

Toxicidad tóxica del Tebufenocida, Spinosad y Azadiractina sobre pupas del parasitoide *Hyposoter didymator* (Thunberg, 1822)

M. I. SCHNEIDER, F. BUDIA, A. GOBBI, A. M. M. DE REMES LENICOV y E. VIÑUELA

Se ha estudiado en laboratorio la toxicidad de tres insecticidas de nueva generación: tebufenocida, spinosad y azadiractina, sobre el endoparasitoide de larvas de noctuidos *Hyposoter didymator*. Pupas de menos de 24 h de edad fueron tratadas tópicamente a concentraciones entre 0,1 y 1000 mg/l de materia activa (m.a.). Ninguno de los tres insecticidas influyó negativamente en la emergencia de adultos del parasitoide. Spinosad produjo una importante mortalidad de los adultos desde las 48 h de postemergencia, que fue cercana al 50% a partir de 500 mg/l y que a los cinco días, alcanzó el 100% a partir de 100 mg/l. Tebufenocida y azadiractina no fueron perjudiciales para el enemigo y sólo se detectaron reducciones en su longevidad a partir de 200 mg/l de azadiractina. Ninguno de los tres insecticidas influyó en la capacidad benéfica del parasitoide, y no se observaron malformaciones en los adultos emergidos. El Spinosad ocasionó sin embargo descoordinación de movimientos y temblores en los adultos a partir de 100 mg/l.

M. I. SCHNEIDER, F. BUDIA y E. VIÑUELA: Protección de Cultivos. E.T.S.I. Agrónomos. Ciudad Universitaria s/n. 28040 Madrid

A. M. M. DE REMES LENICOV: Departamento Científico de Entomología. Museo de la Plata. Paseo del Bosque s/n. (1900), La Plata - Bs. As. - Argentina.

A. GOBBI: Fac. Cs. Agrarias. U.N.R., Campo experimental. J. Villarino 2123, Zavalla (Santa Fe) - Argentina.

Palabras clave: *Hyposoter didymator*, parasitoide, pupas, efectos secundarios, spinosad, tebufenocida, azadiractina.

INTRODUCCIÓN

El uso indiscriminado de plaguicidas en el control de plagas, trae aparejado efectos nocivos sobre la fauna auxiliar, ya que en general, los depredadores y parásitos sufren mayores mortalidades que sus huéspedes fitófagos cuando aplicamos un tratamiento a los cultivos (CROFT, 1990).

Debido a las nuevas tendencias en protección vegetal, es necesario la elección para el control de plagas de insecticidas más selectivos y respetuosos con el medio ambiente. Con el objetivo de compatibilizar la lucha química y la biológica, y antes de implemen-

tar un programa de manejo integrado de plagas (IPM), es imprescindible determinar previamente los efectos tóxicos de los plaguicidas en los enemigos naturales, porque sólo así podremos seleccionar los productos menos nocivos para ellos (BARRET *et al.*, 1994).

Hyposoter didymator (Thunberg) es un endoparasitoide solitario koinobionte de la familia Ichneumonidae, que ataca diversas especies de larvas de noctuidos plagas. Este enemigo es nativo de varias regiones españolas (Andalucía, Cataluña, Extremadura, País Vasco, etc.) donde ha sido encontrado parasitando plagas de importancia económica tales

como *Autographa gamma* (L.), *Chrysodeixis chalcites* (Esper), *Helicoverpa armigera* (Hübner), *Spodoptera exigua* (Hübner), *Spodoptera littoralis* (Boisduval) o *Heliothis peltigera* (Denis & Schiffermüller) en cultivos tan diversos como tomate, pimiento, algodón, maíz, alfalfa o pinos (BAHENA *et al.*, 1999).

Entre los insecticidas de nueva generación se encuentra el Spinosad, metabolito natural producido por el actinomiceto del suelo *Saccharopolyspora spinosa* Mertz y Yao, que tiene una toxicidad muy baja para mamíferos (BRET *et al.*, 1997). El producto actúa a nivel del sistema nervioso pero de una forma nueva, ya que activa los receptores nicotínicos postsinápticos lo que origina una permanente excitación de las neuronas motoras (SALGADO, 1997). Spinosad ha demostrado controlar especies plaga de órdenes diversos (ADÁN *et al.*, 1996; THOMPSON *et al.*, 1997), pero produce efectos nocivos en algunos enemigos naturales (GONZÁLEZ *et al.*, 1998; VIÑUELA *et al.*, 1998). Esta materia activa se utiliza comercialmente en los Estados Unidos en cultivos de algodón pero en Europa, aún no tiene registro.

Tebufenocida es un ecdisoide no esteroide, mimético de la hormona de la muda de los insectos, que pertenece al grupo de los insecticidas aceleradores de la muda (MAC), originando en los insectos una muda anticipada y letal (SMAGGHE y DEGHEELE, 1994, 1998). El producto se considera muy específico para lepidópteros y su acción ha sido evaluada en varios noctuidos plagas (BUDIA *et al.*, 1994; SMAGGHE *et al.*, 1996; SMAGGHE *et al.*, 1997; GOBBI *et al.*, 1998). Así mismo se han determinado sus efectos secundarios sobre algunos enemigos naturales, pudiendo ser considerado como selectivo (BROWN, 1996; GONZÁLEZ *et al.*, 1998). En España está registrado para su uso en frutales de pepita, cítricos y vid (LIÑÁN, 2000)

Azadiractina es un tetranoterpenoide presente fundamentalmente en las semillas del árbol del neem, *Azadiractina indica* A. Juss, que actúa como insecticida regulador del crecimiento de los insectos (RCI) al afectar la

producción de ecdisona y hormona juvenil (ERMEL y KLEEMBERG, 1995; Schmutterer, 1995). Sus efectos secundarios hacia algunos enemigos naturales han sido evaluados por diversos autores, habiéndose citado numerosos efectos adversos (SCHMUTTERER, 1990; VIÑUELA *et al.*, 1996; SUNDARAM *et al.*, 1997; VIÑUELA *et al.*, 1999). En España está registrado para uso en viveros y ornamentales (LIÑÁN, 2000), pero recientemente se ha ampliado el registro a hortícolas, frutales y cítricos (RUIZ, comunicación personal).

En el presente trabajo se han evaluado los efectos secundarios del tebufenocida, azadiractina y spinosad sobre pupas jóvenes del parasitoide *H. didymator*, ya que en general hay poca información acerca de los efectos de los plaguicidas en los estados de desarrollo más protegidos de los enemigos naturales, y esta información puede dar lugar a una selectividad ecológica de los productos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Insectos

El parasitoide *H. didymator*, que procedía de poblaciones recolectadas en campo y mantenidas en laboratorio durante 10 generaciones, fue criado rutinariamente sobre el huésped *S. littoralis* siguiendo un método adaptado de HARRINGTON *et al.* (1993). Los adultos del parasitoide fueron alimentados *ad libitum* con miel pura de abeja dispuesta sobre tarjetas plásticas y además se les proporcionó agua en bebederos de vidrio cerrados con parafilm® y con una esponja de Spontex® para facilitar la succión. Las larvas del huésped, se criaron en dieta larvaria adaptada de la de Poitout y Bues (POITOUT y BUES, 1974).

Insecticidas

Se utilizaron los productos comerciales: Mimic® (24% Tebufenocida, Rohm & Haas, Barcelona), Align® (3,2% Azadiractina, Sipcam Inagra, Valencia) y Tracer® (44% Spinosad, DowElanco, Madrid). Los insecticidas se

aplicaron a siete concentraciones diferentes que variaron desde 0,1 a 1000 mg/l de materia activa (m.a.) y se realizaron cuatro repeticiones por grupo de tratamiento e insecticida.

Método de tratamiento

Tanto las crías como los ensayos se realizaron a $25 \pm 2^\circ\text{C}$ de temperatura, $75 \pm 5\%$ de humedad relativa y fotoperiodo de 16 horas luz.

Gotas de 0,5 ml de los distintos plaguicidas se aplicaron tópicamente mediante microaplicador manual Burkard, a pupas del enemigo de menos de 24 h de edad. Antes de cada ensayo se prepararon soluciones acetónicas de los insecticidas, y los controles se trataron solamente con acetona.

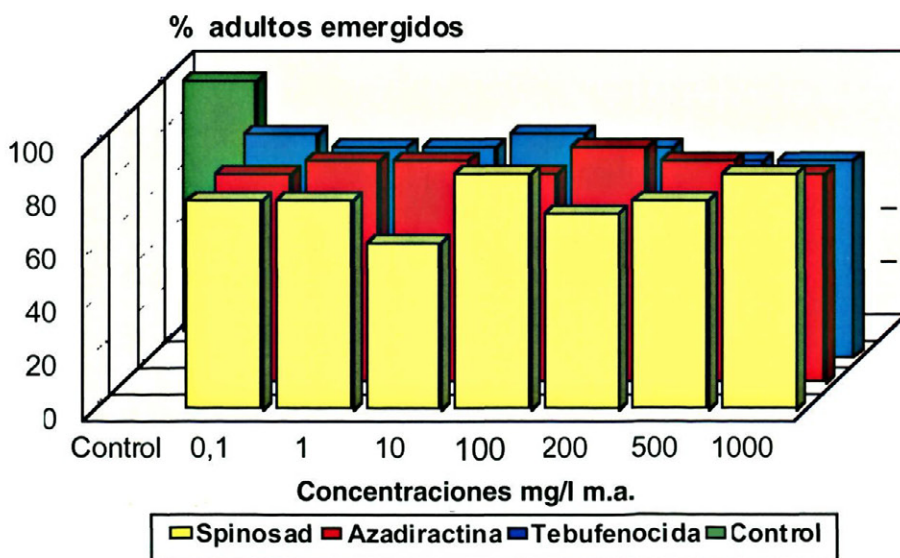
Para obtener suficiente número de pupas para los ensayos, 100 L_3 larvas de *S. littoralis* fueron ofrecidas para parasitación a unas 20 hembras del parasitoide durante una hora, con la misma metodología utilizada para la cría (HARRINGTON *et al.*, 1993). Las larvas

fueron después mantenidas en cajas de plástico de 22 x 20 cm., con ventilación en la tapa, y se les suministró dieta larvaria. Transcurridos 6 días, las larvas no parasitadas (reconocibles por su mayor tamaño) fueron descartadas y el resto se mantuvieron en las cajas hasta el momento de la pupación.

Una vez tratadas las pupas jóvenes, se transfirieron a cajas petri en grupos de cuatro, y se esperó a la emergencia de adultos. Aquellas pupas de donde no emergió ningún individuo, fueron disectadas bajo la lupa binocular para detectar posibles malformaciones.

La acción tóxica de los plaguicidas se evaluó por medio de los siguientes parámetros: emergencia de adultos; mortalidad acumulada a las 48 horas, 5 y 15 días (éste último valor es cercano a la vida media del parasitoide bajo nuestras condiciones ambientales); longevidad y capacidad benéfica de las hembras emergidas, determinándose en este caso el % de larvas atacadas del huésped y el % de adultos emergidos del parasitoide.

Para evaluar la capacidad benéfica del parasitoide, se individualizaron hembras



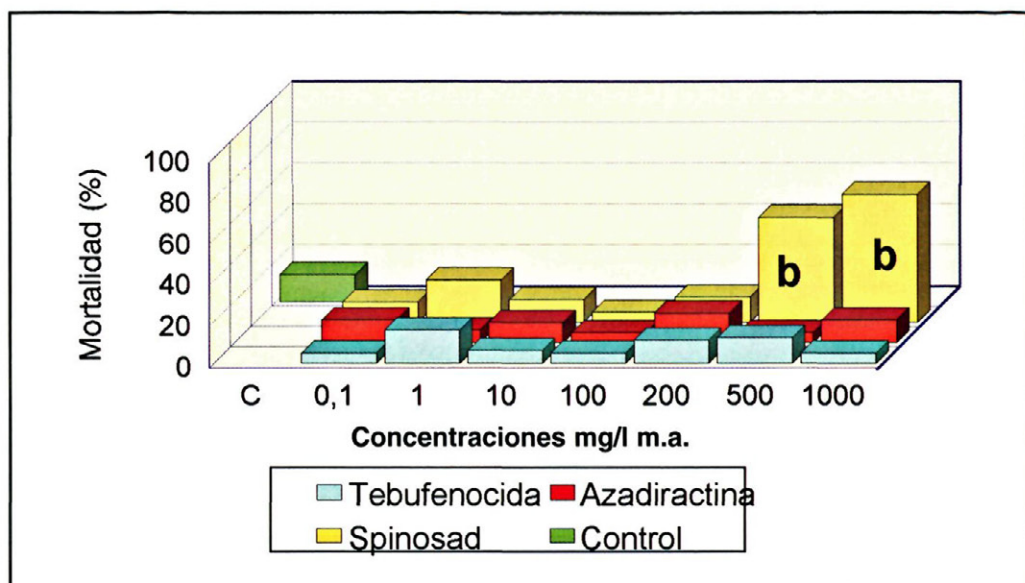


Fig. 2. - Mortalidad acumulada de adultos de *Hyposoter didymator* a las 48 h, cuando Tebufenocida, Spinosad y Azadiractina se aplicaron tópicamente a pupas jóvenes.

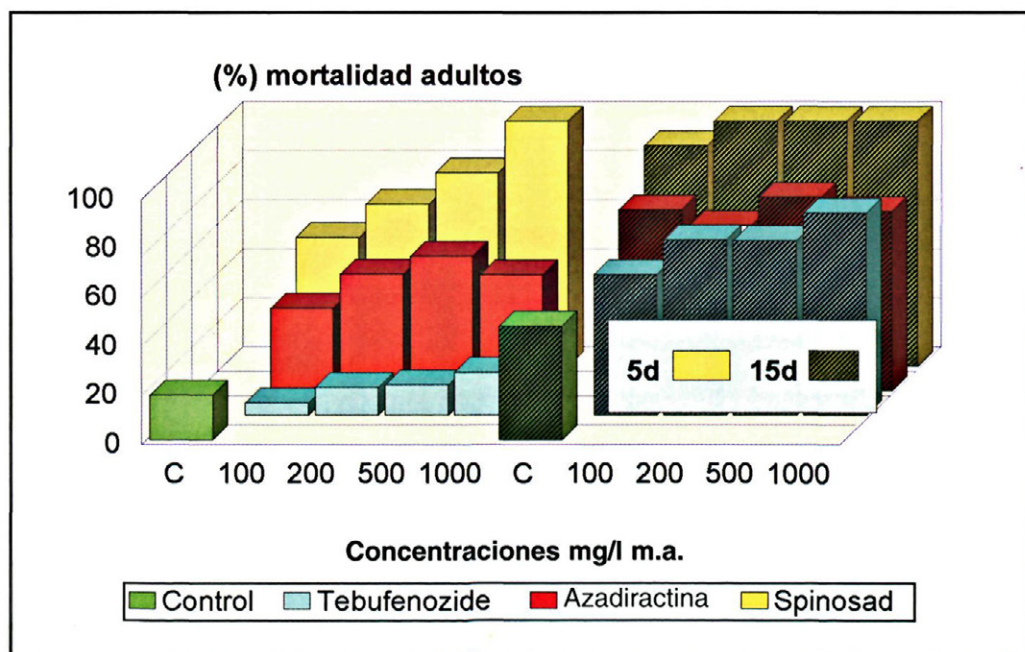


Fig. 3. - Mortalidad acumulada de adultos de *Hyposoter didymator* a los 5 y 15 días, cuando Tebufenocida, Spinosad y Azadiractina se aplicaron tópicamente a pupas jóvenes.

copuladas con más de tres días de vida en cajas de plástico ventiladas (5cm de alto x 12 cm de diámetro) y se les suministró alimento y bebida. Diariamente y durante cinco días consecutivos, se les ofreció para parasitación 10 L₃ larvas de *S. littoralis* durante una hora. Posteriormente las larvas expuestas por cada dosis y día, se pasaron a cajas semejantes a las descritas previamente para la obtención de pupas para los ensayos y se les dio dieta artificial. También en este caso las larvas no parasitadas, se descartaron a los seis días, basándonos en su mayor tamaño.

Análisis estadístico

Los resultados fueron analizados estadísticamente con test de ANOVA unifactorial y test LSD para la comparación de medias, usando el programa Statgraphics (STSC, 1987). Cuando los tests de normalidad y/o homocedasticidad no se cumplieron, se procedió a la transformación arc. sen \sqrt{x} ó se utilizó el test no paramétrico de Kruskal-Wallis.

RESULTADOS

Ninguno de los tres insecticidas evaluados modificó la emergencia de adultos de *H.*

didymator cuando se aplicó tópicamente a pupas jóvenes (F = 0,55; gl = 21,66; P = 0,93) (Figura 1).

En los tratamientos con tebufenocida, la mortalidad de adultos del parasitoide a lo largo del tiempo, siempre fue similar a la del control. A las 48 h no superó el 15% en ningún caso, a los cinco días osciló entre el 10 y el 20% dependiendo de la dosis, y a los quince días superó el 50% pero fue similar a la registrada en el control (Figuras 2 y 3).

Este insecticida redujo la longevidad de adultos a partir de los 200 mg/l de producto, y el valor registrado en esta concentración no difirió significativamente del obtenido a 500 y 1000 mg/l (Cuadro 1). La Capacidad benéfica de *H. didymator* no se vio afectada por el tebufenocida incluso a las dosis más altas y tanto los % de huéspedes atacados como el % de adultos emergidos, fueron similares a los registrados en el control (Cuadro 1).

Spinosad produjo mortalidades en los adultos emergidos superiores al 50% a partir de la concentración de 500 mg/l ya a tan sólo 48 h tras su emergencia (Figura 2). A los cinco días, la mortalidad de adultos alcanzó el 50% a partir de la concentración de 100 mg/l y a la concentración más alta estudiada, 1000 mg/l, la mortalidad registrada fue del 100% (Figura 3). A los 15 días tras emerger, la mor-

Cuadro 1.- Efectos del Tebufenocida suministrado tópicamente a pupas de 24 h de *Hyposoter didymator*

Concen- tración mg/l m.a.	(% Mortalidad adultos acumulada ¹ , 15 d	Longevidad ² , d	Capacidad Benéfica	
			% Huéspedes atacados	% Adultos emergidos
0	46,5 ± 7,79 a	21,7 ± 2,87 a	86,0 ± 4,00 a	98,0 ± 1,22 a
0,1	63,8 ± 16,63 a	21,5 ± 1,82 a	82,0 ± 2,54 a	97,0 ± 2,00 a
1	56,5 ± 10,94 a	19,1 ± 2,05 a	83,0 ± 2,00 a	97,0 ± 1,22 a
10	62,8 ± 5,25 a	21,8 ± 2,38 a	85,4 ± 2,13 a	97,0 ± 2,00 a
100	73,8 ± 12,47 a	19,4 ± 2,40 a	81,0 ± 3,31 a	87,0 ± 5,38 a
200	67,5 ± 19,73 a	10,4 ± 1,21 b	86,8 ± 2,41 a	93,0 ± 2,54 a
500	79,0 ± 7,31 a	11,2 ± 1,19 b	83,0 ± 2,00 a	96,0 ± 1,87 a
1000	73,3 ± 16,39 a	12,9 ± 1,46 b	86,6 ± 3,44 a	95,0 ± 1,58 a

Los datos (medias ± error estándar) seguidos por distinta letra dentro de la misma columna, difieren significativamente al 5%. ¹ANOVA y LSD; ²Kruskal-Wallis.

Cuadro 2.- Efectos del Spinosad suministrado tópicamente a pupas de 24 h de *Hyposoter didymator*

Concentración mg/l m.a.	Mortalidad adultos acumulada ¹ , 15 d	Longevidad ² , d	Capacidad Benéfica	
			% Huéspedes atacados	% Adultos emergidos
0	46,5 ± 7,79 a	21,7 ± 2,87 a	86,0 ± 4,00 a	98,0 ± 1,22 a
0,1	54,0 ± 5,71 ab	22,1 ± 2,65 a	86,0 ± 1,00 a	97,0 ± 2,00 a
1	70,8 ± 13,89 bc	18,0 ± 1,83 ab	83,4 ± 1,88 a	97,0 ± 1,22 a
10	70,0 ± 12,24 abc	14,8 ± 1,95 b	83,0 ± 2,54 a	97,0 ± 2,00 a
100	90,0 ± 10,0 cd	3,31 ± 0,36 c	83,3 ± 4,40 a	91,7 ± 8,33 a
200	100 d	1,81 ± 0,20 c	85,0 ± 2,88 a	86,7 ± 6,66 a
500	100 d	1,62 ± 0,15 c	80,0 ± 0 a	87,5 ± 2,50 a
1000	100 d	1,37 ± 0,12 c	-	-

Los datos (medias ± error estándar) seguidos por distinta letra dentro de la misma columna, difieren significativamente al 5%. ¹ANOVA y LSD; ²Kruskal-Wallis.

talidad acumulada de los adultos casi llegó al 100% a partir de 100 mg/l de producto, y no hubo ningún superviviente a 200 mg/l (Figura 3).

El spinosad redujo así mismo drásticamente la longevidad de los adultos del parasitoide, siendo el tiempo medio de vida de tan sólo tres días a partir de la concentración de 100 mg/l (Cuadro 2). La capacidad benéfica del enemigo no se vio afectada sin embargo por este insecticida, los días que se pudo evaluar, ya que a partir de 1.000 mg/l los adultos murie-

ron en las 48 h siguientes a su emergencia (Cuadro 2).

Azadiractina no produjo mortalidades significativas en los adultos emergidos: a las 48 h no superó el 15%; a los cinco días no superó el 35% hasta la concentración de 100 mg/l y ascendió al 50% a partir de la de 200 mg/l; a los 15 días alcanzó valores cercanos al 50% a partir de la concentración más baja (0,1 mg/l) pero no superó el 85% aún a las más altas (Figuras 2 y 3).

La longevidad del parasitoide se vio par-

Cuadro 3.- Efectos de la Azadiractina suministrado tópicamente a pupas de 24 h de *Hyposoter didymator*

Concentración mg/l m.a.	Mortalidad adultos acumulada ¹ , 15 d	Longevidad ² , d	Capacidad Benéfica	
			% Huéspedes atacados	% Adultos emergidos
0	46,5 ± 7,79 a	21,7 ± 2,87 a	86,0 ± 4,00 a	98,0 ± 1,22 a
0,1	54,5 ± 8,81 ab	21,1 ± 2,35 ab	83,0 ± 2,00 a	97,0 ± 2,00 a
1	52,8 ± 12,07 ab	16,9 ± 2,04 abc	84,0 ± 2,91 a	97,0 ± 1,22 a
10	52,5 ± 12,50 ab	16,3 ± 2,09 abcd	84,8 ± 2,03 a	97,0 ± 2,00 a
100	57,5 ± 10,10 ab	17,6 ± 1,67 abcd	85,0 ± 2,23 a	87,0 ± 5,38 a
200	71,5 ± 12,60 ab	15,7 ± 1,72 bcd	85,2 ± 2,80 a	93,0 ± 2,54 a
500	71,3 ± 10,83 ab	11,7 ± 1,57 d	83,4 ± 1,88 a	96,0 ± 1,87 a
1000	82,5 ± 11,81 b	15,3 ± 1,54 cd	87,6 ± 2,65 a	94,0 ± 1,87 a

Los datos (medias ± error estándar) seguidos por distinta letra dentro de la misma columna, difieren significativamente al 5%. ¹ANOVA y LSD; ²Kruskal-Wallis.

cialmente afectada por la azadiractina, sobre todo a las dosis más altas, pero sólo se registraron diferencias significativas respecto al control, a partir de 200 mg/l (Cuadro 3). El insecticida no modificó la capacidad benéfica del parasitoide, que fue en todas las concentraciones similar a la del control.

DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos, de los tres insecticidas evaluados el spinosad fue el más tóxico para *H. didymator*, ya que tan sólo 48 h después de haber emergido los adultos, éstos murieron a las concentraciones más altas, y en días sucesivos la mortalidad se fue produciendo en las concentraciones más bajas.

Este efecto de choque propio de un neurotóxico, ha sido citado también por VIÑUELA y colaboradores (1998) al tratar tópicamente o por ingestión, ninfas del chinche depredador *Podisus maculiventris* (Say). En la bibliografía no hay referencias de posibles efectos secundarios del spinosad sobre himenópteros ichneumónidos, pero diversos trabajos realizados con otros parasitoides y algunos depredadores, coinciden con los nuestros en cuanto describen mortalidades elevadas de los adultos en un corto tiempo y una disminución de la longevidad media de los supervivientes (PIETRANTONIO y BENEDICT, 1997; VIÑUELA *et al.*, 1998; RUBERSON y TILLMAN, 1999; TURNISPEED y SULLIVAN, 1999). El producto fue sin embargo inocuo para *Orius insidiosus* (Say) (PIETRANTONIO y BENEDICT, 1997; RUBERSON y TILLMAN, 1999).

La descoordinación de movimientos y temblores observadas en los adultos emergidos de las pupas tratadas con las dosis más altas, se deben a contracciones musculares involuntarias producidas como consecuencia de la actuación del producto al nivel del sistema nervioso central, y ya han sido reportadas por otros autores en diversos insectos (ADÁN *et al.*, 1996; SALGADO, 1998).

La acción del spinosad sobre adultos emergidos de pupas del parasitoide tratadas vía tópica, puede ser indicativo de que el

insecticida tiene una buena capacidad de penetración a través del capullo sedoso con que el ichneumónido recubre la pupa, aunque también puede deberse en parte a la estrategia utilizada por el enemigo para emerger del capullo, ya que *H. didymator* realiza un orificio con sus mandíbulas en el capullo para emerger, pudiendo contaminarse así también por ingestión.

Si bien nuestros datos son preliminares en cuanto deberían ser completados en laboratorio con estudios sobre otros estados y estadios de desarrollo del enemigo, y otras vías de exposición al insecticida, los resultados obtenidos en este trabajo nos indican que spinosad podría no ser compatible con *H. didymator* en programas de IPM contra noctuidos plaga.

El tebufenocida sólo modificó la longevidad de los adultos emergidos del parasitoide y a una dosis superior a la registrada para su uso en campo que es de 144 mg/l. El insecticida no afectó al resto de los parámetros evaluados. Por tanto de acuerdo con nuestros resultados, el tebufenocida puede ser considerado como inocuo para el enemigo aplicado tópicamente y similares resultados han sido citados por GONZÁLEZ *et al.* (1998) para el braconido *Opius concolor* Szèpligeti cuando parasitaba larvas tratadas del huésped. El insecticida resultó también totalmente inocuo vía residual para adultos de los braconidos *Cotesia marginiventris* (Cresson) y *Cotesia plutellae* (Kurdyumov) (PIETRANTONIO y BENEDICT, 1997) y de los depredadores *O. insidiosus* (Say) y *Chrysoperla carnea* (Stephens) (MEDINA, comunicación personal).

Estudios realizados sobre *Hyssopus pallidus* (Askew) y *Ascogaster quadridentata* (Wesmael) demostraron que el producto era inocuo para el ectoparasitoide, pero que sin embargo tenía una acción indirecta perjudicial sobre el endoparasitoide al alterar las relaciones con su huésped (BROWN, 1996).

Por tanto el tebufenocida podría ser un candidato a tener en cuenta en programas de IPM de lepidópteros plaga, aunque antes es necesario completar los estudios sobre los posibles efectos tóxicos del producto, eva-

luando otras vías de contaminación del enemigo y otros estados de desarrollo, porque SCHNEIDER y VIÑUELA (1999) han observado que los estadios inmaduros de *H. didymator* son afectados por el insecticida vía huésped a concentraciones inferiores a las registradas para su uso en campo.

La azadiractina también fue inocua para *H. didymator* cuando se trataron las pupas tópicamente, si bien afectó la longevidad del enemigo a concentraciones muy superiores a la máxima autorizada para su uso en campo que es de 48 mg/l.

Nuestros resultados concuerdan con los obtenidos con otros enemigos naturales, pues el insecticida resultó inocuo por vía residual, para las ninfas del mirido depredador *Dicyphus tamanini* (Wagner) (CASTAÑE *et al.*, 1996), e inocuo aplicado vía huésped para el

parasitoide *O. concolor* (GONZÁLEZ *et al.*, 1998). Sin embargo sus residuos produjeron efectos nocivos en las larvas del depredador *C. carnea* (VOGT *et al.*, 1998).

Como resumen, de los tres insecticidas evaluados, el spinosad parece ser el único que en principio no sería compatible con *H. didymator*, pero antes de sacar conclusiones definitivas hay que hacer estudios más extensos como hemos indicado antes.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado con los proyectos del Ministerio de Educación y Cultura AGF98-0715 y AGF99-1135 a E. Viñuela. M. Schneider es becaria de formación de postgrado externa de CONICET-Argentina.

ABSTRACT

M. I. SCHNEIDER, F. BUDIA, A. GOBBI, A. M. M. DE REMES LENICOV y E. VIÑUELA: Topical toxicity of Tebufenozide, Spinosad and Azadirachtin on pupae of *Hyposoter didymator* (Thunberg, 1822).

Laboratory studies were conducted to evaluate the toxicity of tebufenozide, spinosad and azadirachtin topically applied at concentrations between 0.1 and 1000 mg i.a./l to 24-h-old pupae of *Hyposoter didymator*. None of the studied pesticides modified parasitoid adult emergence or its beneficial capacity. Spinosad gave significant adult mortality soon after emergence: at 48 h it reached 50% from 500 mg/l onwards and at 5 days, total mortality was recorded for doses higher than 100 mg/l. Tebufenozide and azadirachtin were not toxic for the enemy and only a slight reduction on the longevity of emerged adults from treatments with 200 mg/l of azadirachtin were detected. Malformed adults were never observed but in spinosad treatments adults showed uncontrolled movements from 100 mg/l onwards.

Key words: *Hyposoter didymator*, parasitoid, pupae, side-effects, spinosad, tebufenozide, azadirachtin.

REFERENCIAS

- ADÁN, A.; DEL ESTAL, P.; BUDIA, F.; GONZÁLEZ, M., y VIÑUELA, E., 1996: Laboratory evaluation of novel naturally derived compound spinosad against *Ceratitis capitata*. *Pestic. Sci.* **48**: 261-268.
- BAHENA, F.; BUDIA, F.; ADÁN, A.; DEL ESTAL, P., y Viñuela, E., 1999: Scanning electron microscopy of *Hyposoter didymator* in host *Mytimitna umbriger* larvae. *Annals of ESA* **92**: 144-152.
- BARRET, K. L.; GRANDY, N.; HARRISON, E. G.; HASSAN, S. & OOMEN, P (eds), 1994: *Guidance document on regulatory testing procedures for pesticides with non-target arthropods*. Society of Environmental Toxicology and Chemistry-Europe, U.K. 51 pp.
- BROWN, J. J., 1996: The compatibility of Tebufenozide with a laboratory lepidopteran host / hymenopteran parasitoid population. *Biological Control* **6**: 96-104.
- BRET, B. L.; LARSON, L.; SCHOONOVER, J. R.; SPARKS, T. C., y THOMPSON, G. D., 1997: Biological properties of Spinosad. *Dow to Earth* **52**: 6-13.
- BUDIA, F.; MARCO, V., y VIÑUELA, E., 1994: Estudios preliminares de los efectos del insecticida RH-5992 sobre larvas de distintas edades de *Spodoptera exigua*. *Bol. San. Veg. Plagas* **20**: 401-408.
- CASTAÑE, C.; ARIÑO, J., y ARNÓ, J., 1996: Toxicity of some insecticides and acaricides to the predatory bug *Dicyphus tamaninii*. *Entomophaga* **41**: 221-216.

- CROFT, B., 1990: *Arthropod biological control agents and pesticides*. John Wiley & sons (ed). 723 pp.
- ERMEL, K., y KLEBERG, H., 1995: Commercial Products, their Standardization and Problems of quality Control. In *The Neem Tree*: 375-384. H. SCHMUTTERER (ed). Weinheim.
- GOBBI, A.; BUDIA, F.; SMAGGHE, G., y VIÑUELA, E., 1998: Acción del tebufenocida sobre larvas de *Spodoptera littoralis* (Boisduval). Influencia de la forma de aplicación. *Bol. San. Veg. Plagas* **24**: 41-56.
- GONZÁLEZ, M.; BAHENA, F., y VIÑUELA, E., 1998: Efecto de distintos reguladores de crecimiento de los insectos (RCI) sobre el parasitoide *Opius concolor* cuando son ingeridos por la larva huésped. *Bol. San. Veg. Plagas* **24**: 193-200.
- HARRINGTON, S. A.; HUTCHINSON, P.; DUCTH, M. E.; LAWRENCE, P. J., y MICHAEL, P. J., 1993: An efficient method of mass rearing two introduced parasitoids of noctuids (Lepidoptera: Noctuidae). *J. Aust. Ent. Soc.* **32**: 79-80.
- LIÑAN, C., 2000: Vademecum de productos fitosanitarios y nutricionales 2000. C. LIÑAN (ed). Agrotécnicas S.L. Madrid. 655 pp.
- PIETRANTONIO, P. V., y BENEDICT, J., 1997: Effect of new chemistry insecticides towards beneficial insects of cotton. In: *Proceedings Beltwide Cotton Conferences*. Volume 2: 1339-1340. DUGGER, P y RICHTER, D. J. (eds). Orlando.
- POITOUT, S., y BUES, R., 1974: Elevage de chenilles de vingt-huit especes de Lepidopteres Noctuidae et de deux especes d'Artiidae sur milieu artificiel simple. Particularités de l'élevage selon les especes. *Ann. Zool. Econ. Anim.* **6**: 431-441.
- RUBERSON, J. R., y TILLMAN, P. G., 1999: Effect of selected insecticides on natural enemies in cotton: laboratory studies. In: *Proceedings Beltwide Cotton Conference*. Volume 2: 1210-1213. DUGGER, P y RICHTER, D. J. (eds). Orlando.
- SALGADO, V. L. 1997: The modes of action of spinosad and other insect control products. *Down to Earth* **52**:35-43.
- SALGADO, V. L. 1998: Studies on the mode of action of spinosad: insect symptoms and physiological correlates. *Pestic. Biochem. Physiol.* **60**: 91-102.
- SCHMUTTERER, H., 1990: Properties and potential of natural pesticides from the neem tree *Azadirachta indica*. *Ann. Rev. Entomol.* **35**: 271-297.
- SCHMUTTERER, H., 1995: Biological effects of neem and their modes of action. In *The Neem Tree*: 167-170. H. SCHMUTTERER (ed). Weinheim.
- SCHNEIDER, M. I., y VIÑUELA, E., 1999: Evaluation of tebufenozide on immature stages of *Hyposoter didymator*, a parasitoid of noctuid larvae. *Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent* **64/3a**: 287-295.
- SMAGGHE, G., y DEGHEELE, D., 1994: Action of a novel nonsteroidal ecdysteroid mimic tebufenozide (RH-5992) on insects of different orders. *Pestic. Sci.* **42**: 85-92.
- SMAGGHE, G., y DEGHEELE, D., 1998: Ecdysone agonists: mechanism and biological activity. En: *Insecticides with novel modes of action*: 25-39. I. ISHAAYA y D. DEGHEELE (eds). Springer. Berlín.
- SMAGGHE, G.; VIÑUELA, E.; BUDIA, F., y DEGHEELE, D., 1996: *In vivo* and *in vitro* effects of the nonsteroidal ecdysteroid agonist tebufenozide on cuticle formation in *Spodoptera exigua*: An ultrastructural approach. *Arch. Insect Biochem. Physiol.* **32**:121-134.
- SMAGGHE, G.; VIÑUELA, E.; BUDIA, F., y DEGHEELE, D., 1997: Effects of nonsteroidal ecdysteroid mimic Tebufenozide on tomato looper *Chrysodeixis chalcites*: An ultrastructural analysis. *Arch. Insect Biochem. Physiol.* **35**: 179-190.
- STSC, 1987: *Statgraphics User's Guide, Version 5.0*. Graphic software system, STSC, Rockville, MD, USA.
- SUNDARAM, K. M.; SUNDARAM, A.; CURRY, J., y SLOANAE, L., 1997: Formulation selection and investigation of azadirachtin-A persistence in some terrestrial and aquatic components of a forest environment. *Pestic. Sci.* **51**: 74-90.
- THOMPSON, G. D.; MICHEL, R. C.; YAO, R. C.; MYNDERSE, J. S.; MOSBURG, C. T.; WORDEN, T. V.; CHIO, E. H.; SPARKS, T. C., y HUTCHINS, S. H., 1997: The discovery of *Sacchropolyspora spinosa* a new class of insect control products. *Dow To Earth* **52**: 1-5.
- TURNISPEED, S. G., y SULLIVAN, M. J., 1999: Consequences of natural enemy disruption with applications of hard insecticides prior to the bollworm flight in conventional and *Bt* cotton. In: *1999 Proceedings Beltwide Cotton Conferences*. Vol. 2. DUGGER, P y RICHTER, D. J. (eds). Orlando.
- VIÑUELA, E.; ADÁN, A.; GONZÁLEZ, M.; BUDIA, F.; SMAGGHE, G., y DEL ESTAL, P., 1998: Spinosad y azadiractina: efectos de dos plaguicidas de origen natural en el chinche depredador *Podisus maculiventris* (Say). *Bol. San. Veg. Plagas* **24**: 57-66.
- VIÑUELA, E.; ADÁN, A.; SMAGGHE, G.; GONZÁLEZ, M., MEDINA, M.ª P., BUDIA, F.; VOGT, H., y DEL ESTAL, P., 1999: Laboratory effects of ingestion of azadirachtin by two pests (*Ceratitis capitata* and *Spodoptera exigua*) and three natural enemies (*Chrysoperla carnea*, *Opius concolor* and *Podisus maculiventris*). *Biocontrol Sci. & Technol.* **10**: 165-177.
- VIÑUELA, E.; HÄNDEL, U., y VOGT, H., 1996: Evaluación en campo de los efectos secundarios de dos plaguicidas de origen botánico, una piretrina natural y un extracto de neem sobre *Chrysoperla carnea*. *Bol. San. Veg. Plagas* **22**: 97-106.
- VOGT, H.; GONZÁLEZ, M.; ADÁN, A.; SMAGGHE, G., y VIÑUELA, E., 1998: Efectos secundarios de la azadiractina vía contacto residual, en larvas jóvenes del depredador *Chrysoperla carnea* (Stephens). *Bol. San. Veg. Plagas* **24**: 67-78.

(Recepción: 21 febrero 2000)

(Aceptación: 19 julio 2000)