

## Efectos de algunos insecticidas en dosis subletales sobre adultos de *Aphidius ervi* Haliday (Hymenoptera: Aphidiidae)

M. N. ARAYA, J. E. ARAYA, M. A. GUERRERO

Se evaluaron en laboratorio los efectos de cuatro insecticidas (dimetoato, pirimicarb, imidacloprid, y spinosad) aplicados en torre Potter ST4 en dosis subletales (50% del promedio de las dosis comerciales recomendadas para el control de áfidos) sobre adultos de *Aphidius ervi* Haliday, un importante parasitoide de *Acyrtosiphon pisum* (Harris). El tratamiento más selectivo sobre el himenóptero fue imidacloprid, seguido en orden decreciente por spinosad, pirimicarb, y finalmente dimetoato, compuesto que eliminó rápidamente al parasitoide y por ende su capacidad de producir descendencia. Se distinguieron tres categorías de toxicidad. El tratamiento más selectivo fue imidacloprid; seguido por un grupo de selectividad media formado por spinosad y pirimicarb, y por último dimetoato, que fue extremadamente tóxico.

M. N. ARAYA, 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*, dimetoato, imidacloprid, pirimicarb, pulgón verde de la arveja, spinosad.

### INTRODUCCIÓN

Después de años de confianza en los plaguicidas, los enemigos naturales se reconocen como agentes esenciales de control de plagas a largo plazo (BANKEN y STARK, 1998). Estos organismos son importantes en la dinámica de las comunidades de artrópodos. Los agentes de control natural interactúan con sus huéspedes en una homeostasis cíclica entre sus poblaciones (RODRÍGUEZ, 1980). Los parasitoides se diferencian de los depredadores en que pasan la mayor parte de su vida dentro de sus huéspedes y, por ello, están sujetos a sus mismos factores de mortalidad (IVES y SETTLE, 1996). Los himenópteros parasitoides son importantes en el control natural de áfidos, y se usan en programas de control biológico de ellos en diversos cultivos (PUNGERL, 1984).

Aunque el control biológico es deseable, algunas plagas con alta tasa reproductiva y

movilidad como ciertos áfidos, son muy difíciles de controlar sólo biológicamente y requieren insecticidas selectivos que actúen junto con el control natural (STARK y RANGUS, 1994). El Manejo Integrado de Plagas incluye los enemigos naturales, complementados con insecticidas selectivos cuando sea necesario (METCALF, 1982).

En Chile, el "pulgón de la arveja", *Acyrtosiphon pisum* (Harris) (Homoptera: Aphididae), es una plaga primaria sobre diversas leguminosas, que a menudo es controlado con insecticidas (PRADO, 1991). Las hojas de las plantas hospederas se encarrujan y engruesan, los botones florales no prosperan y las yemas se atrofian. Las plantas infestadas se tornan amarillas y a veces mueren. Los inviernos suaves y temperaturas moderadas favorecen infestaciones fuertes. Este áfido es, además, vector de enfermedades virosas, como el "Mosaico del poroto" (ARTIGAS, 1994).

Algunos insecticidas utilizados contra áfidos son pirimicarb, dimetoato e imidacloprid. Dimetoato es tóxico para muchos insectos plaga y para las abejas; pirimicarb tiene riesgo para estos polinizadores y es un aficida específico, no tóxico para los enemigos naturales de los áfidos. Imidacloprid es efectivo principalmente contra insectos chupadores, y tiene baja toxicidad y un largo período residual (BARBERÁ, 1989). Spinosad, una mezcla de las espinosinas A y D, que le confieren alta toxicidad contra numerosos insectos, proviene de la fermentación de una bacteria del suelo, *Saccharopolyspora spinosa* (MERTZ y YAO). A diferencia de otros productos fisiológicamente comparables, actúa sobre un sitio diferente de acción neuromuscular, lo que se traduce en una hiperexcitación que paraliza al insecto por fatiga nerviosa (THOMPSON *et al.*, 1999). Aunque spinosad no es recomendado como aficida, se usa en cultivos contra diversas plagas. En muchos de estos ecosistemas existen áfidos, lo que justifica el estudio del efecto de estos compuestos en estas plagas y sus parasitoides. Hoy, más que estudiar el efecto tóxico de los plaguicidas en las plagas, se tiende a evaluar su inocuidad a los enemigos naturales (BANKEN y STARK, 1998).

*Aphidius ervi* Haliday (Hymenoptera: Aphidiidae) es un parasitoide común de *A. pisum* y otros áfidos (CAMERON *et al.*, 1984; PRADO, 1991; BUENO *et al.*, 1993; SEQUEIRA y MACKAUER, 1993; CHRISTIANSEN-WENIGER y HARDIE, 1997). En Australia, *A. ervi* regula la densidad de *Acyrtosiphon* spp. en alfalfa y otras leguminosas; el parasitismo incrementó del 1% al 90%, en el primer y segundo año desde su introducción (MILNE y BISHOP, 1987). En estudios previos, ZUAZÚA *et al.* (2000) observaron que el promedio de adultos de *A. ervi* tratados en dosis comerciales con los mismos insecticidas incluidos en este trabajo no varió significativamente respecto del control sin aplicaciones, y relacionaron el efecto de dosis subletales en *A. pisum* con la preservación de *A. ervi* en el agroecosistema.

A pesar que muchos insecticidas ejercen buen control de áfidos a corto plazo, la aplicación de productos de amplio espectro ha terminado a menudo con estos agentes de control y causado un resurgimiento de las plagas sujetas a ese control (BARTLETT, 1958; KAIN *et al.*, 1976; CROFT, 1989).

En general, los himenópteros parasitoides adultos son al menos tan susceptibles al contacto con los insecticidas como sus respectivos huéspedes. Así, muchos parasitoides adultos son destruidos durante programas de control con insecticidas no selectivos (BARTLETT, 1958). El manejo integrado de plagas incluye la acción de los enemigos naturales para reducir la densidad de las primeras a niveles cercanos al de daño económico, lo que permite densidades poblacionales de plagas relativamente bajas, y con ello, la continuidad de la acción de sus enemigos naturales. En el estudio de un insecticida, con miras a preservar sus enemigos naturales, se deben considerar todos los efectos subletales. Junto con establecer la longevidad de un parasitoide frente a la aplicación de un insecticida, se debe evaluar como éste afecta su progenie y descendencia.

El objetivo de esta investigación fue determinar en laboratorio los posibles efectos subletales de los insecticidas dimetoato, pirimicarb, imidacloprid y spinosad sobre adultos de *A. ervi*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

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

1. *Crianza*. Los áfidos y el parasitoide se colectaron en alfalfa en el campus Antumapu de la Facultad en La Pintana, Santiago. La identificación de ambas especies se confirmó mediante claves (STARY, 1966; MERTINS, 1985; PIKE *et al.*, 1997). Aquella de los parasitoides se verificó también por

comparación con material obtenido desde crianzas en el Laboratorio de Química Ecológica de la Facultad de Ciencias de Universidad de Chile.

Las crianzas de *A. pisum* se establecieron con ninfas neonatas sobre plantas de haba en tiestos de 13 cm de diámetro con tierra de hojas, arena y humus, cubiertas con cilindros de PVC transparente con el extremo superior cubierto con malla fina, que se mantuvieron a 20 °C. Estas jaulas se usaron tanto para criar los áfidos y *A. pisum* sobre ellos y permitieron la obtención continua del parásito a partir de ejemplares colectados en alfalfa; los parasitoides adultos se alimentaron con miel al 10% en motas de algodón (BUENO *et al.*, 1993). Cuando las plantas de haba se deterioraron y los áfidos tendieron a emigrar, o se puso en riesgo mantener sus poblaciones, se incorporaron tiestos con plantas nuevas. El parasitismo se desarrolló así en forma continuada, lo que permitió contar con material en forma segura.

2. *Aplicación de insecticidas.* Los insecticidas y concentraciones aplicadas correspondieron al 50% de la media del rango recomendado comercialmente para cada producto y se presentan en el Cuadro 1. Se asumió un mojamiento de 1000 L/ha.

Cuadro 1.—Insecticidas y concentraciones aplicadas sobre adultos de *Aphidius ervi*.

Tratamientos	Concentración/1.000 l	
	Ingrediente activo	Producto comercial
Dimetoato	15,000 mL	37,500 mL
Spinosad	3,000 mL	6,250 mL
Imidacloprid	4,375 mL	12,500 mL
Pirimicarb	4,375 g	8,800 g
Control	—	—

*Tratamientos:* Los tratamientos sobre adultos de *A. ervi* se efectuaron en una torre Potter, asperjando 0,5 mL de mezcla insecticida (a 12 psi) sobre placas Petri de 9 cm. de diámetro (63,6 cm<sup>2</sup>) a las concentraciones indicadas en el Cuadro 1. Una vez seca la

superficie tratada, en cada placa se pusieron 23 parasitoides obtenidos de las jaulas de crianza y de menos de 24 h de emergidos, y mantuvieron a temperatura ambiente durante 1 h. Para asegurar que en la placa no quedara superficie sin tratar, se asperjaron 0,5 mL de la mezcla respectiva en la parte interna de la tapa de la placa. El cálculo de cantidad de insecticida se hizo por superficie.

En las tapas de las placas Petri se hizo un agujero de 5 × 2 cm (10 cm<sup>2</sup>) que se cubrió con tul para ventilación, para evitar un efecto de cámara letal. Después de 1 h se contaron los individuos muertos y sexaron por la presencia de oviscapto en las hembras. Los sobrevivientes al contacto con el insecticida se contaron, llevaron a frascos con alimento (agua con miel al 10%) y mantuvieron a 20°C; la supervivencia en cada frasco se anotó a diario, retirando y sexando los individuos muertos hasta la muerte del último microhimenóptero. Para el control se usaron placas Petri a las que sólo se agregó agua.

En el ensayo se usó un diseño completamente al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Los resultados de supervivencia (%) y longevidad (días) de las avispitas después de 1 h al contacto con el insecticida sobre una superficie tratada se sometieron a Análisis de Varianza, previa normalización mediante transformación a grados Bliss en caso necesario. Las diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ) entre tratamientos se analizaron mediante pruebas de rango múltiple de DUNCAN (1955).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En un ensayo previo, tratamientos insecticidas tópicos sobre *A. pisum* en dosis subletales (50% de las comerciales), obtuvieron los resultados presentados en el Cuadro 2a. En otro ensayo preliminar, los mismos insecticidas y dosis se rociaron con un aspersor manual sobre plantas de haba (Cuadro 2b). Una vez secos los residuos, se usaron cápsulas de plástico con un extremo

Cuadro 2.—Efecto de la aplicación tópica y de residuos secos de insecticidas en dosis subletales (50% de la dosis comercial) en la mortalidad de *Acyrtosiphum pisum*.

Tratamientos	Dosis <sup>1</sup>	Mortalidad acumulada (%) desde la aplicación			
		1 h	24 h	48 h	72 h
a: Aplicación tópica sobre áfidos					
Dimetoato	37,50 mL	50,00	100,00	—	—
Spinosad	6,25 mL	52,17	73,91	95,65	100,00
Imidacloprid	12,50 mL	75,00	100,00	—	—
Pirimicarb	8,80 g	72,28	100,00	—	—
Control	—	0,00	0,00	0,00	—
b: Áfidos confinados sobre residuos secos en haba					
Dimetoato	37,50 mL	—	100,00	—	—
Spinosad	6,25 mL	—	33,75	57,50	87,50
Imidacloprid	12,50 mL	—	83,75	100,00	—
Pirimicarb	8,80 g	—	100,00	—	—
Control	—	—	0,00	0,00	0,00

<sup>1</sup> En ambos ensayos, n = 23 individuos por tratamiento, con cuatro repeticiones. Las concentraciones a aplicar de productos comerciales por 1.000 litros corresponden al 50% de la media del rango recomendado comercialmente para cada producto, asumiendo un mojamiento de 1.000 l/ha.

cubierto con tela de visillo (para evitar un efecto de cámara letal), para confinar ninfas de *A. pisum* de 5 d de edad sobre un foliolo de las plantas tratadas.

Los resultados del Cuadro 2 demuestran que dosis subletales (50% del promedio del rango comercial) tuvo efecto aficida sobre *A. pisum*. La aplicación tópica de dimetoato y pirimicarb causó 100% de mortalidad acumulada a las 48 h. Los residuos secos de spinosad sólo causaron 57,5% en ese período, lo que sin embargo revela su potencial en control integrado de plagas, pues esta toxicidad menor representa huéspedes supervivientes para *A. ervi* y evita la desaparición del parasitoide del ecosistema tratado con insecticidas más tóxicos.

La producción continuada de plantas de haba en macetas, bajo un nivel adecuado de humedad y temperatura, cubiertas con cilindros de acetato fue fundamental para mantener un sustrato permanente para las crías de *A. pisum*; en ensayos previos con jaulas más pequeñas, los déficit hídricos y el exceso de follaje afectaron el desarrollo de los áfidos. El método de producción de *A. ervi* utilizado permitió obtener especímenes

en número suficiente para los ensayos de toxicología.

*Longevidad de adultos de Aphidius ervi.* En este estudio, la longevidad promedio de los parasitoides adultos fue  $6,44 \pm 0,12$  d (Cuadro 3), mientras que en el trabajo de IVES y SETTLE (1996), los adultos no sobrevivieron más de 5 d. Esta variación se podría deber a diferencias en la alimentación y manipulación de los parasitoides entre ambos estudios.

En las crías se obtuvieron 0,26 hembras por macho, proporción que se acerca bastante al 0,36 obtenido por ZUAZÚA *et al.* (2000), pero que difiere del promedio de 2 observado por SEQUEIRA y MACKAUER (1993). De cualquier manera, obtener un número adecuado de hembras es fundamental para mantener la crianza, por lo que se debe maximizar el apareamiento, exponiendo las hembras a los machos por 2-4 d (CHRISTIANSEN-WENIGER y HARDIE, 1997).

*Supervivencia de adultos de Aphidius ervi.* Luego de la exposición por 1 h a los residuos secos de los insecticidas y después de 24 h desde dicha exposición, dimetoato fue significativamente diferente al control y cau-

Cuadro 3.—Adultos de *Aphidius ervi* supervivientes a 24 h de la exposición a insecticidas en dosis subletales sobre una superficie tratada y longevidad ( $\pm$  error estándar) por sexo y promedio general

Tratamientos	Adultos supervivientes	Longevidad (días)		
		Machos	Hembras	Promedio
Dimetoato	0,00 $\pm$ 0,00 a	0,00 $\pm$ 0,00 a	0,00 $\pm$ 0,00 a	0,00 $\pm$ 0,00 a
Spinosad	23,00 $\pm$ 0,00 c	6,89 $\pm$ 0,15 b	6,40 $\pm$ 0,29 c	6,78 $\pm$ 0,05 c
Imidacloprid	22,00 $\pm$ 0,41 b	8,70 $\pm$ 0,30 c	8,10 $\pm$ 0,24 d	8,47 $\pm$ 0,22 d
Pirimicarb	22,75 $\pm$ 0,25 c	6,64 $\pm$ 0,19 b	5,15 $\pm$ 0,54 b	6,31 $\pm$ 0,16 b
Control	23,00 $\pm$ 0,00 c	9,95 $\pm$ 0,19 d	8,55 $\pm$ 0,38 d	9,64 $\pm$ 0,07 e

Promedios en una columna con letras distintas son diferentes significativamente ( $P \leq 0,05$ ), según pruebas de rango múltiple de DUNCAN (1955).

só la muerte de todos los parasitoides (Cuadro 3). En el trabajo de LANKIN *et al.* (1997), metamidofos (otro fosforado) afectó también severamente la supervivencia de adultos de *Diaeretiella rapae* (McIntosh) expuestos a residuos. En las investigaciones de ROOS y MELO (1976), dimetoato fue muy tóxico para todos los estados de desarrollo de los coccinélidos *Cycloneda sanguinea* (L.) y *Eriopis connexa* (Germar). Estos resultados concuerdan con BARTLETT (1963), quien consideró a dimetoato como un producto de toxicidad media a alta. Imidacloprid tuvo un rango intermedio, con un promedio de supervivientes similar al control. Spinosad y pirimicarb no fueron diferentes del control.

Longevidad de los adultos de *Aphidius ervi* después de la exposición por 1 h al contacto con los insecticidas. En la longevidad general (Cuadro 3) hubo diferencias significativas en todos los tratamientos según el grado de toxicidad de los insecticidas utilizados. Dimetoato fue el insecticida más tóxico y al cabo del primer día causó mortalidad total y no permitió medir la longevidad de machos o hembras. Luego se ubicó pirimicarb, seguido por spinosad. Ambos tratamientos presentaron una toxicidad menor que dimetoato, pero a la vez mayor ( $P \leq 0,05$ ) que la del control. Imidacloprid fue el insecticida menos tóxico sobre ambos sexos. Los promedios generales de longevidad de machos y hembras en los ensayos no fueron significativamente diferentes. Al comparar mediante pruebas t-Student la longevidad de ambos sexos en cada tratamiento tampoco

hubo diferencias. LANKIN *et al.* (1997) tampoco encontraron diferencias de susceptibilidad entre adultos de *D. rapae* de ambos sexos expuestos al contacto con fenvalerato y metamidofos. Sin embargo, MCGREGOR y MACKAUER (1989) observaron menor mortalidad en follaje tratado con carbarilo en machos de *A. smithi* Shao-Rao que en hembras; el comportamiento activo de búsqueda de éstas últimas aumentó su exposición al insecticida.

En este estudio hubo diferencias entre pirimicarb e imidacloprid, lo que difiere de los resultados de ZUAZÚA *et al.* (2003), quienes en una comparación en laboratorio que incluyó además otros insecticidas (thiacloprid y azadiractina) no encontraron diferencias entre ambos compuestos.

STARK *et al.* (1995) encontraron que diazinon fue más tóxico a adultos de *A. ervi* que a su huésped *A. pisum*, mientras que imidacloprid fue más selectivo en favor del parasitoide. Asimismo, GONZÁLEZ-ZAMORA *et al.* (1997) clasificaron a imidacloprid como moderadamente tóxico sobre pupas del afelínido *Eretmocerus mundus* Mercet, un importante parasitoide del aleiródido *Bemisia tabaci* (Gennadius).

En laboratorio, pirimicarb presentó menor toxicidad que imidacloprid sobre individuos adultos de *Aphelinus mali* (Haldeman) (COHEN *et al.*, 1996). Sin embargo, la alta toxicidad de imidacloprid observada en el campo podría ser menor debido a la posibilidad de aplicarlo a las raíces, reduciendo el contacto directo con los parasitoides.

Además de ser innecesarios, los insecticidas con amplio espectro de acción como dimetoato hacen colapsar las poblaciones de insectos benéficos; sin embargo, pirimicarb a  $\frac{1}{4}$  de la concentración recomendada produce un buen control de áfidos en cereales y no tiene efectos tóxicos considerables en la fauna benéfica (CORNALE *et al.*, 1996).

En estudios de la toxicidad de diversos insecticidas, ROOS y MELO (1976) observaron una gran selectividad de pirimicarb sobre diversos estados de desarrollo de dos coccinélidos, mientras que dimetoato fue muy tóxico. BARTLETT (1963) clasificó a este insecticida como un producto de toxicidad media a alta y a pirimicarb como un compuesto de clara selectividad para los mismos coccinélidos. Asimismo, SUMMERS *et al.* (1975) comprobaron la inocuidad de pirimicarb sobre adultos y larvas de coccinélidos, *Chrysopa* sp., *Nabis* sp., *Orius* sp. y *A. smithi*.

Basándose en estudios en laboratorio, PATEL *et al.* (1996) clasificaron a dimetoato como un producto altamente tóxico (>50% de mortalidad) para el parasitoide *D. rapae*.

En laboratorio (bajo un ciclo día/noche de 16/8 h, temperaturas diurnas de 20 °C y nocturnas de 10 °C), IVES y SETTLE (1996) encontraron que el período entre ovipostura de *A. ervi* y formación de la momia dura  $8,1 \pm 0,7$  d. El parasitoide emerge en  $6,1 \pm 0,8$  d, con un tiempo total entre ovipostura y emergencia de  $14,7 \pm 1$  d. Los adultos son de vida corta y normalmente no sobreviven más de 5 d.

Al usar insecticidas, la relación entre la cantidad del tóxico y la unidad de peso vivo es mayor para organismos pequeños, y a me-

nudo los parasitoides son más diminutos que sus huéspedes (CROFT, 1989). Por ello, muchos insecticidas son más tóxicos para los enemigos naturales que las plagas (CROFT y BROWN, 1975). Los estudios indican que además de su letalidad, los insecticidas tienen efectos subletales en microhimenópteros (LIOTTA, 1978; MANIGLIA, 1978), y afectan su longevidad, fecundidad, desarrollo juvenil, tasa de parasitismo, longevidad, fertilidad, ovipostura, reproducción y locomoción, y además causan deformaciones (THEILING y CROFT, 1987; BANKEN y STARK, 1998) y alteran la capacidad de búsqueda de huéspedes o refugios contra depredadores (HOY y DAHLSTEN, 1984).

El impacto de la acción de los enemigos naturales sobre las plagas puede mejorar con el uso de insecticidas selectivos más tóxicos a los áfidos que a los organismos benéficos (SYRETT y PENMAN, 1980). La selectividad de un plaguicida puede ser fisiológica, producto de diferencias en la absorción, desintoxicación y excreción (STARK *et al.*, 1995). También existe una selectividad ecológica, cuando los elementos tóxicos no alcanzan al agente benéfico, pero sí llegan en concentraciones tóxicas a la plaga (ROOS y MELO, 1976).

Este estudio de laboratorio se debe validar con uno de campo que estudie las interacciones entre *A. ervi* y *A. pisum* con el clima, follaje, formas selectivas de aplicación, comportamientos de búsqueda y migración, etc. Otra investigación deberá ajustar las dosis de los insecticidas, para obtener una adecuada relación entre la efectividad del tratamiento vs. la fecundidad del parasitoide.

## ABSTRACT

ARAYA M. N., J. E. ARAYA, M. A. GUERRERO. 2004. Effects of some insecticides applied at sublethal dosages on adults of *Aphidius ervi* Haliday (Hymenoptera: Aphidiidae), *Bol. San. Veg. Plagas*, **30**: 247-254

The effects of four insecticides (dimethoate, pirimicarb., imidacloprid, and spinosad) applied in an ST4 Potter tower at sublethal dosages (50% of those recommended commercially for aphid control) were studied in the laboratory on adults of *Aphidius ervi* (Haliday), an important parasitoid of *Acyrtosiphon pisum* (Harris). The most selective treatment on the hymenopteran was imidacloprid, followed in decreasing order by spinosad, pirimicarb, and finally dimethoate, which quickly eliminated the parasitoid and thus its capacity to produce progeny. Three insecticide categories were distinguished in the study. The most selective treatment was imidacloprid, followed by a group of medium toxicity formed by spinosad and pirimicarb, and last by dimethoate, which was extremely toxic to *A. pisum*.

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

## REFERENCIAS

- ARTIGAS, J.M. 1994: *Entomología Económica: Insectos de interés agrícola, forestal, médico y veterinarios (nativos, introducidos y susceptibles de ser introducidos)*, Volumen I., Ediciones Universidad de Concepción, Concepción, Chile, 1250 pp.
- 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.
- BARBERÀ, C., 1989: *Pesticidas agrícolas*, 4.ª Ed., Omega, Barcelona, 603 pp.
- BARTLETT, B., 1958: Laboratory studies on selective aphicides favoring natural enemies of the spotted alfalfa aphid, *J. Econ. Entomol.*, **51**, 3: 374-378.
- BARTLETT, B., 1963: The contact toxicity of some pesticide residues to hymenopterous parasites and coccinellid predators, *J. Econ. Entomol.*, **56**, 694-698.
- BUENO, B., GUTIÉRREZ, A. & RUGGLE, P., 1993: Parasitism by *Aphidius ervi* (Hym.: Aphidiidae): preference for pea aphid and blue alfalfa aphid (Hom.: Aphidiidae) and competition with *A. smithi*, *Entomophaga*, **38**, 2: 273-284.
- CAMERON, P.; POWELL, W. & LOXDALE, H., 1984: Reservoirs for *Aphidius ervi* Haliday (Hymenoptera: Aphidiidae), a polyphagous parasitoid of cereal aphids (Hemiptera: Aphidiidae), *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, *Stobion fragariae*, *Entomophaga*, **42**, 1-2: 165-172.
- COHEN, H.; HOROWITS, A.; NESTEL, D. & ROSEN, D., 1996: Susceptibility of the woolly apple parasitoid, *Aphelinus mali* (Hym.: Aphelinidae), to common pesticides used in apple orchards in Israel, *Entomophaga*, **41**, 2: 225-233.
- CORNALÉ, R.; POZZATI, M.; CAVAZZUTI, C. & BURGIO, G., 1996: Trattamenti insetticidi al grano: influenza su afidi e loro antagonisti naturali, *Informatore Agrario*, **52**, 22: 35-39.
- CROFT, B.A., 1989: *Arthropod biological control agents and pesticides*, Wiley, New York, 723 pp.
- CROFT, B.A. & BROWN, A.W., 1975: Responses of arthropod natural enemies to insecticides, *Annual Rev. Entomol.*, **20**, 285-336.
- DUNCAN, D.B., 1955: Multiple F and multiple range tests, *Biometrics*, **11**, 1-41.
- GONZÁLEZ-ZAMORA, J.; GALLARDO, J.; GARCÍA, M.; ALBAJES, R. & CARNERO, A., 1997: Toxicity of different pesticides on pupae of *Eretmocerus mundus* Mercet (Hymenoptera: Aphelinidae) parasitizing *Bemisia tabaci* (Genn.) (Homoptera: Aleyrodidae), *Bull. OILB/SROP*, **10**, 4, 114-120.
- HOY, J.B. & DAHLSTEN, D.L., 1984: Effects of malathion and Staley's Bait on the behavior and survival of parasitic hymenoptera, *Environ. Entomol.*, **13**, 1483-1486.
- IVES, A. & SETTLE, W., 1996: The failure of a parasitoid to persist with a super-abundant host: the importance of the numerical response, *Oikos*, **75**, 2: 269-278.
- KAIN, W.; ESSON, M.; HOLLAND, R. & ATKINSON, D., 1976: Preliminary studies of chemical control of bluegreen lucerne aphid, Proc. 29<sup>th</sup> N. Zealand Weed Pest Control Conf., 590 pp.
- LANKIN, G.; ARAYA, J. & LAMBOROT, L., 1997: Método de crianza de *Diaeretiella rapae* (McIntosh), parasitoide de *Brevicoryne brassicae*, *Boletín Sanidad Vegetal, Plagas*, **23**, 1: 57-61.
- LIOTTA, G., 1978: Effets secondaires des appâts protéiques empoisonnés sur *Opus concolor* Szépl. Hym. Braconidae au laboratoire, *Ciencia e Cultura*, **3**, 0, 7, Supplement: 481-486.
- MANIGLIA, G., 1978: Effets secondaires du carbaryl et de diméthoate sur *Opus concolor* Szépl. Hym. Bra-

- conidae au laboratoire, *Ciencia e Cultura*, **3**, 0, 7, Supplement: 487-491.
- MCGREGOR, R. & MACKAUER, M., 1989: Toxicity of carbaryl to the pea aphid parasite *Aphidius smithi*: influence of behaviour on pesticide uptake, *Crop Protection*, **8**, 193-196.
- MERTINS, J.W., 1985: Hyperparasitoids from pea aphid mummies, *Acyrtosiphon pisum* (Homoptera: Aphididae), in North America, *Annals Entomol. Soc. America*, **78**, 2: 186-197.
- METCALF, R.L., 1982: *Insecticides in pest management*, pp. 235-273, In METCALF, R.L. & LUCKMAN, W.H. (eds), *Introduction to insect pest management*, 2<sup>nd</sup> ed., Wiley, New York, 587 pp.
- MILNE, W. & BISHOP, A., 1987: The role of predators and parasites in the natural regulation of lucerne aphids in eastern Australia, *J. Applied Ecology*, **24**, 3: 893-905.
- 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.
- PIKE, K.; STARY, P.; MILLER, T.; ALLISON, D.; BOYDSTON, L.; GRAF, G. & GILLESPIE, R., 1997: Small-grain aphid parasitoids (Hymenoptera: Aphelinidae and Aphidiidae) of Washington: distribution, relative abundance, seasonal occurrence, and key to known North American species, *Environ. Entomol.*, **26**, 6: 1299-1311.
- PRADO, E., 1991: *Artrópodos y sus enemigos naturales asociados a plantas cultivadas en Chile*, Santiago, INIA, Boletín Técnico, **169**, 207 pp.
- 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.
- RODRÍGUEZ, M., 1980: *Manejo y control de plagas en plantas y animales*, Limusa, México, Vol. 3, 184 pp.
- ROOS, M. & MELO, E., 1976: Seletividade fisiológica de inseticidas aos predadores de afídios, *Passo Fundo, EMBRAPA, Boletim Técnico*, **3**, 1-20.
- SEQUEIRA, R. & MACKAUER, M., 1993: Seasonal variation in body size and offspring sex ratio in field populations of the parasitoid wasp, *Aphidius ervi* (Hymenoptera: Aphidiidae), *Oikos*, **68**, 2: 340-346.
- STARK, J.; JEPSON, P. & MAYER, D., 1995: Limitations to use of topical toxicity data for predictions of pesticide side effects in the field, *J. Econ. Entomol.*, **88**, 5: 1081-1088.
- 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.
- STARY, P., 1966: *Aphid parasites of Czechoslovakia*, W. Junk, The Hague, 242 pp.
- SUMMERS, C.; OVIELLO, R. & COTHRAM, W.Z., 1975: The effects on selected entomophagous insects of insecticides applied for pea aphid control in alfalfa, *Environ. Entomol.*, **4**, 612-614.
- SYRETT, P. & PENMAN, D., 1980: Studies of insecticide toxicity to lucerne aphids and their predators, *New Zealand Agricultural Research*, **23**, 575-580.
- THEILING, K.M. & CROFT, B.A., 1987: Pesticide side-effects on arthropod natural enemies: A data base summary, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, **2**, 191-218.
- THOMPSON, G.D.; HUTCHINS, S.H. & SPARKS, T.C., 1999: Development of spinosad and attributes of a new class of insect control products, University of Minnesota, Rev. March 18, 2003, at: <http://ipm-world.umn.edu/chapters/hutchins2.htm>
- ZUAZÚA, F.; ARAYA, J.E. & GUERRERO, M.A., 2000: Efecto de varios insecticidas en la longevidad del parasitoide *Aphidius ervi* Haliday (Hymenoptera: Aphidiidae), *Investigación Agrícola (Chile)*, **20**, 1-2: 39-46.
- ZUAZÚA, F.; ARAYA, J.E. & GUERRERO, M.A., 2003: Efectos letales de insecticidas sobre *Aphidius ervi* Haliday (Hymenoptera: Aphidiidae), parasitoide de *Acyrtosiphon pisum* (Harris) (Homoptera: Aphididae), *Bol. Sanidad Vegetal, Plagas (España)*, **29**, 299-307.

(Recepción: 30 julio 2003)

(Aceptación: 22 octubre 2003)