

Evaluación en campo de los efectos secundarios de dos plaguicidas de origen botánico, una piretrina natural y un extracto de neem, sobre *Chrysoperla carnea* Steph. (Neuroptera: Chrysopidae).

E. VIÑUELA, U. HÄNDEL Y H. VOGT

Se ha evaluado en campo los efectos secundarios de dos insecticidas botánicos Spruzit-flüssig (1% piretrinas naturales) y NeemAzal-T/S (4% Azadiractina A), sobre larvas de *Chrysoperla carnea* con un método basado en la OILB. Para evaluar los resultados se procedió inicialmente al recuento diario del número de larvas recapturadas usando cartulinas con huevos de *Sitotroga cerealella*, y posteriormente al de pupas. Además se evaluó la fecundidad y fertilidad de los adultos emergidos. En contraste con los datos de laboratorio, ambos productos fueron inocuos para el enemigo natural y se pudieron clasificar como categoría 1 de la OILB.

E. VIÑUELA. Protección de Cultivos. E.T.S.I. Agrónomos. 28040-Madrid.

U. HÄNDEL Y H. VOGT. Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Pflanzenschutz im Obstbau. Postfach 1264. D-69216 Dossenheim (Germany).

Palabras clave: *Chrysoperla carnea*, efectos secundarios, azadiractina, extracto de neem, piretrina natural, insecticidas botánicos.

INTRODUCCIÓN

Dentro de las directrices de la Producción Integrada de frutales de pepita de la OILB, se hace especial hincapié en que para la defensa sanitaria de los mismos se utilicen solamente productos fitosanitarios cuando su uso esté justificado y una vez que se hayan seleccionado aquellos más seguros para el hombre y el ambiente (CROSS y DICKLER, 1994).

El manzano es uno de los cultivos que requiere con cierta frecuencia el uso de plaguicidas dado el alto número de ácaros, insectos y hongos que pueden tener una repercusión económica en su producción, y que no siempre son controlados eficazmente por sus enemigos naturales. En la elección del producto a aplicar hay que poner, sin embargo, especial

cuidado, porque existen numerosos ejemplos en la bibliografía que muestran como plagas secundarias pueden adquirir la categoría de llaves tras la aplicación de productos que destruyeron a sus agentes naturales de control. Tal es el caso por ejemplo de *Eriosoma lanigerum* (Hausmann) (PENMAN y CHAPMAN, 1980) o *Panonychus ulmi* (Koch) (METCALF y LUCKMANN, 1982).

Por otra parte, un manejo adecuado de los productos fitosanitarios puede reportarnos grandes ventajas, y así, por ejemplo, se ha logrado reducir el número de tratamientos aplicados contra la araña roja al permitirse actuar de nuevo a los ácaros depredadores (COSTA *et al.*, 1986), o se ha visto como aumentaba el número de parasitoides de los lepidópteros minadores al aplicar productos selectivos con-



Fig. 1: Adulto de *Chrysoperla carnea*

tra *Cydia pomonella* (L.) (VOGT, 1995), o como éstos eran más abundantes en huertos no tratados que tenían *Leucoptera malifoliella* (Costa) (MEY, 1993).

Previa a la aplicación de un producto resulta, por tanto, imprescindible establecer que efectos secundarios puede provocar en los enemigos naturales de interés en el cultivo. Para ello se puede seguir el esquema secuencial propuesto por la OILB y que incluye ensayos de laboratorio, semi-campo y campo (HASSAN, 1994).

Las crisopas son depredadores generalistas habituales en los huertos frutales, además de en otros cultivos hortícolas o forestales, cuyas larvas depredan vorazmente a pulgones y otros insectos y ácaros (ALFORD, 1984). Una de las especies más habituales es *Chrysoperla carnea* Steph (Fig. 1), que juega un importante papel en el control de las poblaciones de pulgones, y que ha sido propuesta como especie relevante sobre la que ensayar los efectos secundarios de los plaguicidas que quieren ser registrados en la Unión Europea para su uso en frutales (BARRET *et al.*, 1994).

Aunque existen numerosos datos en la bi-

bliografía sobre los efectos secundarios de plaguicidas sobre crisopa, son en su mayoría datos de laboratorio o semi-campo, dada la dificultad que entraña la realización de ensayos de campo. En este trabajo se describen los ensayos de campo llevados a cabo para evaluar los efectos secundarios de dos plaguicidas de origen botánico, una piretrina natural y un extracto de neem sobre larvas de *C. car-*



Fig. 2: Larva de *Chrysoperla carnea*



Fig. 3: Barrera para protección de larvas de *Chrysoperla carnea* y exclusión de hormigas



Fig. 4: Detalle de los soportes de la barrera de exclusión

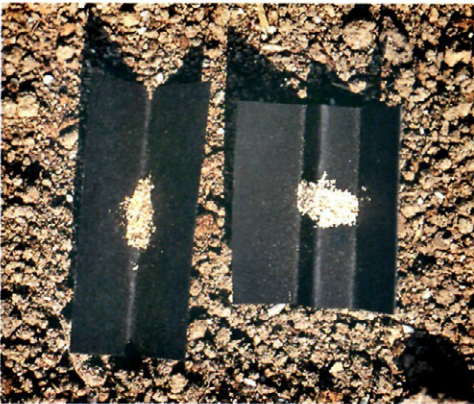


Fig. 5: Cartulinas con huevos de *Sitotroga cerealella* usadas para alimentar a las larvas durante el ensayo



Fig. 6: Detalle de la colocación de las cartulinas con alimento para larvas, en torno al tronco del árbol

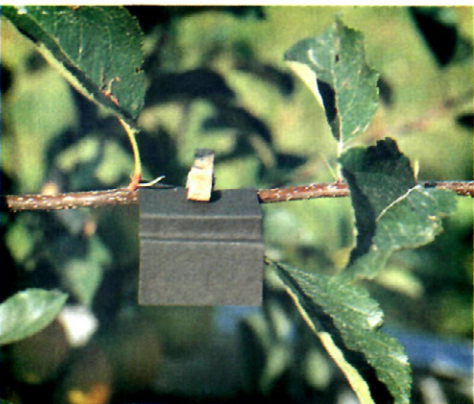


Fig. 7: Detalle de la colocación de las cartulinas con alimento, en las ramas del árbol.



Fig. 8: Cartulinas con alimento para larvas usadas al final del periodo larvario, para facilitar la pupación

nea, con el fin de encontrar productos que pudieran ser una alternativa a emplear en programas de Manejo Integrado de Plagas en manzano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Insectos

Las larvas de *C. carnea* usadas en los ensayos (Fig. 2) provenían de una cría de laboratorio mantenida a una temperatura de 23°C, 70% de humedad relativa y fotoperiodo de 16 horas luz, según el método descrito por HASSAN (1975). Los adultos se alimentaron con una dieta a base de levadura, miel, copos de trigo y leche condensada. A las larvas se les suministró únicamente como alimento, huevos de la mariposa *Sitotroga cerealella* (Oliv.).

Insecticidas

Se emplearon dos productos comerciales en los ensayos: Spruzit-flüssig (CE, 4% piretrinas naturales y 16% butóxido de piperonilo) y NeemAzal-T/S (CE, 1% Azadiractina A). El primero de los productos se utiliza en jardines y agricultura ecológica porque tiene una baja persistencia y es más selectivo para los enemigos naturales que los piretroides sintéticos u otros insecticidas neurotóxicos, a no ser que éstos reciban directamente el producto. El segundo, aún no está registrado, pero controla bien varios lepidópteros plaga de los manzanos y en especial al pulgón *Dysaphis plantaginea* (Passerini) que ocasiona pérdidas muy importantes en estos frutales en Alemania, por lo que existe gran interés en que sea autorizado su uso en la Producción Integrada en manzanos.

Ambos productos se aplicaron a la dosis recomendada de uso, que fue, respectivamente, del 0,3% para el NeemAzal-T/S y del 0,1% para el Spruzit. A cada árbol se le trató con una cantidad de agua equivalente a 1.500 l/ha, con un pulverizador manual.

Ensayos

Los ensayos se llevaron a cabo en Alemania, siguiendo la metodología general propuesta por VOGT *et al.* (1992) y VOGT (1994) y se emplearon 4 árboles enanos de 3 años de edad por insecticida y para el testigo, libres de pulgones.

Cada árbol llevaba una barrera de exclusión (Fig. 3) a base de dos láminas de acero galvanizado que se cerraban en torno al tronco del árbol con unos tornillos, usándose además goma espuma para mejor ajuste. Los troncos iban embolsados y se les había aplicado un pegamento de contacto en la base. Cada barrera iba montada a su vez, sobre cuatro pilares que se metían en recipientes de plástico con agua (Fig. 4).

La finalidad de las barreras fue doble. Por un lado fue preciso utilizarlas para evitar la acción de depredadores, en especial hormigas, ya que en ensayos previos se comprobó se alimentaban de la comida ofrecida a las crisopas, y de sus larvas y pupas. Por otro lado, las barreras fueron esenciales para no perder demasiadas larvas durante el ensayo, ya que debido a su comportamiento natural suben y bajan por el tronco o se dejan caer al suelo para después trepar nuevamente por aquél.

La comida se proporcionó a las larvas por medio de cartulinas negras dobladas de dos formas diferentes, según fuera a ser su colocación en el árbol (Fig. 5). Los huevos de *Sitotroga* se colocaban en su interior sobre una gota de pegamento de papel diluido en agua. La doblez era sencilla si se iban a disponer en el suelo, en torno al tronco del árbol, sujetas por una pinza (Fig. 6), o doble si iban colocadas en las ramas (Fig. 7). Se emplearon un total de 30 cartulinas por árbol.

Cuando las larvas habían completado su desarrollo, las cartulinas se sustituyeron por otras más adecuadas para permitir la pupación de las crisopas, ya que les gusta hacerlo en lugares en los que se sientan comprimidas. En este caso se usaron cartulinas que tenían terciopelo en su interior y a las que

una vez dobladas, se introducía en un trozo de tubo de plástico, que se sujetaba con una pinza al árbol (Fig. 8).

Previo a los ensayos se liberó sobre las hojas de cada árbol, con la ayuda de un pincel 300 larvas L1-L2. A continuación se trataron los árboles con los insecticidas o agua, y a las 24 horas se colocaron las cartulinas con la comida para las larvas.

Durante la realización de los ensayos (10-28 de julio de 1995), la humedad relativa media fue del 72,5%, la media de las temperaturas mínima, media y máxima de 16,5°C, 22,2 °C y 29,3°C, respectivamente, y hubo 9 días de lluvia, recogiendo un total de 81,9 mm.

Evaluación de resultados

Diariamente, y en cada árbol, se procedió al recuento de las larvas que había en cada cartulina (Fig. 9), las cuales una vez contadas se volvían a liberar. Las cartulinas se reemplazaban diariamente o cada dos días, según fuera el estado de los huevos, ya que cuando están muy evolucionados no eran un alimento tan adecuado para las crisopas.

Análogamente se hizo lo mismo con las pupas, pero en este caso se llevaban al laboratorio para estudiar su evolución y esperar a la emergencia de adultos.

En su caso se estudió así mismo la fecundidad y fertilidad de los adultos obtenidos a lo largo de un periodo de unas 4 semanas. Para ello, se dispusieron las crisopas en cajas de cría, a razón de entre 8 a 15 hembras y entre 8-10 machos por caja (según disponibilidades) y cada tres o cuatro días a lo largo del periodo (se hicieron un total de 8 observaciones) se evaluaba la puesta durante 24 horas, y posteriormente la eclosión.

El número medio de larvas y pupas por árbol, así como el número medio de huevos puesto por hembra y día y el porcentaje de eclosión de los huevos, se sometió a Análisis de Varianza y un test de L.S.D. para comparación de medias en su caso. El nivel de significación empleado fue el 95%.



Figura 9: Cartulinas con larvas de *Chrysoperla carnea* recapturadas

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La evolución a lo largo del ensayo del número medio de larvas recapturado por árbol, para los dos insecticidas y el testigo, aparece representada en Fig. 10.

Inicialmente las capturas diarias oscilaron en torno al 20% de las larvas liberadas, para ir disminuyendo paulatinamente al ir pupando éstas. No hubo diferencias significativas entre las capturas de árboles tratados y testigos, para ninguno de los días.

Para la piretrina Spruzit, el ensayo se suspendió tras cuatro días de evaluación, ya que el número medio de larvas capturadas en este periodo (\pm error estándar) ($135 \pm 7,15$) no difirió significativamente del testigo ($169,3 \pm 6,8$) y por el modo de acción típicamente neurotóxico del insecticida, no eran de esperar efectos transcurridos estos primeros días. Se procedió por tanto a calcular la reducción en las capturas respecto al testigo, que fue del 20, 25% y a clasificar el producto según las categorías de la OILB, correspondiéndole un 1 (inocuo) al ser la reducción inferior al 25%. Estos resultados contrastaron enormemente con los obtenidos en laboratorio, ya que aplicado el producto a la misma dosis en cristal (0,1%, residuo de

LARVAS RECAPTURADAS

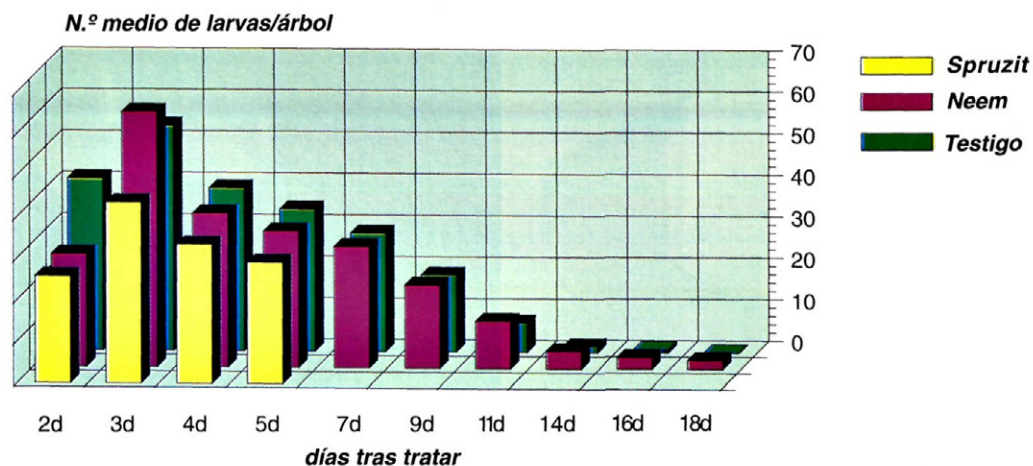


Figura 10: Evolución a lo largo del tiempo del número medio de larvas recapturado por árbol para los dos insecticidas y el testigo

PUPAS

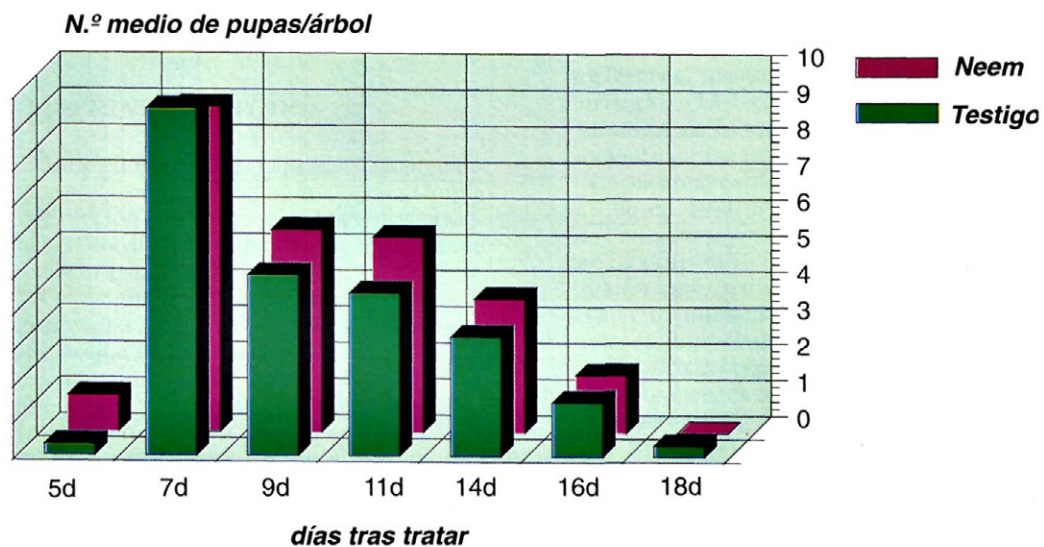


Figura 11: Evolución a lo largo del tiempo del número medio de pupas recapturado por árbol para el extracto de neem y el testigo

6 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$), produjo una elevada mortalidad de las larvas (VOGT, comunicación personal).

Los compuestos a base de *Azadirachta indica* A. Juss, provocan en los insectos efectos anti-apetitivos, una inhibición del crecimiento y mudas anormales (SCHMUTTEER, 1990; DIMETRY y EL-HAWARY, 1995), por lo que para el NeemAzal-T/S y el testigo se prosiguió el ensayo. El número medio de pupas recapturado por árbol, aparece en la fig. 11 y tampoco en este caso hubo diferencias significativas entre las capturas de testigo y tratados, aunque los valores obtenidos en el último fueron algo inferiores.

Los resultados del estudio de la evolución de las pupas en el laboratorio, aparece en fig. 12. La mortalidad natural fue semejante en ambos casos y en torno al 20%, pero hubo diferencias, aunque no significativas entre el número de pupas parasitadas y vacías (porque las larvas las depredaban), y entre los adultos emergidos con malformaciones que fueron algo superiores en los tratados. Por tanto en estos últimos, el número de adultos emergidos sanos, fue inferior al del testigo.

Los parasitoides emergidos están determinándose, pero en los controles hubo 3 casos de parasitismo por Icheumonoidea y 2 por Chalcidoidea Eulophidae (probablemente *Baryscapus impeditus* Nees). En los tratados hubo 7 casos de parasitismo por Chalcidoidea Eulophidae (probablemente la misma especie que en el control) y 4 por Ichneumonoidea. En años anteriores las especies más frecuentes de Ichneumonoidea fueron *Dichrogaster modesta* (Gravenhorts) y *Gelis areator* (Panzer) y la de Chalcidoidea *B. impeditus*.

Los estudios de reproducción mostraron que tanto la fecundidad como la fertilidad, fueron normales en los tratados con NeemAzal-T/S (Fig. 13). El número medio de huevos puestos por hembra y día a lo largo de los 25 días de estudio (\pm error estándar), fue de $26,4 \pm 0,2$ en el testigo y de $23,7 \pm 1,8$ en los tratados con el extracto de

neem. Los porcentajes de eclosión fueron $76,5 \pm 0,5$ en el testigo y $73,0 \pm 0,1$ en los tratados.

Los datos referentes a los efectos de los extractos del neem sobre la reproducción de los insectos, son contradictorios en la bibliografía. Efectos sobre la oviposición han sido citados en Coleópteros, Dípteros, Homópteros, Ortópteros y Lepidópteros (véase NAUMANN y ISMAN, 1995) y en general parecen deberse a la interferencia del producto con el sistema hormonal del insecto. Sin embargo, otras veces se ha citado una ausencia total de efecto en alguna especie de los órdenes anteriores, por lo que tanto la especie como el tipo de extracto empleado parecen ser determinantes a la hora de producir o no un efecto.

Las larvas recapturadas en tratados y testigos (\pm error estándar) fueron respectivamente, $231 \pm 26,1$ y $229 \pm 21,8$, y las pupas $24,3 \pm 7,4$ y $25,8 \pm 3,7$. Por tanto, las reducciones fueron del 0% y del 5,8% y se clasificó el producto como inocuo (Categoría 1 de la OILB). En este caso también hubo gran contraste con los resultados de laboratorio, ya que aplicado el producto en cristal (dosis del 0,3%, residuo $18 \mu\text{g}/\text{cm}^2$) produjo una mortalidad del 100% en las larvas (VOGT, comunicación personal).

Hay varias razones que pueden explicar por qué ambos productos en condiciones de campo son notablemente menos perjudiciales para *C. carnea* que en laboratorio. En campo, ambos productos tienen una baja persistencia, ya que se degradan rápidamente con la luz (OTIENO, 1985; ROVESTI y DESEO, 1990) y además los residuos en los árboles no son probablemente tan uniformes como los que se consiguen en laboratorio sobre cristal. Por otra parte, las larvas en campo tienen mayor movilidad y pueden encontrar refugios en zonas del árbol con menos residuos, cosa que les resulta imposible en laboratorio al estar confinadas sobre una superficie tratada. Esto tiene importancia sobre todo en el caso del extracto de neem puesto que ejerce un efecto repelente sobre las larvas, y éstas tienden a dirigirse hacia las zonas de la planta con menos

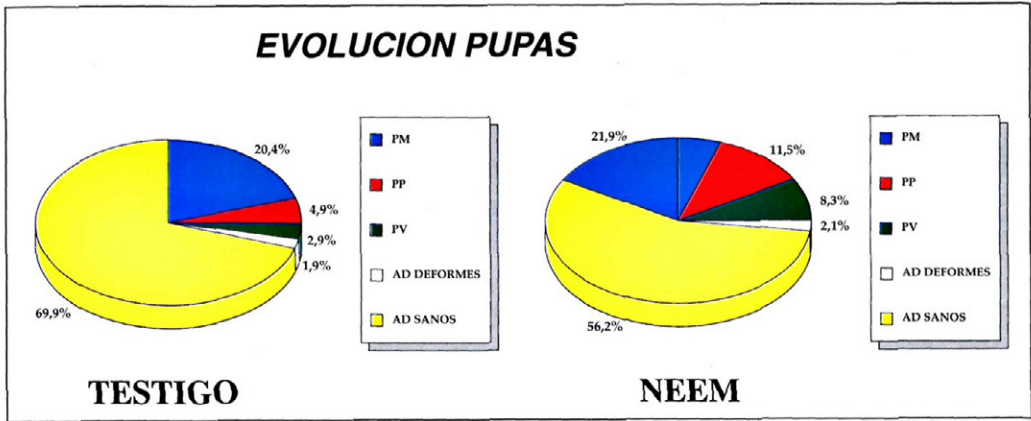


Figura 12: Evolución en laboratorio de las pupas de *Chrysoperla carnea*. Porcentajes de pupas vacías (PV), parasitadas (PP), muertas (PM) y adultos emergidos (AD) deformes y sanos a partir de las pupas recapturadas en el extracto de neem y el testigo

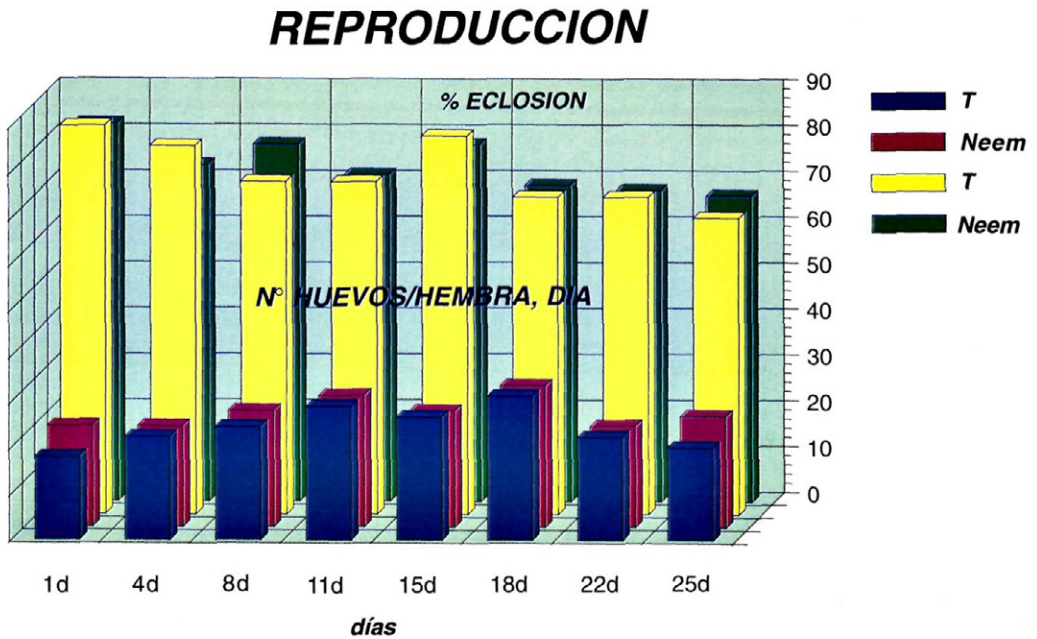


Figura 13: Resultados de los estudios de reproducción en los tratados con el extracto de neem y el testigo. Número medio de huevos puestos por hembra y día y porcentaje de eclosión a lo largo de 25 días

residuos. En el caso del Spruzit, también hay que tener en cuenta que tiene un efecto de knock-down a corto plazo, por lo que las larvas no se desplazan inicialmente, y cuando se recuperan y lo hacen, ya ha empezado la degradación del producto.

Por tanto, se pone de manifiesto que para la evaluación de los efectos secundarios de los plaguicidas en la fauna útil, no queda más remedio que llevar a cabo todo el test secuencial propuesto por la OILB, ya que con frecuencia los plaguicidas que fueron muy tóxicos para el enemigo natural en laboratorio, son inocuos o al menos tienen una toxicidad más baja en campo.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la inestimable colaboración técnica de Jürgen Just. También desean dar las gracias a Dr. S.A. Hassan y su equipo (Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry, Institute for Biological Control, Darmstadt, Germany), por el suministro de *C. carnea* y huevos de *Sitotroga*; y a la compañía Trifolio (Lahnau, Germany) por la muestra de Neem Azal-T/S. Dr. E. Viñuela agradece a la Deutscher Akademischer Austauschdienst y a la Comunidad de Madrid, la financiación de la estancia en el Institute für Pflanzenschutz im Obstbau (Dossenheim).

ABSTRACT

Viñuela, E.; U. Händel y H. Vogt, 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* Steph. (Neuroptera: Chrysopidae). *Bol. San. Veg. Plagas*, 22, (1): 97-106.

Side effects of two botanically derived insecticides Spruzit-flüssig (4% natural pyrethrins) and NeemAzal-T/S (1% Azadirachtin A) have been evaluated under field conditions, on larvae of *Chrysoperla carnea*. The method was based on IOBC guidelines. Evaluation of results was based on the daily number of larvae and pupae recaptured using baitcards with *Sitotroga cerealella* eggs, and on the fecundity and fertility of emerged adults. In contrast with previous lab results, both products were harmless for the natural enemy and could be classified as category 1 of the IOBC.

Key-words: *Chrysoperla carnea*, side effects, azadirachtin, neem extract, natural pyrethrin, botanical insecticides

REFERENCIAS

- ALFORD, D. V., 1994. *A colour atlas of fruit pests. Their recognition, biology and control*. Wolfe Science Book 320 pp.
- BARRET, K. L.; GRANDY, N.; HARRISON, E. G.; HASSAN, S., y OOMEN, P. (ed), 1994. *Guidance document on regulatory testing procedures for pesticides with non-target arthropods*. 51 pp.
- COSTA-COMELLES, J.; DEL RIVERO, J. M.*; LABORDA, R.; FEMAGUT, F.; MARZAL, C., y GARCÍA-MARI, F., 1986. Lucha integrada en manzano. Acción de los plaguicidas sobre el fitoseido *Amblyseius potentillae* (Garman) enemigo natural del ácaro rojo *Panonychus ulmi* Koch. *Cuadernos de Fitopatología* 16-24.
- CROSS, J. V., y DICKLER, E. (ed) 1994. *Guidelines for integrated production of pome fruits in Europe*. Technical guideline III. *IOBCIWPRS Bulletin* 17(9): 1-8.
- DIMETRY, N. Z., y EL-HAWARY, M. A., 1995. Neem Azal-F as an inhibitor of growth and reproduction in the cowpea aphid *Aphis craccivora* Koch. *J. Appl. entomol.* 119: 67-71.
- HASSAN, S. A., 1975. Über die Massenzucht von *Chrysoperla carnea*. *Z. angew. Ent.* 79: 310-315.
- HASSAN, S. A., 1994. Activities of the IOBC/WPRS working group "Pesticides and beneficial organisms". *IOBC/WPRS Bulletin* 17(10): 1-5.
- METCALF, R. L., y LUCKMANN, H. (ed), 1982. The pest management concept. En: *Introduction to insect pest management*. Interscience: 1-31.
- MEY, J., 1993. On the parasitism of the pear leafblister moth *Leucoptera malifoliella* (Costa) in the Havelland fruit growing area. *J. Applied Entol.* 115: 329-341.
- NAUMANN, K., y ISMAN, M., 1995. Evaluation of neem *Azadirachta indica* seed extracts and oils as oviposition deterrents to noctuid moths. *Entomol. exp. appl.* 76: 115-120.

- OTIENO, D. A., 1985. Natural pyrethrin as an insecticide: problems of chemical activity, industrialization and use. En: "Natural products for innovative pest management". 93-107. Whitehead D. L. & Bowers W. S. ed. Pergamon Press. Oxford.
- PENMAN, D. R., y CHAPMAN, R. B., 1980. Woolly apple aphid outbreak following use of fenvalerate in apples in Canterbury, New Zealand. *J. Econ. Entomol.* **73**: 49-51.
- ROVESTI, L., y DESEO K. V., 1990. *Azadirachta indica* A. Juss (neem) e sue potenzialita nella lotta contro gli insetti. *Informatore Fitopatologico* **11**: 27-32.
- SCHMUTTERER, H., 1990. Properties and potential of natural pesticides from the neem tree *Azadirachta indica*. *Ann. Rev. Entomol.* **35**: 271-297.
- VOGT, H., 1994. Effects of pesticides on *Chrysoperla carnea* Steph. (Neuroptera, Chrysopidae) in the field and comparison with laboratory and semi-field results. *IOBC/WPRS Bulletin* **17**: 71-82.
- VOGT, H., 1995. The importance of using selective insecticides against pests in apple orchards to preserve the parasitoid fauna of leafminers. *Biological Agriculture and Horticulture* (en prensa).
- VOGT, H.; RUMPF, S.; WETZEL, C., y HASSAN, S. A., 1992. A field method for testing effects of pesticides on the green lacewing *Chrysoperla carnea* Steph. *IOBC/WPRS Bulletin* **XV/13**: 176-182.

(Aceptado para su publicación: 12 febrero 1996)