

Evaluación de la toxicidad por ingestión de cuatro insecticidas y el colorante Floxín-B en larvas y adultos de *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae)

A. HUERTA, P. MEDINA, F. BUDIA, E. VIÑUELA

Se estudió la toxicidad del imidacloprid, piretrinas naturales+PBO, triflumuron y el colorante floxín-B a dosis máxima de campo en adultos y larvas de *Chrysoperla carnea* (Stephens) mediante ensayos de ingestión. Los adultos ingirieron los insecticidas disueltos en el agua de los bebederos, mientras que las larvas de segundo estadio se alimentaron de huevos tratados con la Torre de Potter de *E. kuehniella* o bien de larvas de segundo estadio de *S. littoralis* tratadas tópicamente con un microaplicador, ofreciéndoles a la vez larvas tratadas y no tratadas.

El imidacloprid produjo mortalidad directa en los adultos (hasta el 91,7% tras cuatro días de ingestión consecutiva) sin alterar los procesos reproductivos. El triflumuron inhibió la fertilidad de los adultos directamente tratados y redujo la emergencia de los adultos cuando fueron las larvas las tratadas. *C. carnea*, mostró preferencia por las larvas tratadas de *S. littoralis* que habían sido afectadas por imidacloprid y piretrinas naturales. Las larvas del depredador alimentadas con presas tratadas con imidacloprid murieron antes de 24 horas y con triflumuron solo hubo un 5% de emergencia de adultos.

A. HUERTA. Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. Km 125.5 Carretera Federal México-Puebla. 72760. Puebla, México.

P. MEDINA, F. BUDIA, E. VIÑUELA. Unidad de Protección de Cultivos. E.T.S.I.Agrónomos, Ciudad Universitaria s/n, 28040, Madrid, España.

Palabras clave: *Chrysoperla carnea*, efectos secundarios, floxín-B, imidacloprid, triflumuron, piretrinas naturales, azadiractina.

INTRODUCCIÓN

La utilización de enemigos naturales para ayudar a mantener las poblaciones plaga dentro de umbrales económicamente rentables permite reducir el uso de insecticidas y, por tanto, los efectos indeseables de los mismos, siendo éste uno de los pilares fundamentales en la producción integrada (HOKKANEN, 2001). Por lo tanto, en el marco de una estrategia de protección de cultivos respetuosa con el ambiente, los insecticidas deben ser compatibles con los agentes del control biológico. El conocimiento de la

actividad de los insecticidas, no sólo en las plagas sino también en los enemigos naturales, se convierte en una necesidad (MEDINA *et al.*, 2002b).

Chrysoperla carnea (Stephens) es uno de los enemigos naturales seleccionados como especie a evaluar con fines de registro en la Unión Europea debido a su distribución cosmopolita, su importancia como depredador en muchos cultivos, su uso en control biológico en condiciones de invernadero, así como la facilidad de cría en grandes cantidades (CANDOLFI *et al.*, 2001). Aunque la información disponible sobre los efectos secun-

darios de insecticidas en este depredador es amplia (MEDINA *et al.*, 2001, 2003a, 2003b, 2004; HUERTA *et al.*, 2003), la aparición de nuevos compuestos en el mercado hace necesario continuar los estudios, existiendo además interés en investigar otras vías de contaminación diferentes a la residual en la que trabaja la Organización Internacional de Lucha Biológica (OILB) en su grupo "Plaguicidas y Organismos Beneficiosos", pues los modernos insecticidas no actúan fundamentalmente por contacto.

Los compuestos seleccionados para su evaluación fueron el imidacloprid, las piretrinas naturales más el sinergista butóxido de piperonilo (PBO) en la única formulación registrada en nuestro país, el triflumuron y un colorante, el floxín-B. La azadiractina también se utilizó en aquellos ensayos en los que no había datos previos, considerándose como control positivo. Imidacloprid es un insecticida altamente efectivo para el control de insectos chupadores siendo su toxicidad sobre insectos beneficiosos muy dependiente de las especies, estado de desarrollo y exposición al insecticida (ELBERT *et al.*, 1998). Las piretrinas naturales son mezclas de ésteres obtenidos de las flores del *Chrysanthemum spp.*, que poseen excelentes características debido a su rápido efecto de choque y a su baja toxicidad en mamíferos (PHILOGÈNE *et al.*, 2002). El triflumuron es un regulador del crecimiento que impide la correcta formación de la quitina en la cutícula de los insectos, produciendo su muerte al no poder formar un nuevo tegumento (SENIOR *et al.*, 1998). La azadiractina, insecticida extraído del árbol del neem, actúa por contacto e ingestión alterando los niveles de ecdisona y hormona juvenil. Tiene un efecto antiapetitivo y regulador del crecimiento de artrópodos (MORDUE y BLACKWELL, 1993). Floxín-B es un colorante fotoactivo con potencial insecticida, que se activa en presencia de luz una vez que es ingerido (SCHRODER *et al.*, 2001).

El objetivo de este trabajo fue evaluar la actividad de los insecticidas al ser ingeridos por larvas y adultos de *C. carnea*; así como

conocer el comportamiento de las larvas de *C. carnea* al poder elegir entre larvas de *Spodoptera littoralis* Boisduval (Lep.: Noctuidae) tratadas y no tratadas con los insecticidas antes mencionados.

MATERIALES Y METODOS

Cría del insecto.

Los insectos utilizados en estos ensayos proceden de la cría continua que se mantiene en el laboratorio de la Unidad de Protección de Cultivos tanto de *C. carnea* como de *S. littoralis*. Las larvas del depredador se alimentaron con huevos de *Sitotroga cerealella* Oliver "ad libitum". A los adultos se les ofreció agua y dieta artificial para adultos (VOGT *et al.*, 2000). Las larvas de *S. littoralis* fueron alimentadas con la dieta artificial ligeramente modificada de la propuesta por POITOUT y BUES (1974). Las condiciones de cría y realización de los ensayos fueron de $25 \pm 2^\circ\text{C}$ de temperatura, $75 \pm 5\%$ y 16:8 (L:O).

Insecticidas

Se utilizaron los insecticidas: azadiractina 3,2%; triflumuron 25%; imidacloprid 20%; piretrinas 4% + PBO 16%; así como el colorante floxín-B 90%; a las dosis máximas recomendadas en campo (azadiractina 150 ml p.c./hl; triflumuron 60 g p.c./hl; imidacloprid 75 ml p.c./hl; piretrina+PBO 200 ml p.c./hl) en el caso de los registrados en España (LIÑAN, 2004) y a la de 1000 mg i.a./l para el floxín-B.

Ensayos

Ingestión en adultos. Todos los compuestos registrados y el colorante se disolvieron en agua destilada y se ofrecieron a los adultos en los bebederos, que consistían en pequeños frascos de vidrio con una capacidad de 2 ml y una bayeta (BUDIA y VIÑUELA, 1996). Se introdujeron tres parejas de adultos de menos de 24 horas de edad en una caja de plástico de 11 cm de diámetro y 5 cm de altura cuya tapa que lleva un orificio de 5 cm de diámetro de malla de tela y aprisiona una gasa que sirve como sustrato de oviposición. La dieta de

adultos se aplicó con un pincel en el lateral de las cajas. Cada una de estas cajas constituye una unidad experimental o repetición.

Los parámetros evaluados fueron la mortalidad a las 24, 48 y 72 horas, la fecundidad (número medio de huevos por hembra y día) durante un período de 7 días a partir de la primera puesta y la fertilidad (porcentaje de larvas neonatas emergidas) en los días primero y quinto desde que comenzó la oviposición. Se realizaron 4 repeticiones por tratamiento.

Ingestión de huevos tratados Se trataron huevos de *Ephestia kuehniella* (Zeller) en una Torre de Potter con todos los compuestos, incluyendo la azadiractina como testigo positivo, aplicando 1 ml de las soluciones correspondientes sobre los huevos a la dosis máxima de campo. El residuo aplicado fue de 1,6 mg/cm². El PIEC (concentración ambiental inicial predecible de un plaguicida) (BARRET *et al.*, 1994) utilizado fue de 6 (azadiractina); 3 (imidacloprid); 2,4 (triflururon); 8 (piretrinas) y 4 (floxín-B).

Una vez seco el residuo, se ofrecieron los huevos a larvas L₂ de crisopa hasta pupación. Se eligió esta edad por razones de manejo, teniendo en cuenta que es a partir de este estadio cuando la larva se alimenta en mayor cantidad (CANARD y VOLCOVICH, 2001). Se seleccionaron 30 larvas L₂ que acababan de mudar por insecticida y testigo y se individualizaron en cajas multipocillos, con el propósito de evitar el canibalismo entre ellas. Diariamente se hicieron observaciones para registrar la mortalidad de larvas y posibles efectos en el desarrollo. De los adultos que emergieron para cada insecticida se formaron tres parejas por unidad experimental y se introdujeron en las cajas de oviposición descritas en los ensayos de ingestión con adultos. Se estudiaron los parámetros reproductivos como la fecundidad y fertilidad, efectuándose cuatro repeticiones por tratamiento y testigo.

Ingestión de larvas de *S. littoralis* tratadas y no tratadas Larvas de segundo estadio de *S. littoralis* fueron tratadas tópicamente con la ayuda de un microaplicador manual

(Burkard UK), sobre el dorso torácico con 0,25 µl de las soluciones preparadas con los insecticidas y acetona como solvente. Los testigos fueron tratados con acetona solamente. La elección de este estadio se debe a que son lo bastante grandes como para ser tratadas tópicamente y lo suficientemente pequeñas como para poder ser consumidas por larvas L₂ de *C. carnea*.

Pruebas preliminares demostraron que para lograr que las larvas tratadas no murieran al menos durante las primeras 24 horas y así poder ser ofrecidas vivas al depredador, las concentraciones del triflururon, la azadiractina y el floxín-B podían ser las máximas de campo; sin embargo, la piretrina se utilizó a la mitad de la dosis recomendada (100 ml p.c./hl) y el imidacloprid a 40 ml p.c./hl.

En cajas de plástico de 3 cm de diámetro por 1,5 cm de alto, se introdujeron 8 larvas de *S. littoralis*, 4 larvas tratadas y 4 no tratadas, así como 3 larvas L₂ del depredador tras 12 horas de ayuno. En cada caja se introdujo un pequeño trozo uniforme de 0,5 cm³ de dieta artificial para alimentar las larvas de *S. littoralis*. Para poder diferenciar las larvas tratadas de las no tratadas, las primeras se marcaron con tinta de rotulador indeleble en la parte dorsal torácica. El número de larvas consumidas por *C. carnea* se evaluó a las 6 y 18 horas respectivamente desde el momento en que se inició el ensayo. Se incluyeron como testigo larvas marcadas tratadas con acetona únicamente y las no marcadas no recibieron tratamiento de ninguna clase. Las larvas del depredador supervivientes se mantuvieron hasta evaluar el porcentaje de emergencia de adultos.

Análisis estadístico.

Los datos obtenidos se sometieron al análisis de varianza (ANOVA). Cuando encontramos diferencias significativas (P<0,05) se aplicó el test de comparación de medias LSD, utilizando para ello el programa estadístico STSC (1987). Cuando no se cumplió alguna de las premisas de normalidad y/o homocedasticidad, se recurrió a hacer un

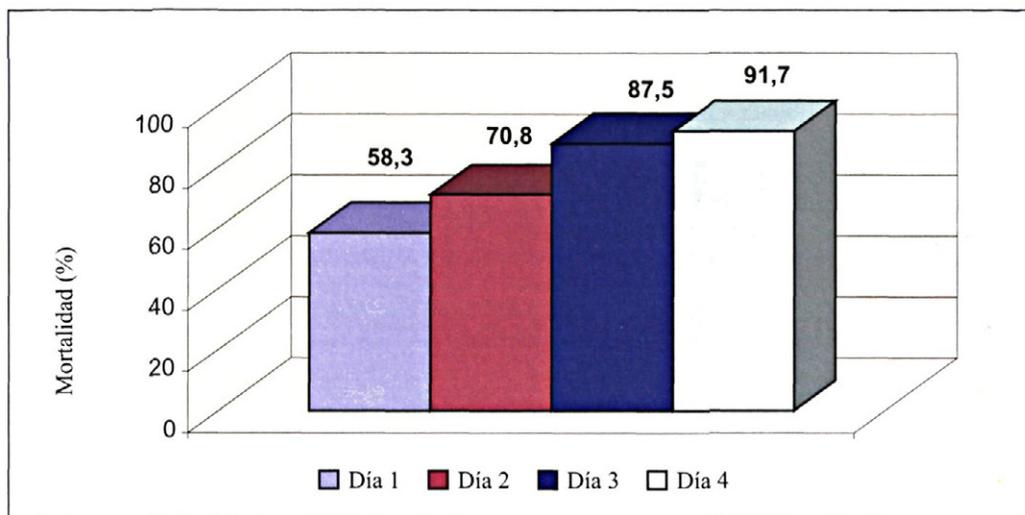


Figura 1. Mortalidad de adultos de *Chrysoperla carnea* cuando fueron tratados por ingestión con imidacloprid durante cuatro días consecutivos.

cambio de variable con la transformación $y = \arcsen \sqrt{x}$. Si con el cambio de variable seguía sin cumplirse alguna de las premisas mencionadas anteriormente, se recurrió a un test no paramétrico como el Kruskal-Wallis.

RESULTADOS

Ingestión en adultos. La ingestión de imidacloprid causó un 58,3% de mortalidad en los adultos de *C. carnea* a las 24 horas, hasta llegar a un 91,7 % en el cuarto día (Figura 1). En este mismo período de tiempo no se contabilizaron individuos muertos para el resto de los insecticidas.

Cuando se estudió la fecundidad de los adultos tratados con insecticidas que no causaron mortalidad, no se observaron efectos deletéreos para ninguno en los 7 días evaluados. La fecundidad media de las hembras testigo y las procedentes del tratamiento con los insecticidas osciló entre los 20 y 30 huevos por hembra y día, no detectándose diferencias significativas ($P > 0,05$ para todos los días estudiados).

Los ensayos con floxín-B y piretrina + PBO no tuvieron efecto sobre la fertilidad de *C. carnea* (Figura 2A), ya que, en el primer

día, el porcentaje de huevos eclosados fue 84,5 % para el floxín-B y 83,3 % para las piretrinas + PBO, no significativamente diferentes en comparación con el testigo que fue 84,5%. En el quinto día la fertilidad en el tratamiento con floxín-B fue 71,9 % y 80,4 % en las piretrinas + PBO, valores muy similares al del testigo que fue 78,3%. Por el contrario, el triflumuron inhibió completamente la fertilidad a las 24 horas contadas desde el comienzo del ensayo ($F=72,7$; $df=3,12$; $P < 0,001$). Al quinto día la eclosión de huevos se incrementó hasta un 44,2% ($K=8,86$; $P < 0,001$). Los huevos procedentes de hembras tratadas con triflumuron tienen una tonalidad muy oscura debido a la muerte del embrión dentro del corion (Figura 2B).

Ingestión de huevos tratados Las larvas de *C. carnea* que se alimentaron con los huevos de *E. kuehniella* tratados con los diferentes insecticidas, se desarrollaron normalmente hasta pupar, con excepción de aquellos que habían ingerido huevos tratados con triflumuron e imidacloprid, donde se observaron algunas larvas muertas, aunque los datos no fueron significativamente diferentes. La emergencia de los adultos se efectuó con normalidad, con la excepción del triflu-

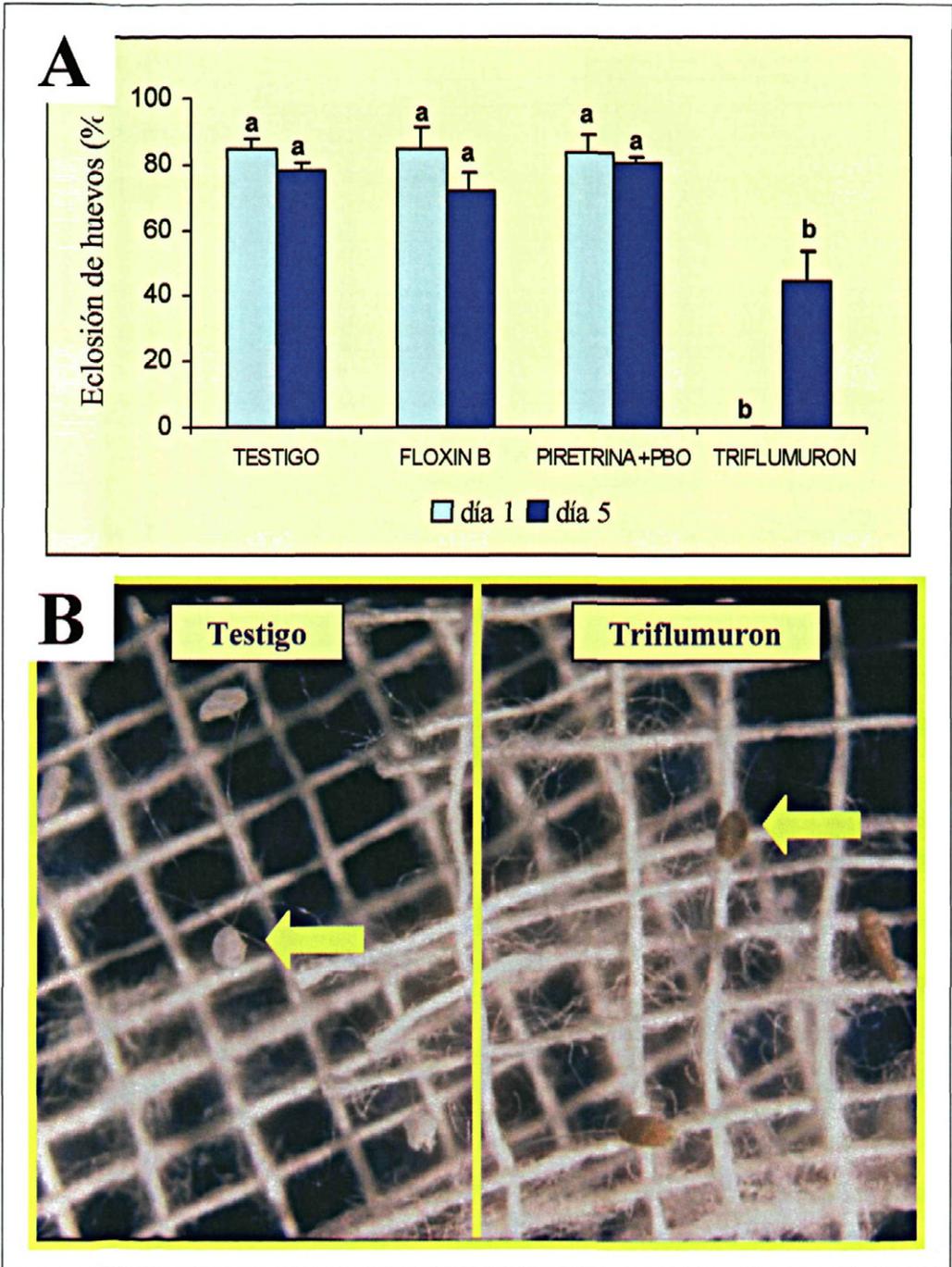


Figura 2. *Ensayo de ingestión en adultos.* (A) Fertilidad de adultos de *Chrysoperla carnea* que han ingerido los insecticidas en el agua de beber durante cuatro días consecutivos, antes de comenzar la oviposición. (B) Efecto del triflumuron en la fertilidad de huevos de *C. carnea*.

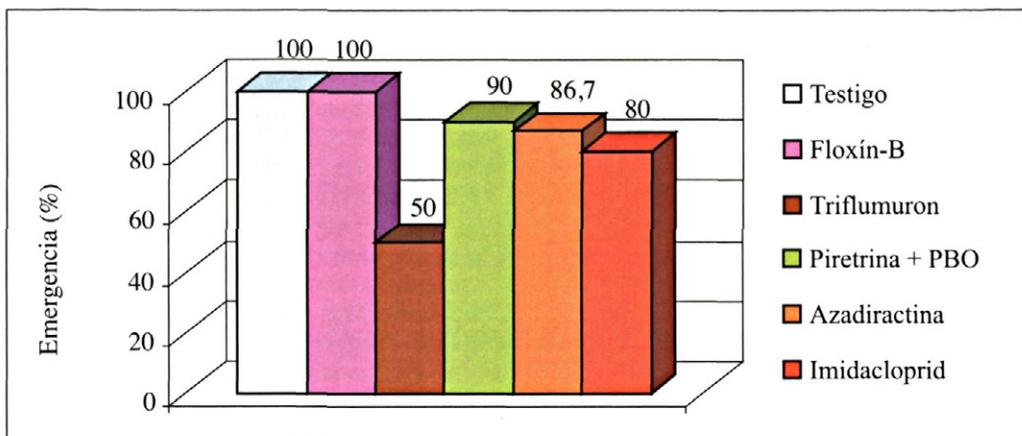


Figura 3. Emergencia de adultos de *Chrysoperla carnea* procedentes de larvas alimentadas con huevos tratados de *Ephestia kuehniella*

muron, donde hubo una reducción del 50% en comparación con el testigo ($F=9,8$; $df=5,12$; $P<0,001$) (Figura 3). Por otro lado, los parámetros reproductivos de los adultos emergidos de las larvas tratadas no fueron significativamente diferentes de los testigos, ya que la fecundidad media de todos los tratamientos, incluyendo el testigo, estuvo entre 20 y 30 huevos/hembra/día ($F=0,66$; $df=5,12$; $P=0,65$). El porcentaje de huevos eclosados osciló entre el 75 y el 80% ($F=1,65$; $df=5,12$; $P=0,22$).

Ingestión de larvas de *S. littoralis* tratadas y no tratadas Cuando las larvas tratadas y no tratadas de *S. littoralis* fueron ofrecidas a larvas de *C. carnea* se observaron diferencias significativas entre los tratamientos y el testigo desde las primeras 6 horas de exposición, período de la primera medición del número de presas consumidas ($K=43,4$; $P<0,001$) (Figura 4A). Las diferencias más notorias se produjeron cuando las larvas del noctuido habían sido tratadas con piretrinas e imidacloprid. En el primer caso, las larvas de *C. carnea* consumieron el 75% de las larvas de *S. littoralis*, mientras que las larvas no tratadas se consumieron sólo en un 10,7%. Cuando las larvas de *S. littoralis* fueron tratadas con imidacloprid, un 69,7% fue consumida, en contraste con las 3,6% de las no tra-

tadas. Con el resto de los insecticidas las diferencias no fueron tan marcadas como en estos casos. A las 18 horas continuó la misma tendencia, magnificándose en el caso de larvas de *S. littoralis* tratadas con piretrinas, ya que el porcentaje de larvas consumidas pasó a ser del 85,7%, contra un 17,9% de las larvas no tratadas (Figura 4B). En el tratamiento con imidacloprid no hubo variación en el consumo de larvas de *S. littoralis* con respecto a las 6 horas, porque las larvas de *C. carnea* comenzaron a mostrar síntomas de intoxicación por el insecticida, que terminaba produciéndoles la muerte (Figura 4C). En el resto de los tratamientos y en el testigo se observó un mayor consumo de larvas tratadas ($F=8,21$; $df=11,72$; $P<0,001$) El porcentaje de emergencia de adultos procedentes de larvas supervivientes de los tratamientos (Figura 5) fue significativamente diferente en los casos de imidacloprid y triflururon (0 y 5% respectivamente) ($F=37,4$; $df=5,24$; $P<0,001$).

DISCUSIÓN

Los efectos que los distintos insecticidas producen tras los tratamientos por ingestión varían en función del insecticida y/o tipo de tratamiento. Cuando los adultos de *C. car-*

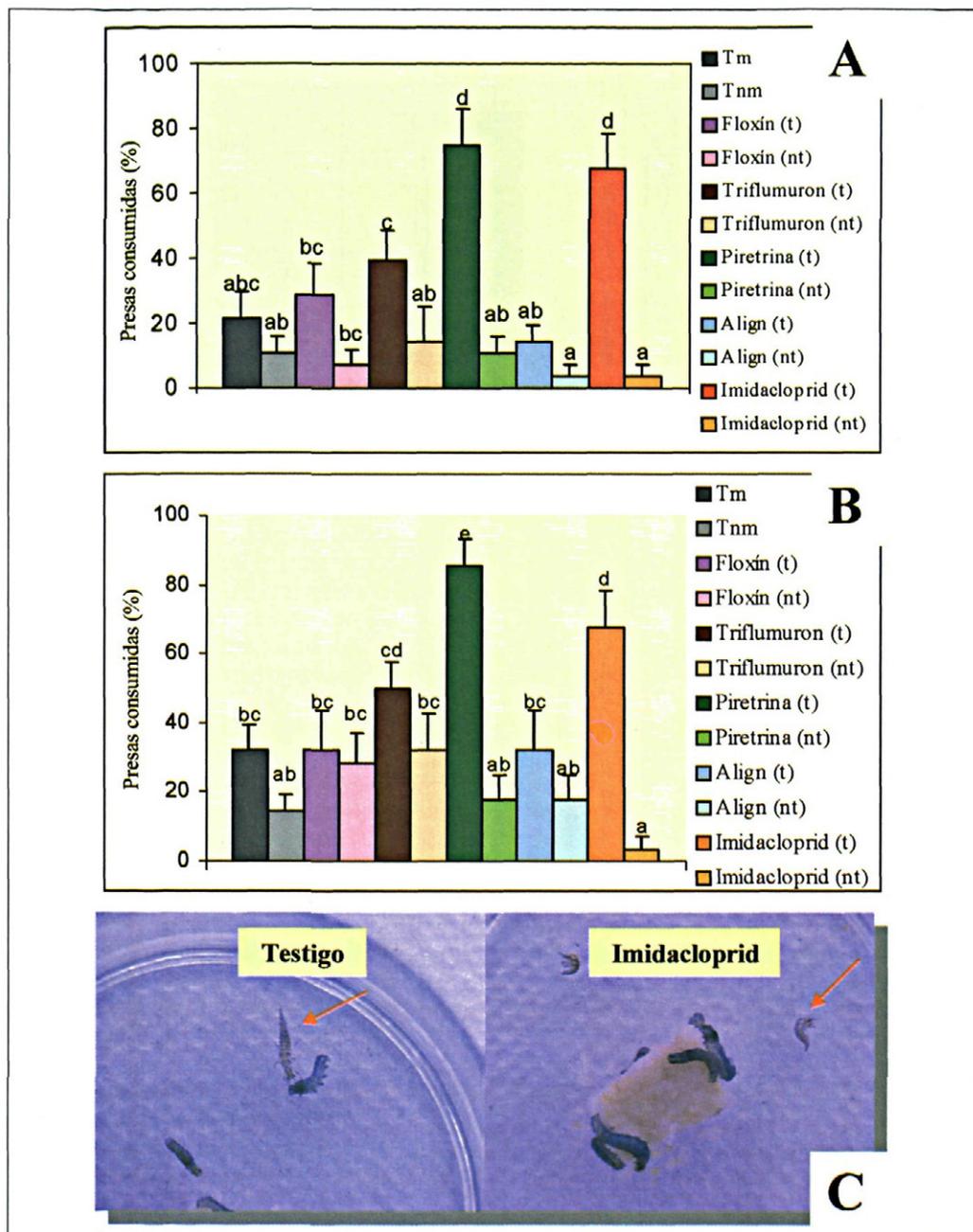


Figura 4. Ensayo de ingestión de huevos tratados. (A) Porcentaje de larvas de *Spodoptera littoralis* tratadas y no tratadas consumidas por larvas de segundo estadio de *Chrysoperla carnea* tras 6 horas desde el inicio del ensayo. (B) Porcentaje de larvas de *Spodoptera littoralis* tratadas y no tratadas consumidas por larvas de segundo estadio de *Chrysoperla carnea* tras 18 horas de exposición. (C) Aspecto que presentan las larvas de *Chrysoperla carnea*, cuando se alimentaron de larvas de *Spodoptera littoralis* tratadas con imidacloprid 18 horas después del tratamiento. Tm=testigo marcado (tratado con acetona). Tnm= testigo no marcado (sin tratar). (t)=tratado. (nt)=no tratado

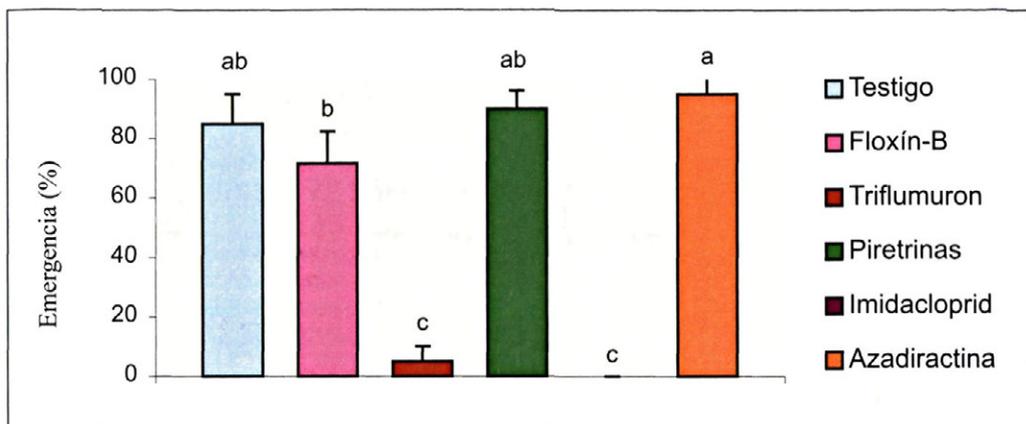


Figura 5. Emergencia de adultos de *Chrysoperla carnea* a partir de larvas alimentadas con larvas de *Spodoptera littoralis* tratadas.

nea ingirieron los insecticidas en el agua de beber, el imidacloprid fue el único que dio lugar a mortalidad directa de los mismos. El imidacloprid es muy tóxico para los adultos del depredador, independientemente de la vía de contaminación cuando se aplicó a la concentración máxima de campo. Así, en ensayos residuales, un 66,6% de los adultos murieron tras 24 horas de exposición (HUERTA *et al.*, 2003) y cerca del 80% tras un tratamiento tópico (HUERTA *et al.*, 2004). Estudios realizados en diversos depredadores mostraron que a las concentraciones utilizadas en la práctica, coccinélidos, sírfidos y crisópidos en distintos estados de desarrollo sufren una reducción en sus poblaciones de hasta el 50% tras pulverización con imidacloprid (DARVAS y POLGAR, 1998). Según ELBERT y NAUEN (1998) imidacloprid pulverizado en campo afectó a *C. carnea*, y a otros depredadores como el estafilínido *Philonthus* sp. Así como el imidacloprid mostró una toxicidad similar en adultos independientemente del tipo de tratamiento al que habían sido sometidos, las piretrinas naturales, más tóxicas que el imidacloprid en ensayo residual (HUERTA *et al.*, 2003), no lo fueron tanto en el ensayo tópico (entre el 40 y el 60% de mortalidad a las 24, 48 y 72 horas) (HUERTA *et al.*, 2004) y resultaron inocuas en estos ensayos por ingestión. Es posible que los

adultos de *C. carnea* tardaran varias horas en beber agua, tiempo suficiente para que las piretrinas hubiesen comenzado su descomposición, al ser fácilmente degradables, mientras que en el contacto residual, éste se produce inmediatamente después al secado del residuo, puesto que los adultos no tienen más opción que posarse en las placas tratadas. Triflumuron fue inocuo para los adultos, pero inhibió la eclosión, sin alterar el número de huevos puestos por las hembras tratadas. Los mismos efectos han sido descritos por SENIOR *et al.*, (1998) tras someter a los adultos a un tratamiento tópico y para otros inhibidores de la síntesis de quitina, como el diflubenzuron (MEDINA *et al.*, 2002b).

Cuando las larvas del depredador se alimentaron con huevos tratados de *E. kuehniella* mediante pulverización, no se observaron efectos en la mortalidad ni en la reproducción, salvo en el caso del triflumuron. Dado el peculiar sistema de alimentación del depredador, que inserta una estructura modificada de las mandíbulas y maxilas en sus presas para bombear jugos digestivos desde el intestino y absorber los fluidos de su presa (COHEN, 1995; 1998), es posible que las larvas no entren en contacto con el insecticida a menos que haya atravesado la barrera del corion del lepidóptero, o bien, si han logrado atravesar el corion, la cantidad de insecticida no es sufi-

ciente para causar toxicidad, como se comprobó en estudios realizados con azadiractina como materia activa (MEDINA *et al.*, 2002a). La toxicidad del triflumuron, que inhibe la emergencia de los adultos en un 50% cuando las larvas se alimentaron de los huevos tratados pero permite la muda del segundo al tercer estadio, puede explicarse considerando que será probablemente en L3 cuando las larvas de crisopa hayan ingerido suficiente cantidad de triflumuron como para que el efecto se produzca en la muda a pupa y no en la muda de L2 a L3. No olvidemos que más del 80% de la ingestión de alimento se produce en el último estadio larvario de *C. carnea*.

Cuando se ofrecieron las larvas de *S. littoralis* contaminadas, *C. carnea* se alimentó preferentemente de las tratadas con imidacloprid y piretrinas naturales, lo que demuestra que las larvas del noctuido afectadas por los dos insecticidas oponían menor resistencia al ataque de las larvas de *C. carnea*. Es destacable la muerte de las larvas del depredador al alimentarse de las larvas tratadas con imidacloprid y el efecto posterior en la fertilidad de los huevos de los adultos procedentes de esas larvas de *C. carnea* que habrían ingerido triflumuron *via* larvas de *S. littoralis* tratadas. En este caso se aprecia que el efecto de los insecticidas puede manifestarse a través de la cadena alimenticia. Estudios

realizados con ninfas de otro depredador, *Podisus maculiventris* (Say), alimentado con larvas del noctuido, *Spodoptera exigua* (Hübner) tratadas con el RCI piriproxifén mostraron similares conclusiones (DE CLERQ *et al.*, 1995). Sin embargo, es mucho más difícil establecer cómo el insecticida llega al depredador debido a la enorme variedad en la cinética de los insecticidas, diferente en depredador y presa, así como en el comportamiento y hábitos alimenticios de ambos (MEDINA *et al.*, 2002a).

El colorante floxín-B fue inocuo en los tres ensayos realizados, lo cual coincide con otros trabajos efectuados con distintos estadios de este depredador por contacto (DOWELL, 1997; HUERTA *et al.*, 2003, 2004).

Según la metodología propuesta por HASSAN (1998), aquellos insecticidas que en las condiciones de laboratorio fueran tóxicos, deberían ser evaluados en semicampo y campo.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por el Ministerio Español de Educación y Cultura (Proyecto AGL2001-1652-C02-02 a E. Viñuela). A. Huerta agradece la beca de doctorado otorgada por ANUIES-SUPERA- Colegio de Postgraduados de México.

ABSTRACT

HUERTA A., P. MEDINA, F. BUDIA, E. VIÑUELA. 2004. Toxicity via ingestion of four insecticides and the dye floxín-B on larvae and adults of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). *Bol. San. Veg. Plagas*, **30**: 721-732.

Toxicity of imidacloprid, natural pyrethrins+PBO, triflumuron at the maximum field recommended rate and the dye floxín-B at 1000 mg a.i./l were tested in adults and larvae of *Chrysoperla carnea* Stephens by ingestion treatments. Adults fed on the insecticides in drinking places whereas second instar larvae were fed *E. kuehniella* eggs treated under the Potter Tower or second instar larvae of *Spodoptera littoralis* topically treated with a hand microapplicator.

Imidacloprid killed adults (91.7% after four days running of ingestion) without altering reproduction. Triflumuron inhibited adult fertility of treated adults and reduced the adult emergence when larvae were treated. *C. carnea* showed preference of *S. littoralis* treated larvae that have been affected by imidacloprid and natural pyrethrins. Predatory larvae fed on imidacloprid treated *S. littoralis* preys died before 24 hours, and when fed on triflumuron, only 5% reached the adult stage.

Key words: *Chrysoperla carnea*, ingestion, phloxine-B, imidacloprid, triflumuron, pyrethrins, azadirachtin.

REFERENCIAS

- BARRETT, 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.
- BUDIA, F., VIÑUELA, E. 1996. Effects of cyromazine on adult *C. capitata* on mortality and reproduction. *J. Econ. Entomol.* **89**(4): 826-831.
- CANARD, M., VOLCOVICH, T.A. 2001. Outlines of lacewings development. pp. 130-153. En: *Lacewings in the Crop Environment* (McEwen, P., New, T.R y Whittington Eds.) Cambridge, University Press. UK.
- CANDOLFI, M.P., BARRETT, K.L., CAMPBELL, P.J., FOSTER, R., GRANDY, N., HUET, M.C., LEWIS, G., OOMEN, P.A., SCHMUCK, R., VOGT, H. (eds). 2001. *Guidance document on regulatory testing and risk assessment procedures for plant protection products with non-target arthropods*. SETAC. USA. 46 pp.
- COHEN, A.C. 1995. Extra-oral digestion in predaceous terrestrial Arthropoda. *Ann. Rev. Entomol.*, **40**:85-103.
- COHEN, A.C. 1998. Solid-to-liquid feeding: the inside(s) story of extra-oral digestion in predaceous Arthropoda. *Am. Entomol.*, **44**:103-117.
- DARVAS, B., POLGÁR, L.A. 1998. Novel-Type Insecticides: Specificity and effects on Non-target Organisms. En: *Insecticides with novel mode of action. Mechanism and application*. (Ishaaya & Degheele Eds). Springer-Verlag. Berlin. pp. 188-259.
- DE CLERQ P., VIÑUELA, E., SMAGGHE G., DEGHEELE, D. 1995. Toxicity of diflubenzuron and pyriproxyfen to the predatory bug *Podisus maculiventris*. *Entomol. Exp. Appl.* **74**:17-22.
- DOWELL, R.V., 1997. Laboratory toxicity of a photo activated dye mixture to six species of beneficial insects. *J. Appl. Ent.* **121**: 271-274.
- ELBERT, A. NAUEN, R., LEICHT, W. 1998. Imidacloprid, a novel chloronicotinyl insecticide: Biological activity and agricultural importance. En: *Insecticides with novel mode of action. Mechanism and application*. (Ishaaya & Degheele Eds.) Springer-Verlag. Berlin. pp. 50-73.
- HASSAN, S.A. 1998. Standard characteristics of test methods. En: *Etoxicology. Pesticides & beneficial organisms*. P.T. Haskell & P. McEwen eds. Chapman & Hall. pp. 56-58.
- HOKKANEN, H.M.T. 1997. Role of biological control and transgenic crops in reducing use of chemical pesticides for crop protection. En: *Techniques for reducing Pesticide use. Economic and Environmental Benefits* (Pimentel, D., ed.) Wiley, Chinchester, pp.103-127.
- HUERTA, A., MEDINA, P., CASTAÑERA, P., VIÑUELA, E. 2003. Residual effects of some modern pesticides on *Chrysoperla carnea* (Stephens) adults under laboratory conditions. *Integrated Control in Protected Crops. Mediterranean Climate IOBC wprs Bull.* **26** (10): 165-170.
- HUERTA, A., MEDINA, P., CASTAÑERA, P., VIÑUELA, E. 2004. Topical toxicity of two acetone fractions of *Trichilia havanensis* Jacq. and four insecticides to larvae and adults of *Chrysoperla carnea* (Stephens). *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences* **68** (4a): 277-286.
- LIÑAN, C. 2003. *Vademecum de productos fitosanitarios y nutricionales* 2003. Ediciones Agrotécnicas S.L. Madrid. 672 pp.
- MEDINA, P., BUDIA, F., SMAGGHE, G.; VIÑUELA, E. 2001. Compatibility of Spinosad, Tebufenozide and Azadirachtin on eggs and pupae of the predator *Chrysoperla carnea* (Stephens) under laboratory conditions. *Biocontrol Sci. Technol.* **11**: 597-610.
- MEDINA, P., BUDIA, F., VOGT, H., DEL ESTAL, P., VIÑUELA, E. 2002a. Influencia de la ingestión de presa contaminada con tres modernos insecticidas en *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae). *Bol. San. Veg. Plagas.* **28**: 375-384.
- MEDINA, P., SMAGGHE, G., BUDIA, F., TIRRY, L., VIÑUELA, E. 2002b. Significance of penetration, excretion and transovarial uptake to toxicity of three insect growth regulators in predatory lacewing adults. *Arch. Insect Biochem. Physiol.* **51**: 91-101.
- MEDINA, P., BUDIA, F., DEL ESTAL, P., VIÑUELA, E. 2003a. Effects of three modern insecticides: pyriproxyfen, spinosad and tebufenozide on survival and reproduction of *Chrysoperla carnea* (Stephens) adults. *Ann. Appl. Biol.* **142**: 55-61.
- MEDINA, P., SMAGGHE, G., BUDIA, F., TIRRY, L., VIÑUELA, E. 2003b. Toxicity and absorption of azadirachtin, diflubenzuron, pyriproxyfen, and tebufenozide after topical application in predatory larvae of *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae) *Environ. Entomol.* **32**: 196-203.
- MEDINA, P., BUDIA, F., DEL ESTAL, P., ADÁN, A., VIÑUELA, E. 2004. Toxic effects of fipronil in the predatory lacewing *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae). *Biocontrol Sci. Technol.* (en prensa).
- MORDUE, A. J., BLACKWELL, A. 1993. Azadirachtin, an update. *J. Insect Physiol.* **39**: 903-924.
- PHILOGENE, B.J.R., REGNAULT-ROGER, C., VINCENT, C. 2002. Produits phytosanitaires insecticides d'origine végétale: promesses d'hier et d'aujourd'hui. En: *Biopesticides d'origine végétale*. (Regnault-Roger, C., Philogène, B.J.R., Vincent, C. Eds.) Tec&Doc Editions. Londres. pp.2-17.
- POITOUTS, S., BUES, R. 1974. Elevage de chenilles de vingt-huit espèces de lépidoptères noctuidae. *Ann. Zool. Ecol. Anim.* **6**(3):341-411.
- SCHRODER, R.F.W., MARTIN, P.A.W., ATHANAS, M.M. 2001. Effect of a Phloxine B-Cucurbitacin bait on diabroticite beetles (Coleoptera: Chrysomelidae). *J. Econ. Entomol.*, **94**: 892-897.
- SENIOR, L.J., MCEWEN, P.K., KIDD, N.A.C. 1998. Effects of the chitin synthesis inhibitor triflumuron on the green lacewing *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae): influence on adult potentialities and offspring. *Acta Zool. Fennica* **209**: 227-231.

STSC, 1987: Statgraphics user's guide, version 5.0 Graphic software system. STSC Rockville, MD.

VOGT, H., BIGLER, F., BROWN, K., CANDOLFI, M.P., KEMMETER, F., KÜHNER, C.H., MOLL, M., TRAVIS, A., UFER, A., VIÑUELA, E., WALDBURGER, M. & WALTERSDORFER, A. 2000: Laboratory method to test effects of plant protection products on larvae of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). En: Guidelines to evaluate side-effects of plant protec-

tion products to non-target arthropods. IOBC/wprs. Gent. Candolfi, M.P., Blümel, S., Forster, R., Bakker, F., Grimm, C., Hassan, S.A., Heimbach, U., Mead-Briggs, B., Reber, R., Schmuck, R., Vogt, H. (eds). pp. 27-44.

(Recepción: 11 febrero 2004)

(Aceptación: 26 abril 2004)

