (%/100)<sup>1/2</sup>]. Las eventuales diferencias significativas entre tratamientos se separaron mediante pruebas de rango múltiple de DUNCAN (1955).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Tratamientos sobre adultos

*Supervivencia de adultos de Aphidius ervi a la exposición con insecticidas sobre una superficie tratada.* En el Cuadro 1 se presentan los resultados obtenidos al medir el efecto por exposición directa durante 1 h a los residuos secos en una placa Petri de los diversos insecticidas sobre adultos de *A. ervi*, y luego de 24 h de efectuado dicho tratamiento.

Luego de la exposición por 1 h, sólo imidacloprid presentó diferencias significativas con el control. Por otra parte, su análogo el thiacloprid no difirió en forma significativa del control, pero éste tampoco se diferenció de imidacloprid. El único producto que obtuvo diferencias muy significativas con el control luego de 24 h fue dimetoato, que causó la muerte de todos los parasitoides. En el trabajo de LANKIN *et al.* (1997), metamidofos (otro insecticida fosforado) afectó también severamente la supervivencia de parasitoides adultos [*Diaeretiella rapae* (McIntosh)] expuestos a residuos.

Cuadro 1. Porcentajes (media  $\pm$  error estándar) de adultos de *A. ervi* supervivientes a la exposición a residuos de varios insecticidas por 1 h y luego de 24 h de realizado dicho tratamiento.

Tratamientos	Porcentajes de supervivientes a	
	1 h de exposición <sup>1</sup>	24 h después de la exposición <sup>2</sup>
Dimetoato	100,00 $\pm$ 0,00 a	0,00 $\pm$ 0,00 C
Pirimicarb	100,00 $\pm$ 0,00 a	98,86 $\pm$ 1,13 A
Imidacloprid	91,02 $\pm$ 4,15 b	86,05 $\pm$ 5,40 AB
Thiacloprid	95,89 $\pm$ 2,83 ab	95,03 $\pm$ 2,52 AB
Spinosad	100,00 $\pm$ 0,00 a	81,36 $\pm$ 4,96 B
Azadiractina	98,91 $\pm$ 1,08 a	97,82 $\pm$ 2,17 A
Control	100,00 $\pm$ 0,00 a	95,61 $\pm$ 1,86 AB

<sup>1</sup> Medias con la misma letra minúscula indican ausencia de diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ), según pruebas de rango múltiple de DUNCAN (1955).

<sup>2</sup> Medias con la misma letra mayúscula indican ausencia de diferencias muy significativas ( $P \leq 0,01$ ), según pruebas de rango múltiple de DUNCAN (1955).

**Tratamientos a momias**

*Emergencia de parasitoides desde momias tratadas con insecticidas.* La emergencia de parasitoides adultos desde las momias se inició 4 a 5 días después de las aplicaciones, prolongándose por 2 a 4 d. La emergencia de adultos tuvo su máximo al segundo día, luego del cual disminuyó paulatinamente hasta cesar. Los promedios de adultos por tratamiento, porcentajes totales de emergencia y porcentajes de emergidos vivos se presentan en el Cuadro 2.

Ninguno de los insecticidas afectó la emergencia normal de parasitoides adultos desde las momias tratadas. Estos resultados coinciden con los de JANSEN (1996) al tratar momias de áfidos parasitados por *Aphidius rhopalosiphi* (DeStefani-Perez) con pirimicarb, y con los de LANKIN *et al.* (1997) sobre momias [de *Brevicoryne brassicae* (L.)] parasitadas por *D. rapae* tratadas con fenvalerato y metamidofos.

Al asperjar azadiractina sobre momias de áfidos parasitados por braconidos [*D. rapae* y *Aphidius cerasicola* (Stary)], SCHAUER (1985) no afectó la emergencia normal de los parasitoides. Sin embargo, nuestros resultados cuestionan ese resultado debido a la diferencia significativa que este producto causó en la proporción de adultos emergidos vivos, en comparación con el control.

Dimetoato fue, claramente, el tratamiento que causó la mayor disminución de individuos emergidos vivos. Esto, junto con el hecho que este producto no afectó la emergencia total de parasitoides, indica la intoxicación intensa que sufrieron las avispietas durante el proceso de emergencia al romper con su aparato bucal los tegumentos de las momias tratadas, al igual que en el estudio de LANKIN *et al.* (1997).

*Supervivencia de adultos de Aphidius ervi durante las primeras 24 h después de la emergencia desde momias tratadas con diversos insecticidas.* Los resultados de supervivencia de los adultos emergidos durante el primer día después de la emergencia desde momias tratadas, a la exposición al contacto con residuos de varios insecticidas, se presentan en el Cuadro 3.

El único tratamiento que tuvo una muy significativamente menor supervivencia debido al contacto de los parasitoides con los residuos de insecticidas presentes en las momias tratadas respecto del control fue dimetoato (Cuadro 4). Estos resultados son similares a los de varios investigadores sobre la toxicidad de este compuesto. Por ejemplo, PATEL *et al.* (1996) clasificaron a este insecticida como muy tóxico para el parasitoide *D. rapae*. Asimismo, dimetoato fue muy tóxico para todos los estados de desarrollo

Cuadro 2. Promedios de adultos de *A. ervi* emergidos desde momias de *A. pisum* tratadas con varios insecticidas

Tratamientos	Medias de		Medias (%) ± Error estándar <sup>1</sup>	
	Machos	Hembras	Emergencia total	Emergidos vivos
Dimetoato	15,00	5,50	90,21 ± 2,08 a	43,61 ± 4,22 c
Pirimicarb	15,50	5,75	93,47 ± 2,80 a	93,47 ± 2,80 a
Imidacloprid	16,50	5,25	94,56 ± 4,11 a	94,56 ± 4,11 a
Thiacloprid	13,75	7,75	95,54 ± 1,77 a	95,54 ± 1,77 a
Spinosad	15,00	6,25	93,32 ± 3,85 a	90,21 ± 6,24 a
Azadiractina	13,75	3,50	76,82 ± 4,68 a	75,73 ± 3,97 b
Control	16,00	5,00	95,49 ± 1,77 a	95,40 ± 1,85 a

<sup>1</sup> Medias en una columna con la misma letra indican ausencia de diferencias significativas (P ≤ 0,05), según pruebas de rango múltiple de DUNCAN (1955).

**Cuadro 3. Supervivencia (%), por sexo y totales, de adultos de *A. ervi* a las primeras 24 h de la emergencia desde momias de *A. pisum* tratadas con varios insecticidas <sup>1</sup>.**

Tratamientos	Machos	Hembras	Medias (%) ± ES
Dimetoato	18,76 b	14,37 b	18,85 ± 5,95 c
Pirimicarb	91,17 a	83,33 a	88,58 ± 5,99 ab
Imidacloprid	100,00 a	100,00 a	100,00 ± 0,00 a
Thiacloprid	100,00 a	100,00 a	100,00 ± 0,00 a
Spinosad	85,40 a	79,46 a	83,34 ± 6,96 b
Azadiractina	98,21 a	100,00 a	98,68 ± 1,31 ab
Control	100,00 a	100,00 a	100,00 ± 0,00 a

<sup>1</sup> Medias en una columna con la misma letra indican ausencia de diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ), según prueba de rango múltiple de DUNCAN (1955).

de dos especies de coccinélidos (ROOS y MELO, 1976). Nuestros resultados coinciden también con los que LANKIN *et al.* (1997) obtuvieron con metamidofos, otro fosforado de amplio espectro, el cual disminuyó significativamente la supervivencia de *D. rapae* luego de 24 h de la emergencia.

En nuestra investigación, machos y hembras presentaron la misma supervivencia frente a los tratamientos insecticidas y no hubo diferencias significativas entre sexos.

*Resultados de la disección de las momias 25 días después de la aplicación de los insecticidas.* Al diseccionar las momias tratadas

sólo se encontraron parasitoides muertos, en diversos estados de desarrollo. Estos individuos no emergidos se agruparon en adultos y estadíos inmaduros (larvas y pupas). Los resultados de esta disección se presentan en el Cuadro 4.

La ausencia de diferencias significativas entre tratamientos en la proporción de individuos no emergidos confirman los resultados del Cuadro 2, y evidencian que, en comparación al control, los insecticidas no afectaron la emergencia total de los parasitoides. Sin embargo, la significativamente mayor proporción de individuos inmaduros no emergidos, junto con el ningún efecto que la

**Cuadro 4. Porcentajes (± error estándar) totales y según estado de desarrollo de individuos de *A. ervi* no emergidos desde momias de *A. pisum* tratadas con varios insecticidas**

Tratamientos	Medias (%) ± error estándar		
	Total no emergidos <sup>1</sup>	No emergidos adultos <sup>1</sup>	No emergidos inmaduros <sup>2</sup>
Dimetoato	9,78 ± 2,08 a	9,78 ± 2,08 a	0,00 ± 0,00 B
Pirimicarb	6,52 ± 2,80 a	6,52 ± 2,80 a	0,00 ± 0,00 B
Imidacloprid	5,40 ± 4,11 a	4,34 ± 3,07 a	1,08 ± 1,08 B
Thiacloprid	4,45 ± 3,85 a	3,36 ± 1,12 a	1,08 ± 1,08 B
Spinosad	6,67 ± 3,85 a	4,73 ± 2,74 a	1,93 ± 1,13 B
Azadiractina	23,17 ± 4,68 a	6,98 ± 2,34 a	16,19 ± 3,23 A
Control	4,50 ± 1,77 a	4,50 ± 1,77 a	0,00 ± 0,00 B

<sup>1</sup> Medias en una columna con la misma letra minúscula indican ausencia de diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ), según pruebas de rango múltiple de DUNCAN (1955).

<sup>2</sup> Medias con la misma letra mayúscula indican ausencia de diferencias muy significativas ( $P \leq 0,01$ ), según prueba de rango múltiple de DUNCAN (1955).

azadiractina produjo sobre adultos, confirman el efecto "regulador del crecimiento" de este producto observado por SCHMUTTERER (1990) y STARK y RANGUS (1994). La azadiractina sólo afectaría a individuos en fase activa de desarrollo y no a los adultos que ya completaron esa fase. Los resultados indican también un mayor grado de penetración a través de los tegumentos del áfido momificado que los otros insecticidas.

## CONCLUSIONES

A las concentraciones aplicadas, thiacloprid (8,75 mL ia/hL) y azadiractina (2 mL ia/hL), imidacloprid (8,75 mL ia/hL) y pirimicarb (8,75 g ia/hL) presentaron una supervivencia de adultos de *A. ervi* similar a la del control. Dimetoato (en concentración de 30 mL ia/hL) presentó la toxicidad más severa en todos los ensayos y causó la menor supervivencia de los parasitoides. Spinosad (a 6 mL ia/hL) presentó una selectividad intermedia. Al analizar la supervivencia, sin embargo, este insecticida estuvo mucho más cerca del grupo de productos más selectivos que de dimetoato.

A las concentraciones utilizadas, ninguno de los insecticidas inhibió la emergencia total de adultos de *A. ervi* desde las momias de *A. pisum* tratadas con los insecticidas. Aunque el tratamiento con azadiractina proporcionó una de las mayores supervivencias, se detectó un efecto tóxico al disminuir los individuos emergidos vivos (aunque este efecto fue mucho menor al de dimetoato),

debido a una leve mortalidad de los parasitoides en formación dentro de las momias.

Tampoco se observaron diferencias entre machos y hembras en la susceptibilidad al contacto con residuos de los insecticidas evaluados.

Sobre la base de sus efectos letales, thiacloprid, pirimicarb e imidacloprid serían recomendables (a las concentraciones usadas) en programas de manejo integrado de *A. pisum* (y posiblemente de otros áfidos). Aunque spinosad y azadiractina presentaron menor selectividad que los tres insecticidas anteriores, la posibilidad de mejorar sus formas de aplicación o disminuir sus dosis (utilizar la dosis menor del rango recomendado), podría disminuir aún más su impacto sobre los parasitoides, haciéndolos recomendables en producción integrada.

La extremadamente baja supervivencia de *A. ervi* causada por dimetoato lo hace un insecticida no recomendable en programas de manejo integrado de áfidos.

La estimación de la selectividad de los insecticidas se podría mejorar con estudios de laboratorio que incluyeran otros parámetros determinantes en el éxito del control ejercido por los parasitoides (efectos subletales en la fecundidad de los individuos tratados, relación de sexos de su progenie, capacidad de búsqueda de huéspedes, etc.). En todo caso, los estudios de laboratorio deben complementarse con otros de campo que consideren los efectos de interacciones con el clima, follaje, formas selectivas de aplicación, comportamientos de emigración, etc.

## ABSTRACT

ZUAZÚA, F., ARAYA, J. E., GUERRERO, M. A., 2003: Lethal effects of insecticides on *Aphidius ervi* Haliday (Hymenoptera: Aphidiidae), parasitoid of *Acyrtosiphon pisum* (Harris) (Homoptera: Aphididae). *Bol. San. Veg. Plagas*, 29: 299-307.

The effects of dimethoate, pirimicarb, imidacloprid, thiacloprid, spinosad and azadirachtin (applied at commercial dosages recommended to control pests) onto mummified *Acyrtosiphon pisum* (Harris), on emergence and survival of adult and immature *Aphidius ervi* Haliday, an important parasitoid of *A. pisum* and other aphids, were evaluated in the laboratory.

Neither treatment affected total emergence, but azadirachtin had the least proportion of emerging adults. Three insecticide groups, based on their effects in survival, were distinguished. The most selective insecticides were thiacloprid, azadirachtin imidacloprid and pirimicarb, followed by spinosad, which showed mild toxicity on *A. ervi*. Dimethoate severely affected survival of parasitoids. Azadirachtin entered the aphid mummy and caused some mortality of immature parasitoids.

**Key words:** *Acyrtosiphon pisum*, *Aphidius ervi*, azadirachtin, dimethoate, imidacloprid, pea aphid, pirimicarb, spinosad, thiacloprid.

#### REFERENCIAS

- BANKEN, J.; STARK, J., 1998: Multiple routes of pesticide exposure and the risk of pesticides to biological controls: a study of neem and the seven-spotted lady beetle (Coleoptera: Coccinellidae), *J. Econ. Entomol.*, **91**, 1, 1-6.
- BARBERÁ, C., 1989: *Pesticidas agrícolas*, 4ª Ed, Omega, Barcelona, 603 p.
- BARTLETT, B., 1958: Laboratory studies on selective aphicides favoring natural enemies of the spotted alfalfa aphid, *J. Econ. Entomol.*, **51**, 3: 374-378.
- BORGEMEISTER, C.; POEHLING, H. M.; DINTER, A.; HÖLLER, C., 1993: Effects of insecticides on life story parameters of the aphid parasitoid *Aphidius rhopalosiphii* (Hym.: Aphidiidae), *Entomophaga*, **38**, 2: 245-255.
- BOTTO, E.; HERNÁNDEZ, M., 1989: Contribución al conocimiento de los enemigos naturales de los áfidos plaga de los cereales en la República de Argentina. I. claves para la identificación de los áfidos momificados y los parasitoides primarios, *Rev. Soc. Entomol. Argentina*, **46**: 75-85.
- CAMERON, P.; POWELL, W.; LOXDALE, H., 1984: Reservoirs for *Aphidius ervi* Haliday (Hymenoptera: Aphidiidae), a polyphagous parasitoid of cereal aphids (Hemiptera: Aphididae), *Bull. Entomol. Res.*, **74**, 4: 647-656.
- CHRISTIANSEN-WENIGER, P.; HARDIE, J., 1997: Development of the aphid parasitoid, *Aphidius ervi*, in asexual and sexual females of the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum*, and the blackberry-cereal aphid, *Sitobion fragariae*, *Entomophaga*, **42**, 1-2: 165-172.
- CROFT, B. A., 1989: *Arthropod biological control agents and pesticides*, Wiley, New York, 723 p.
- DUNCAN, D. B., 1955: Multiple F and multiple range tests, *Biometrics*, **11**: 1-41.
- GONZÁLEZ, R. H., 1989: *Insectos y ácaros de importancia agrícola y cuarentenaria en Chile*, Ograma, Santiago, Chile, 310 p.
- GRATWICK, M., 1957: The contamination of insects of different species exposed to dust deposits, *Bull. Entomol. Res.*, **48**: 741-753.
- HAYASHI, H., 1996: Side effects of pesticides on *Encarsia formosa* Gahan, *Bull. Hiroshima Prefectural Agric. Res. Center*, **64**: 33-43.
- JANSEN, J. P., 1996: Side effects on *Aphidius rhopalosiphii* (Hym.: Aphidiidae) in laboratory, *Entomophaga*, **41**, 1: 37-43.
- KAIN, W.; ESSON, M.; HOLLAND, R.; ATKINSON, D., 1976: Preliminary studies of chemical control of bluegreen lucerne aphid, *Proc. 29th N. Zealand Weed & Pest Control Conf.*, 590 p.
- LANKIN, G.; ARAYA, J. E.; LAMBOROT, L., 1997: Efectos de fenvalerato y metamidofos sobre *Diaeretiella rapae* (McIntosh) parasitoides de *Brevicoryne brassicae*, *Bol. San. Veg., Plagas*, **23**, 3: 457-471.
- METCALF, R. L.; LUCKMAN, W. H. (eds.), 1975: *Introduction to insect pest management*, Wiley, New York, 587 p.
- PATEL, I.; PRAJAPATI, B.; PATEL, G.; PATHAK, A., 1996: Relative toxicity of insecticides to *Diaeretiella rapae*, a hymenopterous parasite of mustard aphid (*Lipaphis erysimi*), *Indian J. Agric. Scs.*, **66**, 8: 507-508.
- PRADO, E., 1991: Artrópodos y sus enemigos naturales asociados a plantas cultivadas en Chile, *INIA, Boletín Técnico*, **169**, 207 p.
- PUNGERL, N. B., 1984: Host preferences of *Aphidius* (Hymenoptera: Aphidiidae) populations parasitising pea and cereal aphids (Hemiptera: Aphididae), *Bull. Entomol. Res.*, **74**, 1: 153-161.
- ROOS, M.; MELO, E., 1976: Seletividade fisiológica de inseticidas aos predadores de áfidos, *Passo Fundo, EMBRAPA, Boletim Técnico*, **3**: 1-20.
- SCHAUER, M., 1985: *Die Wirkung von nieminhaltsstoffen auf Blattläuse und die Rübenblattwanze*, PhD thesis, Univ. Giessen, FRG, 95 p.
- SCHAUER, M., 1987: Effects of variously formulated neem seed extracts on *Acyrtosiphon pisum* and *Aphis fabae*, In: Schmutterer, H.; Ascher, K. R. S. (eds.), *Natural pesticides from the neem tree and other tropical plants*, Proc. 3rd Int. Neem Conf., Nairobi, 1986, G. T. Z. Eschborn, 703 p.
- SCHMUTTERER, H., 1990: Properties and potential of natural pesticides from the neem tree, *Azadirachta indica*, *Ann. Rev. Entomol.*, **35**: 271-297.
- STARK, J.; RANGUS, T., 1994: Lethal and sublethal effects of the neem insecticide formulation, "Margosan-O", on the pea aphid, *Pesticide Science*, **41**: 155-160.
- STARK, J.; WONG, T.; VARGAS, R.; THALMAN, R., 1992: Survival, and reproduction of tephritid fruit fly



- parasitoids (Hymenoptera: Braconidae) reared from fruit flies exposed to azadirachtin, *J. Econ. Entomol.*, **85**, 4: 1125-1129.
- STARY, P., 1988: Natural enemies, pp. 171-184, *In*: Minks, A.; Harrewijn, P. (eds.), *Aphids: Their biology, natural enemies and control*, Elsevier, Amsterdam.
- STERN, V. M.; VAN DEN BOSCH, R., 1959: The integration of chemical and biological control of the spotted alfalfa aphid. Part II. Field experiments on the effects of insecticides, *Hilgardia*, **29**: 103-130.
- TZENG, C.; KAO, S., 1995: Toxicity of insecticides to *Eretmocerus orientalis* and *Encarsia transversa* - parasitoids of silver leaf white fly (*Bemisia argentifolii*), *Plant Protection Bulletin, Taipei*, **37**, 3: 271-279.
- ZUAZÚA, F. E.; ARAYA, J. E.; GUERRERO, M. A., 2000: Método de crianza de *Aphidius ervi* (Hymenoptera: Aphididae) sobre *Acyrtosiphon pisum* (Homoptera: Aphididae), *Bol. San. Veg., Plagas*, **26**, 3: 433-437.

(Recepción: 10 julio 2002)

(Aceptación: 19 diciembre 2002)