

37108

LA IMPORTANCIA DE LA COMPATIBILIDAD DE ENEMIGOS NATURALES Y PLAGUICIDAS EN LOS MODERNOS SISTEMAS PRODUCTIVOS

Vinuela E¹ - ¹E.T.S.I. Agrónomos - Protección de Cultivos

Hoy en día, la tendencia a nivel mundial en la producción agrícola, está encaminada a la adaptación de los *Sistemas Productivos Tradicionales* a los de *Agricultura Sostenible*, que tiene por objetivo producir alimentos y fibras de calidad y en cantidades suficientes, de manera rentable, socialmente aceptable, y sin dañar el medio ambiente (Widjans y Kroonen-Backbier, 1993). En estos modernos sistemas productivos, uno de los elementos esenciales de la producción es la Protección de Cultivos, y aquí el control de plagas se hace siempre desde la perspectiva del *Manejo Integrado de Plagas (IPM)* que es la combinación de todas las técnicas de control a nuestro alcance, incluida la no intervención, y minimizando el uso de la lucha química, con la finalidad de eliminar la porción de la población plaga que nos da daños económicos (Viñuela, 2005). La importancia del IPM en Europa, queda patente en la reciente Directiva 2009/128/EC de *Uso sostenible de plaguicidas*, que hará obligatorio la utilización de esta estrategia de control en al Unión Europea (UE) a partir de 2014 (Doue, 2009a).

Dentro del IPM, una de las herramientas en la que se están depositando más esperanzas, es en el *Uso conjunto de enemigos naturales y plaguicidas selectivos*. El control Biológico, es una táctica muy respetuosa con el medio ambiente, con nulo riesgo de desarrollo de resistencia y en general con una buena selectividad entre otras características favorables, por lo que los protocolos de *Agricultura Ecológica*, *Producción Integrada* y otros modernos sistemas productivos [de la UE y de los diferentes países miembros], destacan que debe ser la primera herramienta a emplear. Así, en España tras la entrada en vigor del Programa Nacional 2004 *Control de insectos vectores de virus en cultivos hortícolas*, que promovía el uso del Control Biológico mediante enemigos naturales autóctonos o introducidos en los cultivos recomendando el uso de plaguicidas selectivos (Boe, 2004), la superficie de invernaderos de Almería bajo control biológico (una de las regiones mundiales con mayor concentración de cultivos bajo plástico: mas de 32.000 ha), experimentó un crecimiento exponencial alcanzando hoy en día mas de 9.500ha (la mayoría de pimiento dulce). Sin embargo, con frecuencia hay plagas llaves de los cultivos que no se controlan adecuadamente con ella, lo que hace necesario el uso de alguna herramienta más, siendo el uso de plaguicidas selectivos una de las más frecuentes.

El uso conjunto de enemigos naturales y plaguicidas, tiene el problema de que los tratamientos fitosanitarios suelen afectar más a los enemigos, que a las mismas plagas (Croft, 1990), por lo que una premisa previa e imprescindible es estudiar los efectos secundarios que los plaguicidas les causan (Medina et al., 2008). Los plaguicidas matan a los enemigos ya sea directamente (contaminación con residuos sobre la planta, contacto con gotas durante el tratamiento, ingestión de líquidos o sustancias azucaradas contaminadas) como indirectamente (ingestión presas contaminadas por los depredadores, parasitismo sobre un huésped contaminado en parasitoides, o porque reduzcan demasiado las poblaciones del huésped plaga y los enemigos se ven incapaces de actuar). El riesgo de un plaguicida para un enemigo depende de dos factores: la peligrosidad que supone para éste (función de la toxicidad intrínseca del producto), que le puede provocar efectos letales y subletales, y la exposición a la cual está sometida la comunidad. Los efectos subletales pueden ser 2 fisiológicos y tener un efecto en la bioquímica y neurofisiología, desarrollo, longevidad, inmunología, proporción sexual, fecundidad o fertilidad del enemigo natural, o afectar a su comportamiento, modificar la movilidad, orientación, comportamiento alimenticio o de puesta y aprendizaje, por lo que su papel beneficioso queda seriamente comprometido (Desneux et al., 2007).

El impacto negativo de los plaguicidas se puede reducir usando plaguicidas selectivos ya sea fisiológicamente (productos selectivos intrínsecamente que respeten los enemigos) o ecológicamente (evitando que coincidan en tiempo y/o espacio con los enemigos) (Viñuela, 2005). Para identificar los plaguicidas selectivos, y dar apoyo al IPM, los estudios pioneros en el mundo los ha realizado la OILB (*Organización Internacional para la Lucha Biológica e Integrada*), a través de un grupo de trabajo denominado "Plaguicidas y Organismos Beneficiosos", que inició su actividad en 1974 (Hassan, 1994). Entre las tareas realizadas por este grupo desde entonces, hay que destacar la normalización y validación de métodos de ensayo para más de 30 enemigos naturales (artrópodos, hongos y nematodos entomopatógenos) (Hassan, Biggler, Blaisinger et al., 1985; Samsøe-Petersen l. 1990; Sterk, Hassan, Baillod et al., 1999, Candolfi et al., 2000) y la evaluación de unos 160 productos comerciales en gran número de organismos beneficiosos (Hassan, Albert, Bigler et al., 1987; Hassan, Bigler, Bogenschütz et al., 1983, 1988, 1991, 1994; Sterk, Hassan, Baillod et al., 1999).

Sus estudios se basan en la utilización de métodos normalizados exponiendo a los enemigos a residuos frescos de los plaguicidas (puesto que es la forma por la que se contaminan más comúnmente en el campo

(Croft, 1990) aplicados a la dosis más elevada registrada para su uso en campo, usando diversos tipos de pulverizadores. Siguen un esquema secuencial que comienza en laboratorio (residuos en sustrato inerte) y continúa, si es preciso, con laboratorio extendido (residuo sobre hoja), semicampo y campo cuando los plaguicidas resultan ser nocivos en los pasos previos. En el laboratorio hay que lograr que la exposición de los enemigos a los plaguicidas sea máxima y según los efectos que les produzcan, letales (mortalidad) y subletales (alteración de la reproducción, comportamiento, etc.), se clasifican en cuatro categorías: 1-2-3-4 (1 inocuo, 2 ligeramente tóxico, 3 moderadamente tóxico y 4 tóxico) (Hassan, 1994).

Como puede haber grandes diferencias de susceptibilidad entre los diferentes estados de desarrollo de un enemigo (Jacas & Viñuela, 1994; Medina et al., 2001, 2007a; Viñuela et al., 2001), hay que estudiar tanto el estado más susceptible o expuesto (adultos de parasitoides y larvas o ninfas de depredadores), como el estado más protegido o menos expuesto (que suelen ser los parasitoides dentro del huésped y los adultos de depredadores), aunque también se podrían considerar huevos y pupas (Hassan, 1994; Medina et al., 2001).

Para identificar los plaguicidas no persistentes, cuando los residuos frescos resultan perjudiciales para el enemigo natural, es muy importante determinar la duración de este efecto negativo. Para ello hay que exponer los enemigos naturales a residuos en las plantas con diferentes edades hasta la pérdida de toxicidad (categoría 1) o hasta 1 mes tras el tratamiento y clasificar los plaguicidas en 4 categorías: A = poco persistente < 5 días, B = ligeramente persistente 5-15 días; C = moderadamente persistente 16-30 días; D = persistente >30 días (Hassan, 1994).

Todos estos aspectos se ilustrarán con ejemplos diversos obtenidos por nuestro laboratorio en una amplia gama de enemigos naturales, importantes en diferentes agroecosistemas.

Más recientemente, y también de forma pionera en el mundo, la UE en su directiva 91/414/CEE referente a la *Comercialización y uso de plaguicidas*, estableció 3 por vez primera la obligatoriedad de hacer estudios ecotoxicológicos previos al registro de productos fitosanitarios (Doce, 1991), iniciativa que luego ha sido seguida por otros países no miembros de la UE. Esta directiva ha sido derogada recientemente al promulgarse el Nuevo Reglamento 1107/2009 de 21 octubre 2009 *de Comercialización de plaguicidas* (Doue, 2009 b), pero sigue en vigor el Anexo I, donde se incluyen los plaguicidas autorizados o excluidos, tras la revisión que desde hace años efectúa la UE en sus países miembros (Marm, 2011).

Los estudios para registro, se hacen bajo BPL (Buenas prácticas de laboratorio), sistema de trazabilidad desarrollado por la OCDE (Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo), y únicamente pueden llevarlos a cabo empresas acreditadas ante la Entidad Nacional de Acreditación de los diferentes países (Oede, 1999). Estos estudios no son secuenciales como los de la OILB pero se inician también en laboratorio, utilizan inicialmente sólo dos especies indicadoras (*Aphidius rhopalosiphii* De Stephani-Pérez, Hymenoptera Braconidae y *Typhlodromus pyri* Scheuten, Acarina Phytoseiidae) elegidas por su alta sensibilidad a los plaguicidas según estudios independientes realizados por los fabricantes de plaguicidas (Candolfi 1999) y por la propia OILB (Vogt, 2000), y tan sólo recogen efectos letales. A diferencia también de la OILB, no usan la máxima dosis registrada del plaguicida, sino que calculan el riesgo dentro y fuera del campo mediante un coeficiente que se calcula dividiendo la dosis de uso del plaguicida o la deriva, respectivamente, por la DL50 (Dosis letal cincuenta) obtenida en el peor escenario para el enemigo natural en el laboratorio, según las directrices dadas en dos *Documentos Guías* (Barret et al., 1994; Candolfi et al., 2001). Cuando los plaguicidas no son inocuos en laboratorio, hay que realizar ensayos en laboratorio extendido (residuos en hojas), semicampo, campo o persistencia, y además de las dos especies sensibles tipificadas, hay que utilizar una o dos especies más dependiendo de si uno o los dos coeficientes de riesgo superan el umbral establecido. Las especies se elegirán de entre las cuatro siguientes recomendadas: los Coleópteros *Coccinella septempunctata* L. Coccinellidae y *Aleochara billineata* Gyll. Staphylinidae (sólo presente en el Pirineo, en España), el Neuroptera *Chrysoperla carnea* (Stephens) Chrysopidae o el Hemiptera *Orius laevigatus* (Fiebre) Antocoridae, y evaluar también los efectos subletales (Barret et al., 1994).

Los métodos utilizados en los estudios para registro, son de la OILB (Candolfi et al., 2000; Hassan et al., 1985; Hassan, 1992; Samsøe-Petersen, 1990); de la EPPO (Organización europea y mediterránea para la protección de las plantas; Eppo, 1994, 2003); o de la OCDE (Oede, 2010).

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. SETAC. UK. 51 pp.

BOE, 2004. Programa Nacional 2004

Control de insectos vectores de virus en cultivos hortícolas (R.D. 1938/2004). Boe 7-X-04: 33766-33768

CANDOLFI, M.P.; F. BAKKER; V. CANEZ; M. MILES; C.H. NEUMANN; E. PILLING; M. PRIMIANI; K. ROMIJN; R. SCHMUCK; S. STORCHWEYHERMÜLLER Y A. WALTERSDORFER. 1999. Sensitivity of non-target arthropods to plant protection products: could

Typhlodromus pyri and *Aphidius spp.* be used as indicator species? Chemosphere 39: 1357-1370.

CANDOLFI, M.P.; S. BLÜMEL, R. FOSTER, F. BAKKER, C. GRIMM, S.A. HASSAN, U. HEIMBACH, M.A. MEAD-BRIGGS, B. REBBER, R. SCHMUCK & H. VOGT. 2000. Guidelines to evaluate side-effects of plant protection products to non-target arthropods. WPRS-SROP. Germany.

CANDOLFI, M.P.; K.L. BARRETT, P.J. CAMPBELL, R. FOSTER, N. GRANDE, M.C. HUET, G. LEWIS, P.A. OOMEN, R. SCHMUCK Y H. VOGT (EDITORES). 2001. 4

Guidance document on regulatory testing and risk assessment procedures for plant protection products with non-target arthropods. SETAC.

CROFT A. 1990. Arthropod biological control agents and pesticides. John Wiley & Sons. New York.

DOCE, 1991. Directiva 91/414/EEC sobre

comercialización y uso de plaguicidas. Doce L230:1-32.

DESNEUX, N.; A. DECOURTYE & J.M. DELPUECH. 2007. The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. Ann. Rev. Entomol. 52: 81-106.

DOUE, 2009b. Nuevo Reglamento 1107/2009 de 21 octubre 2009

de Comercialización de plaguicidas. Doue, 24-XI-2009, L309:1-50.

DOUE, 2009a. Directiva 2009/128/EC de

Uso sostenible de plaguicidas. Doue 24-11-2009. L309:71-86

EPPO, 1994. Decision-making scheme for the environmental risk assessment of plant protection products.

Bulletin OEPP 24: 17-35.

EPPO, 2003. Environmental risk assessment scheme for plant protection products. <http://archives.eppo.org/EPPOStandards/era.htm>

-PP 3/9 Non target terrestrial arthropods.

Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 33: 131-139.

-PP 3/10 Honeybees.

Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 33: 99-101

HASSAN S.A. (ed) 1992. Guidelines for testing the effects of pesticides on beneficial organisms: description of test methods

. *IOBC Bulletin* XV. 185 pp

HASSAN S.A. 1994. Activities of the IOBC/wprs working group "Pesticides and Beneficial Organisms". *IOBC/wprs Bulletin* 17: 1-5.

HASSAN, S.A.; R. ALBERT, F. BIGLER ET AL. 1987. Results of the third joint pesticide testing programme by the IOBC/wprs working group pesticides and beneficial organisms. *Z. ang. Ent.* 103: 92-107.

HASSAN, S.A.; F. BIGLER, H. BLAISINGER ET AL. 1985. Standard methods to test the side-effects of pesticides on natural enemies of insects and mites. *EPPO Bull.* 15: 214-255.

HASSAN, S.A.; F. BIGLER, H. BOGENSCHÜTZ ET AL. 1983. Results of the second joint pesticide testing programme by the IOBC/wprs working group pesticides and beneficial organisms. *Z. ang. Ent.* 95: 151-158.

HASSAN, S.A.; F. BIGLER, H. BOGENSCHÜTZ ET AL. 1988. Results of the fourth pesticide testing programme by the IOBC/wprs working group pesticides and beneficial organisms. *J. Appl. Ent.* 105: 321-329.

HASSAN, S.A.; F. BIGLER, H. BOGENSCHÜTZ ET AL. 1991. Results of the fifth pesticide testing programme by the IOBC/wprs working group pesticides and beneficial organisms. *Entomophaga.* 36: 55-67.

HASSAN, S.A.; F. BIGLER, H. BOGENSCHÜTZ ET AL. 1994. Results of the sixth pesticide testing programme by the IOBC/wprs working group pesticides and beneficial organisms. *Entomophaga.* 39: 107-119.

JACAS, J. Y E. VIÑUELA E. 1994. Side-effects of pesticides on the parasitoid

Opius concolor. *IOBC/wprs Bull.* 17: 143-6.

MARM, 2011. Lista comunitaria de sustancias activas incluidas, excluidas y en evaluación comunitaria. Último acceso 22 de Mayo de 2011.

http://www.marm.es/agricultura/pags/fitos/registro/fichas/pdf/Lista_sa.pdf

MEDINA P., ADÁN A., DEL ESTAL P., BUDIA F. & VIÑUELA E. 2008. Integración del control biológico con otros métodos de control. En:

Control biológico de plagas agrícolas. Jacas J. & Urbaneja A. (eds). 469-476. Phytoma España S.L. Valencia.

MEDINA, P.; F. BUDIA, L. TIRRY, G. SMAGGHE Y E. VIÑUELA. 2001. Compatibility of Spinosad, Tebufenozide and Azadirachtin with eggs and pupae of the predator

Chrysoperla carnea under laboratory conditions. *Biocontrol Sci. & Technol.* 11: 597-610.

OECD, 2010. Guidelines for the testing of chemicals. Last access on May 20

th 2011.

www.oecd.org/document/22/0,3343,en_2649_34377_1916054_1_1_1_1,00.html

5

OECD, 1999.

Principles of good laboratory practice. Quality assurance and GLP. Series on principles of good laboratory practice and compliance monitoring. Number 1. ENV/MC/CHEM (98)17: 1-41.

SAMSØE-PETERSEN, L. 1990. Sequences of standard methods to test effects of chemicals on terrestrial arthropods. *Ecotoxicol. & Environm. Safety* 19: 310-319.

STERK, G.; S.A. HASSAN, M. BAILLOD ET AL. 1999. Results of the seventh joint pesticide testing programme carried out by the IOBC/wprs working group pesticides and beneficial organisms. *BioControl* 44: 99-117.

VIÑUELA. 2005. La lucha biológica, pieza clave de la agricultura sostenible. En: El control biológico de plagas, enfermedades y malas hierbas y la sostenibilidad de la agricultura: 15-30. Jacas J., Caballero P. & Avilla J. (eds). UJI/Univ. Pública Navarra. Castellón de la Plana. España

VIÑUELA, E.; P. MEDINA, M. SCHNEIDER, M. GONZÁLEZ, F. BUDIA, A. ADÁN Y P. DEL ESTAL. 2001. Comparison of side-effects of spinosad, tebufenozide and azadirachtin on the predators

Chrysoperla carnea and *Podisus maculiventris* and the parasitoids *Opius concolor* and *Hyposoter didymator* under laboratory conditions. *IOBC/wprs Bull.* 24(4): 25-34.

VOGT, H. 2000. Sensitivity of non-target arthropods species to plant protection products according to laboratory results of the IOBC WG "Pesticides and Beneficial Organisms".

IOBC/wprs Bull. 23 (9): 3-15.

WIJNANDS & KROONEN-BACKBIER, 1993. Management of farming systems to reduce pesticide inputs: the integrated approach. En:

Modern crop protection: developments and perspectives: 227-234. Zadoks (ed). Wageningen Press. Wageningen.