

Efectos secundarios de tres modernos plaguicidas por contacto residual en laboratorio sobre adultos de *Podisus maculiventris* (Say) (Hemiptera: Pentatomidae)

F. BUDIA, A. ADÁN, P. MEDINA y E. VIÑUELA

Podisus maculiventris (Say), es un chinche originario de América del Norte, con una actividad depredadora generalista que actualmente suscita interés por su potencial para el control de importantes plagas de noctuidos así como del escarabajo de la patata. Se han estudiado los efectos que la exposición a residuos de tres insecticidas de nueva generación, spinosad (TRACER®), azadiractina (ALIGN®) y tebufenocida (MIMIC®), ocasionan en adultos (0-48 horas de edad) de *P. maculiventris*. Los insecticidas se aplicaron, siguiendo las directrices de la OILB, a las máximas dosis de campo recomendadas. El producto más tóxico para el chinche fue spinosad, ya que a las 72 horas de contacto con el residuo, el total de la población tratada había muerto. Por el contrario azadiractina y tebufenocida no afectaron a la longevidad del depredador. En cuanto a su capacidad reproductora, sólo tebufenocida redujo la puesta significativamente.

F. BUDIA, A. ADÁN, P. MEDINA y E. VIÑUELA: Protección de Cultivos, E.T.S.I. Agrónomos, 28040 Madrid.

Palabras clave: spinosad, azadiractina, tebufenocida, efectos secundarios, longevidad, fecundidad, fertilidad, *Podisus maculiventris*.

INTRODUCCIÓN

Podisus maculiventris (Say) es un depredador generalista (más de 90 huéspedes citados), pero con marcada preferencia por las larvas de lepidópteros y en menor medida de coleópteros (HAGEN *et al.*, 1999). Aparece de forma espontánea en un elevado número de ecosistemas naturales y agrícolas de América del Norte (McPHERSON, 1982) y ha suscitado interés por su potencial para el control de importantes plagas de noctuidos, como *Heliothis* spp. (LÓPEZ *et al.*, 1976), *Spodoptera exigua* (Hübner) (DE CLERCQ y DEGHEELE, 1994) y de crisómelidos como *Leptotarsa decemlineata* (Say) (GUSEV *et al.*, 1983). Además, su capacidad para adaptarse

a condiciones ambientales desfavorables, como la escasez de presas y temperaturas extremas, contribuyen a su establecimiento en los cultivos (O'NEIL, 1988; DE CLERCQ y DEGHEELE, 1992).

De acuerdo con la filosofía de Producción Integrada, en la protección de los cultivos medidas preventivas como la conservación y el incremento de los enemigos naturales priman sobre el uso de plaguicidas que sólo debe emplearse cuando los umbrales económicos lo justifican (BOLLER *et al.*, 1998). Por otro lado, es frecuente que los parasitoides y depredadores naturales presenten mayor susceptibilidad a los insecticidas que sus huéspedes o presas (CROFT, 1990). Es necesario por lo tanto, conocer la actividad de los nue-

vos productos fitosanitarios sobre los enemigos, para no eliminar o reducir drásticamente la acción beneficiosa de éstos, cuando una intervención química se hace necesaria.

La principal forma de contaminación de los insectos con los plaguicidas es a través de los depósitos que quedan en la superficie de las plantas después del tratamiento (CROFT, 1990). En el caso concreto de los chinches depredadores, la vía de entrada parece ser a través de los tarsos, cuando se desplazan sobre superficies tratadas (BOYD y BOETHEL, 1998). El procedimiento habitual para evaluar en laboratorio esta forma de entrada del tóxico es someter al enemigo a un tratamiento por contacto residual (HASSAN, 1994).

En este trabajo se ha evaluado en condiciones de laboratorio, la toxicidad de tres insecticidas de nueva generación sobre *P. maculiventris*, mediante tratamiento residual sobre adultos del chinche, según las directrices de la OILB (HASSAN, 1994). Los insecticidas evaluados fueron un neurotóxico de origen natural, spinosad, término que agrupa a una nueva familia de lactonas macrocíclicas producidas por el actinomiceto *Saccharopolyspora spinosa* (Mertz y Yao), con actividad neurotóxica en distintos grupos de insectos, como tisanópteros, dípteros, lepidópteros y algunos coleópteros (SPARKS *et al.*, 1998). Diversos trabajos señalan la elevada actividad y el efecto de choque de este compuesto sobre plagas de noctuidos, que a su vez son presas habituales de *P. maculiventris* como por ejemplo *S. exigua* (Hübner) (MASCARENHAS *et al.*, 1996) y *Heliothis virescens* (Fabricius) (SPARKS *et al.*, 1998).

Los otros dos insecticidas ensayados pertenecen al grupo de los reguladores del crecimiento de los insectos (RCIs) y por lo tanto actúan a nivel del sistema hormonal. El agonista de la hormona de la muda, tebufenocida resulta muy específico para especies de lepidópteros (SMAGGHE *et al.*, 1997). El insecticida de origen vegetal, azadiractina, que al parecer inhibe la liberación de las hormonas protorácicas y de las alatotropinas tiene un espectro de actividad bastante más amplio (VIÑUELA *et al.*, 2000).

MATERIALES Y MÉTODOS

Insectos

Los ensayos se realizaron con una población de *P. maculiventris*, criada en nuestro laboratorio desde hace varios años, bajo condiciones ambientales controladas de temperatura 25 ± 2 C, humedad, 75 ± 5 % de HR, y fotoperíodo de 16:8 h(L:O). Tanto los adultos como las ninfas se alimentaron con orugas del noctuido *Spodoptera littoralis* (Boisduval) y se les suministró agua en pequeños bebederos rellenos de papel mojado, siguiendo las recomendaciones descritas por VIÑUELA *et al.* (1998). En estas condiciones los adultos viven más de 100 días y el desarrollo de inmaduros abarca entre 25 y 39 días.

Insecticidas

Los productos utilizados fueron los preparados comerciales: Mimic[®] (Rohm & Haas), suspensión concentrada con una riqueza en tebufenocida del 24 %; Align[®] (Sipcam Inagra), líquido emulsionable con una riqueza en azadiractina del 3,2 %, y Tracer[®] (sin registrar en España) suspensión concentrada con una riqueza en spinosad del 48 %. Los tres productos se aplicaron a la máxima concentración de campo recomendada en España, en el caso de la azadiractina (450 g p.c./ha) y del tebufenocida (225 g p.c./ha) y la recomendada en EE.UU. en el caso de spinosad (250 g p.c./ha) en base a un gasto de agua de 300 l/ha.

Ensayos

Los insecticidas se aplicaron disueltos en agua, mediante torre de Potter (con un depósito estándar de $1,54 (\pm 0,06)$ mg cm⁻² y una presión de 50 kPa) según la metodología descrita por JACAS y VIÑUELA (1994), basada en las directrices de la OILB. Las placas tratadas se dejaron secar a temperatura ambiente y a continuación se introdujeron en ellas

Mortalidad en el tiempo indicado de los Adultos de *Podisus maculiventris* tratados por contacto residual con Spinosad

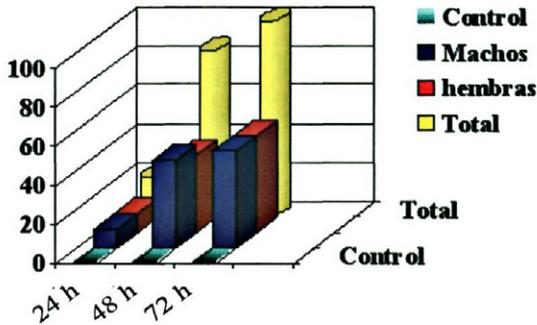


Fig. 1. - Mortalidad de adultos de *Podisus maculiventris* tratados por contacto residual con Spinosad.

adultos de *Podisus* con una edad inferior a las 48 horas. Durante 5 días permanecieron expuestos a la acción residual de los insecticidas, y para alimentarles con las orugas de *S. littoralis* fue necesario sacarles de las unidades tratadas durante 2 horas diariamente, con el fin de no cubrir los residuos de los insecticidas con los numerosos restos que deja el chinche tras consumir la presa. En cada unidad tratada se introdujeron un macho y una hembra, y el número de repeticiones inicial fue de 10 parejas.

Al sexto día, los adultos supervivientes se trasladaron (por parejas) a cajas petri no tratadas en las que se realizó el seguimiento de la fecundidad y de la fertilidad durante un mes.

Análisis estadístico

Para analizar los resultados obtenidos respecto a los parámetros estudiados, mortalidad, fecundidad y fertilidad, se aplicó el test de igualdad de varianzas unifactorial (ANOVA) y el test de comparación de medias

(LSD) para un nivel de significación del 5%, empleando el programa informático Statgraphics (STSC, 1987).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Spinosad

Los adultos de *P. maculiventris* fueron muy susceptibles a la acción residual de spinosad en condiciones de laboratorio (Figura 1); ya que a las 48 horas la mortalidad de los individuos tratados fue del 85% ($\pm 5,7$) siendo del 100% a los tres días de tratamiento, en contraste con el control, donde todos los individuos sobrevivían. Ninguno de los adultos tratados alcanzó la madurez sexual, (tardan una media de seis días en nuestras condiciones de laboratorio) por lo que no se pudo evaluar si el insecticida tenía efectos en su reproducción.

En ensayos anteriores comprobamos que spinosad fue muy activo en las ninfas de último estadio de *P. maculiventris*, cuando se

Cuadro 1. - Tratamiento residual con azadiractina y tebufenocida sobre adultos de *P. maculiventris*. Efectos en la fecundidad y fertilidad

	PUESTA ¹	% ECLOSIÓN ²
CONTROL	359,6 ± 31,1 ^a	70,3 ± 4,0 ^a
AZADIRACTINA	283,9 ± 28,8 ^{ab}	53,4 ± 5,7 ^a
TEBUFENOCIDA	213,0 ± 39,9 ^b	68,8 ± 7,0 ^a

Los datos son (medias ± error estándar) dentro de cada columna seguidos de la misma letra no difieren significativamente al 5 % (ANOVA, LSD).

¹ puesta acumulada de 30 días. ² media de la eclosión obtenida de la puesta recogida a lo largo de 30 días.

suministró el tóxico vía ingestión en los bebederos (la CL₅₀ a los 4 días fue de 32,6 mg/l), y considerablemente menos tóxico cuando se aplicó tópicamente (VIÑUELA *et al.*, 1998).

Nuestros resultados de laboratorio no son concluyentes, sino que plantean la necesidad de evaluar la toxicidad de spinosad en semi-campo y en campo sobre *P. maculiventris*. Por ejemplo, para el caso de otro chinche depredador, el autócorido *Orius insidiosus* (Say), spinosad en ensayos residuales de laboratorio sobre adultos tuvo, como en nuestro caso un efecto de choque, ya que a las 24 horas se obtuvo una CL₅₀ de 200 ppm (SCHOONOVER y LARSON, 1995). Sin embargo en ensayos de campo con esta misma especie, spinosad no afectó de forma significativa a sus poblaciones (FUNDERBURK *et al.*, 1998).

Tebufenocida

Durante los cinco días de exposición al residuo de este insecticida, no se registró ninguna muerte entre los adultos tratados, ni se observaron diferencias significativas con el control a lo largo del mes en el que se mantuvo su seguimiento. SMAGGHE y DEGHEELE (1995) tampoco encontraron efectos en la longevidad de adultos de *P. maculiventris* y de *P. nigrispinus* (Dallas) al tratarlos con tebufenocida por vía oral, inmediatamente después de la emergencia.

Sin embargo el tratamiento residual con este insecticida sí afectó a la fecundidad de las hembras, reduciendo la puesta de forma significativa, aunque no la eclosión (Cuadro 1).

Una reducción o supresión de la fecundidad como consecuencia del tratamiento con ecdisoides agonistas se ha observado en algunos órdenes de insectos. Especialmente en especies de lepidópteros se han señalado reducciones en el tamaño de los ovarios y en el número de huevos con el corión formado, cuando se tratan tópicamente con tebufenocida hembras (SALEM *et al.*, 1997). Sin embargo SMAGGHE y DEGHEELE (1995) no encontraron diferencias con el control, en la fecundidad y fertilidad cuando trataron por ingestión *P. maculiventris* y *P. nigrispinus*. Tampoco se observaron efectos en la fecundidad al tratar residualmente adultos de *Orius laevigatus* (Fieber) (VEIRE *et al.*, 1996), pero el tratamiento con RH 5849 (perteneciente al mismo grupo químico que tebufenocida) de ninfas de *Orius fasciatus* dio lugar a la emergencia de adultos estériles (DARVAS *et al.*, 1992).

Azadiractina

Tampoco el tratamiento residual con azadiractina sobre los adultos redujo su longevidad respecto del control. En cuanto a los efectos diferidos en la reproducción (Cuadro 1), tanto el valor de la fecundidad como el de

la fertilidad fueron menores que los registrados en el control, pero no difirieron estadísticamente para un nivel de significación del 5 %. La misma tendencia a la reducción en los parámetros reproductores, pero sin diferencias estadísticas, la observamos en ensayos anteriores cuando se suministró el mismo formulado de azadiractina, Align®, a ninfas de último estadio de *P. maculiventris* por vía oral (VIÑUELA *et al.*, 2000).

Los resultados con otros formulados o extractos de azadiractina diferentes al empleado por nosotros son muy variables, aunque en general los tratamientos de adultos no afectan a su supervivencia. Tampoco se observaron efectos en la longevidad y la fecundidad de *O. laevigatus* cuando se trata-

ron residualmente ninfas de primer estadio (VEIRE *et al.*, 1996); por el contrario, en adultos del pulgón *Brevicoryne brassicae* (L.), expuestos a residuos de una concentración de 60 ppm de azadiractina, si se observó una reducción de la fertilidad (OPENDER, 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. P. Medina es becaria de FPI de la CAM.

ABSTRACT

F. BUDIA, A. ADÁN, P. MEDINA y E. VIÑUELA, 2000: Side-effects of three modern insecticides on *Podisus maculiventris* (Say) (Hemip: Pentatomidae) via residual contact.

Podisus maculiventris (Say) is a generalist predator from North America, that feeds on larval forms of important pest of lepidopterous and coleopterous insects. Adults (less than 48-h-old) were exposed to residues of Spinosad, Tebufenozide and Azadirachtin. In order to follow the IOBC guidelines, the maximum field recommended rate was applied.

Spinosad was the most toxic product. All the bugs died after 72 hours of exposure. On the contrary, Azadirachtin and Tebufenozide did not affect the predator lifespan. Tebufenozide reduced the fecundity significantly.

Key words: Spinosad, Azadirachtin, Tebufenozide, side-effects, longevity, fecundity, fertility, *Podisus maculiventris*.

REFERENCIAS

- BOLLER, E. F.; AVILLA, J.; GENDRIER, J. P.; JÖRG, E., y MALAVOLTA, C., 1998: Integrated Production in Europe. *Bull. OILB SROP/IOBC*. **21(1)** 19-22.
- BOYD, M. L., y BOETHEL, D. J., 1998: Susceptibility of Predaceous Hemipteran Species to Selected Insecticides on Soybean in Louisiana. *J.Econ.Entomol.* **91(2)**: 401-409
- CROFT, B. A., 1990: *Arthropod Biological Control Agents and Pesticides*. Jonh Wiley & Sons. New York, 723 p.
- DARVAS, B. L.; POLGAR, M. H.; TAG, E. D.; EROSS, K., y WING, K. D., 1992: Developmental disturbances in different insect orders caused by an ecdysteroid agonist, RH 5849. *J. Econ. Entomol.* **85**: 2107-2112.
- DE CLERCQ, P., y DEGHEELE, D., 1992: Plant feeding by two species of predatory bugs of the genus *Podisus*. *Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent*. **57/3a**, 591-596.
- DE CLERCQ, P., y DEGHEELE, D., 1994: Laboratory measurement of predation by *Podisus maculiventris* and *P. sagitta* on beet armyworm. *J. Econ.Entomol.* **87**: 76-83.
- FUNDERBURK, J. E.; STAVISKY, J., y OLSON, S. M., 1998: Density dependent regulation of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*, in field peppers by the insidious flower bug *Orius insidiosus*. *Proceedings of an International Conference, Brighton, UK*. Volume I.
- GUSEV, G. V.; ZAYAST, Y. V.; TOPASHCHENKO, E. M., y RZHAVINA, G. K., 1983: Control of the Colorado beetle on aubergines. *Zashchita rastenii*. **8**: 34.
- HAGEN, K. S.; MILLS, N. J.; GORDH, G., y McMURTRY, J. A., 1999: Terrestrial Arthropod Predators of Insect and Mite Pests en «*Handbook of Biological Control*», Bellows, T. S. & T. W. Fisher ed., Academic Press. 383-461 p.
- HASSAN, S. A., 1994: Activities of the IOBC/WPRS working group «Pesticides and beneficial organisms». *IOBC/WPRS Bull.* **17** (10): 1-5.
- JACAS, J., y VIÑUELA, E., 1994: Analysis of a laboratory method to test the effects of pesticides on adult females of *Opius concolor*, a parasitoid of the olive fruit fly. *Biocontrol Sci. & Technol.* **4**: 147-154.
- LÓPEZ, J. D.; RIDGWAY, R. L., y PINNELL, R. E., 1976: Comparative efficacy of four insect predators of the bollworm and tobacco budworm. *Environ. Entomol.* **5**: 1160-1164.
- MASCARENHAS, V. J.; LEONARD, B. R.; BURRIS, E., y GRAVES, J. B., 1996: Beet armyworm control on cotton in Louisiana. *Florida Entomologist*. **79(3)**: 336-342 p.
- McPHERSON, J. E., 1982: *The Pentatomoidea (Hemiptera) of the Northeastern North America*. South Illinois University Press, Carbondale and Edwardsville, Illinois, 204 p.
- O'NEIL, R. J., 1988: Predation by *Podisus maculiventris* on Mexican bean beetle, in Indiana soybeans. *Can. ent.* **120**: 161-166.
- OPENDER, K., 1998: Effect of neem extracts and azadirachtin on fertility and fecundity of cabbage aphid *Brevicoryne brassicae*. *Pesticide Research Journal*. **10** (2): 258-261.
- SALEM, H.; SMAGGHE, G., y DEGHEELE, D., 1997: Effects of tebufenozide on oocyte growth in *Plodia interpunctella*. *Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent*. **62/1**
- SCHOONOVER y LARSON, 1995: Laboratory activity of Spinosad on non-target beneficial arthropods. *Arthropod Management Test*. **20**: 357.
- SMAGGHE, G., y DEGHEELE, D., 1995: Selectivity of Nonsteroidal Ecdysteroid Agonists RH 5849 and RH 5992 to Nymphs and Adults of Predatory Soldier Bugs, *P. nigrispinus* and *P. maculiventris*. *J. Econ. Entomol.* **88** (1): 40-45.
- SMAGGHE, G.; VIÑUELA, E.; BUDIA, F., y DEGHEELE, D., 1997: Effects of the Non-steroidal ecdysteroid Mimic Tebufenozide on the tomato looper *Chrysodeixis chalcites* (Lepidoptera: Noctuidae): an ultrastructural Analysis. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology*. **35**: 179-190.
- SPARKS, T. G.; THOMPSON, G. D.; KIRST, H. A.; HERTLEIN, M. B.; LARSON, L. L.; WORDEN, T. V., y THIBAUT, S. T., 1998: Biological activity of the spinosyns, new fermentation derived insect control agents, on tobacco budworm larvae. *J. Econ. Entomol.* **91** (6): 1277-1283.
- STSC, 1987. User's guide Statgraphics. *Graphic Software System* STSC. Rockville, MD. USA.
- VEIRE, van M.; SMAGGHE, G., y DEGHEELE, D., 1996: Laboratory test method to evaluate the effect of 31 pesticides on the predatory bug, *Orius laevigatus*. *Entomophaga*. **41** (2), 235-243.
- 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) (Hemiptera: Pentatomidae). *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas*. **24**: 57-66.
- VIÑUELA, E.; ADÁN, A.; SMAGGHE, G.; GONZÁLEZ, M.; MEDINA, P.; BUDIA, F.; VOGT, P., 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*, *Opius concolor* and *Podisus maculiventris*). *Biocontrol Sci. and technol.* **10**: 165-177.

(Recepción: 7 marzo 2000)
(Aceptación: 19 octubre 2000)