

¿Es posible usar conjuntamente parasitoides, depredadores y plaguicidas naturales?

El *Control Biológico* (CB), se considera hoy en día una de las técnicas preferibles a aplicar en el control de plagas, por sus innegables ventajas ambientales. Sin embargo, con frecuencia nos vemos obligados a combinar el uso del CB con el de los plaguicidas debido a la coincidencia espacial y/o temporal de diversas plagas en los cultivos para las que no siempre disponemos de enemigos naturales eficaces, o a la imposibilidad de controlar de manera económica algunas plagas llaves de los mismos utilizando únicamente parasitoides o depredadores.

Elisa Viñuela, Ángeles Adán, Pilar Medina, Pedro Del Estal y Flor Budía • Protección de Cultivos. E.T.S.I. Agrónomos



Adulto de *Psytalia concolor* (Hymenoptera Braconidae)

El tipo de plaguicidas empleados a lo largo del tiempo, ha cambiado notablemente. La UE está eliminando todos aquellos que tienen un impacto en los ecosistemas menos favorable, y las sustancias de origen natural se contemplan hoy en día como una alternativa interesante a los plaguicidas clásicos en todo el mundo, debido a su baja toxicidad para vertebrados, su uso a concentraciones mucho más bajas que la mayoría de los productos sintéticos, sus nuevas formas de actuación (lo que es muy favorable desde el punto de vista de desarrollo de la resistencia), su rápida degradación en los ecosistemas y en general, su mejor compatibilidad con los enemigos naturales.

Los enemigos naturales se suelen eliminar de los cultivos más fácilmente con un tratamiento que las plagas, ya que se contaminan con los residuos de los plaguicidas más que éstas (tienen mayor movilidad, mayor su-

perficie de exposición al ser de pequeña talla y sistemas enzimáticos menos potentes), por lo que cabe preguntarse si realmente los insecticidas naturales pueden llegar a ser totalmente compatibles con los parasitoides y depredadores presentes en los cultivos, ya sean nativos o introducidos. Para dar respuesta a esta pregunta, no hay más remedio que determinar previo a su uso, cuales son los productos selectivos para un cierto enemigo, con la finalidad de dar respuesta al agricultor o para poder registrarlos, tal y como exige la directiva 91/414. Para ello, se pueden seguir por ejemplo, las directrices dadas por el Grupo de Trabajo de la OILB, Plaguicidas y Organismos Beneficiosos, que ha normalizado métodos de laboratorio, semicampo y campo para diversos enemigos naturales y ha estudiado los efectos de infinidad de plaguicidas, que finalmente clasifican en cuatro categorías según su peligrosidad, que van del 1 (inocuo) al 4 (tóxico).

El término insecticida natural, es muy amplio (abarca todos aquellos compuestos que no son de síntesis) y no indica nada acerca del origen de los productos, que puede ser muy diverso: *botánicos* (ej. azadiractina, nicotina, rotenona, etc.), *microbiológicos* (Ej. virus, bacterias, hongos y nematodos entomopatógenos), obtenidos a partir de *actinomicetos* (Ej. avermectinas, espinosinas, etc.) ó *inorgánicos* (ej. caolín, aceites minerales, azufre, etc.), ni tampoco acerca de su forma de actuación, que puede ser neurótóxica como la mayoría de los productos clásicos, interferir con la respiración mitocondrial o actuar como un regulador del crecimiento de los insectos (RCI) afectando al balance hormonal o a la formación normal del tegumento.

Insecticidas botánicos

Conocidos desde antiguo, su uso quedó relegado largo tiempo, en especial durante la edad de oro de los productos sintéticos, pero hoy las plantas están de nue-

vo en el punto de mira y se han estudiado aproximadamente unas 2.000 fundamentalmente de las familias *Compositae*, *Labiatae*, *Leguminosae*, *Meliaceae* y *Solanaceae* y caracterizado unas 900 porque somos conscientes de su gran potencial insecticida: gran número de sus metabolitos secundarios (más de 100.000 con 30.000 estructuras químicas diferentes), constituyen una primera línea de defensa frente al ataque de los insectos.

Los insecticidas botánicos pueden actuar por ingestión o contacto, tanto en el sistema nervioso (Ej. piretrina natural, nicotina), como en mitocondrias (Ej. rotenona) o como un RCI (Ej. azadiractina). Por ello la gama de efectos que producen es de lo más diversa: efectos tóxicos, estimuladores / inhibidores de la reproducción, estimuladores / inhibidores de la alimentación; atrayentes/repelentes, alteradores de las hormonas del insecto, alteración de la síntesis de quitina, etc.

Varios son los productos botánicos con los que hemos trabajado para establecer la selectividad frente a tres enemigos naturales de las plagas:

- La Meliácea americana *Trichilia havanensis* Jacq de cuyos frutos hemos aislado los limonoides (F12 y F18) con actividad antialimentaria frente a los noctuidos *Spodoptera littoralis* (Boisduval), *Helicoverpa armigera* (Hübner) o la mosca de la fruta *Ceratitidis capitata* (Wied.), todas ellas plagas importantes en nuestro país.
- La labiada *Teucrium viscidum* Bl. muy rica en especial en diterpenoides neoclerodánicos [Teucjaponina B (M1) y Teucvina (M9)] que tuvieron actividad frente a los noctuidos *S. littoralis*, *Prodenia litura* F., *H. armigera*, la langosta *Locusta migratoria* L. y el escarabajo de la patata *Leptinotarsa decemlineata* L.
- Dos productos comerciales: una piretrina natural +PBO (butóxido de piperonilo) autorizada en horticultura (Pelitre Hort®), cuyo modo de acción es neurotóxico y un compuesto a base de azadiractina (Align®) que actúa como RCI, y
- Floxina B, un colorante fototóxico evaluado (sólo se activa en presencia de la luz) que actúa por ingestión y que se ha ensayado como sustitutivo de los organofosforados en los tratamientos cebo contra las moscas de la fruta.

Los tres enemigos naturales importantes en España que han sido estudiados son: el neuróptero *Chrysoperla carnea* (Stephens) y los parasitoides *Psytalia concolor* Szèpl. (bracónido muy sensible a los plaguicidas, que parasita en campo a la mosca de la aceituna) e *Hyposoter didymator* (Thunberg) (que parasita a noctuidos).

Cuando los extractos F12 y F18 de *T.havanensis*, M1 y M9 de *T.viscidum* o la floxina se aplicaron a 1.000 ppm, y los productos comerciales a base de azadiractina o piretrina natural+PBO a la máxima dosis autorizada en España (150 cc/hl y 200 cc/hl respectivamente), los resultados mostraron que tanto los productos comerciales como los extractos afectaban en cierto modo a los enemigos naturales.

Azadiractina aplicada a adultos de *C. carnea* o *P.concolor* inhibía totalmente la fecundidad del depredador y



Adulto de *Hyposoter didymator* (Hymenoptera, Ichneumonidae)

el número de huéspedes atacados y la descendencia del parasitoide. La piretrina natural +PBO ocasionaba mortalidades apreciables en los dos enemigos anteriores mientras que los extractos tanto de *T. viscidum* (M1 y M9), y de *T. havanensis* (F12 y F18) eran inócuos.

La toxicidad causada por un cierto insecticida, varía con la especie de enemigo natural, el estadio de desarrollo, la forma de exposición o la formulación. Así en adultos de *C. carnea*, la piretrina natural+PBO aplicada por contacto residual y por ingestión produjo mortalidades superiores al 80%, y aplicada tópicamente la mortalidad fue inferior al 40%; cuando fue aplicada a adultos de *P. concolor* utilizando cualquier método, resultó totalmente incompatible, sin embargo al otro parasitoide *H. didymator* cuando se aplicó por contacto residual o tópicamente fue incompatible, mientras que por ingestión, sólo redujo ligeramente la longevidad del enemigo natural. Igualmente, la azadiractina aplicada residual o tópicamente a adultos de *H. didymator* fue categoría 1 de la OILB (inocuo), mientras que por ingestión o vía huésped contaminado fue categoría 2. En cuanto a las formulaciones, en general las aceitosas son más incompatibles que las acuosas y tienen un efecto más agudo, como se comprobó con azadiractina y las larvas de *C. carnea* expuestas a residuos de Align® (acuosa) y Neem-Azal® (aceitosa).

De todas maneras, no hay que olvidar que la OILB propone un esquema secuencial de evaluación de los efectos secundarios de los plaguicidas, comenzando en

La toxicidad causada por un cierto insecticida, varía con la especie de enemigo natural, el estadio de desarrollo, la forma de exposición o la formulación

el laboratorio donde se expone al enemigo en las condiciones más desfavorables y acabando en el campo y teniendo en cuenta que los resultados obtenidos con un mismo producto pueden variar notablemente. Así con larvas de *C. carnea*, se pudo comprobar que en laboratorio, dos formulaciones comerciales a base de azadiractina y piretrina natural eran totalmente incompatibles con el enemigo, mientras que en campo eran inocuas.

La floxina B, colorante fototóxico, era compatible con *C. carnea* aplicado tópicamente o por ingestión

Insecticidas microbiológicos

Los nematodos entomopatógenos de los géneros *Steinernema* y *Heterorhabditis* se utilizan en control biológico por tener capacidad de búsqueda y un buen número de atributos deseables (respetuosos ambientalmente, compatibles con otras técnicas, aplicables con equipos convencionales, etc.) y podrían ser útiles para el control de las moscas de la fruta, dado que una parte de su ciclo ocurre en el suelo. Cuando el parasitoide *P. concolor* parasitaba larvas de *Ceratits capiata* (Wied.) infectadas por *S. feltiae* Filipjev,

H. megidis Poinar y *H. bacteriophora* Poinar se reducía la emergencia de adultos, en especial con *S. feltiae*, por lo que también este tipo de organismos debe ser evaluado junto con los enemigos naturales, para establecer totalmente su compatibilidad.

El hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* (Bals.) se encuentra normalmente infectando diversos insectos en zonas húmedas de España, y se aplica en la lucha contra moscas blancas, trips, pulgones, etc., por lo que también hay que conocer sus posibles efectos en los enemigos naturales. Cuando los adultos del parasitoide muy sensible *P. concolor* se expusieron al hongo utilizando diversas técnicas, se redujo la emergencia de adultos más drásticamente por ingestión, luego tópica y residualmente, mientras que la contaminación vía huésped no tuvo efecto.

Insecticidas obtenidos a partir de Actinomicetos

El spinosad, obtenido a partir de la fermentación del actinomiceto del suelo *Saccharopolispora spinosa* Mertz & Yao, se considera seguro para la mayoría de los depredadores, pero puede interferir gravemente con los parasitoides, aunque presenta la ventaja de su corta persistencia ambiental, según vimos en un estudio de

revisión bibliográfica realizada por nosotros con un total de 228 observaciones de 52 especies (167 depredadores de 27 especies y 66 parasitoides de 25 especies).

Insecticidas inorgánicos

Entre los primeros productos aplicados por el hombre en la lucha contra las plagas, se encuentran algunos productos inorgánicos como el azufre, el caldo sulfocálcico, aceites minerales de verano, etc. Sus efectos en los enemigos naturales, dependen mucho del producto considerado, siendo a veces tan sólo efectos sutiles en el comportamiento o fisiología. La mayoría de los compuestos inorgánicos tienen un uso limitado hoy en día, aunque la puesta en el mercado de productos tales como el caolín, ha hecho volver los ojos hacia ellos.

Los residuos de azufre, no dieron mortalidad en los adultos del parasitoide *P. concolor*, ni en laboratorio (residuos frescos) ni en semicampo (residuos frescos y de siete días), pero la parasitación disminuyó notablemente porque las hembras parecían estar desorientadas y eran incapaces de encontrar al huésped para hacer la puesta (categorías OILB 3-3-2, respectivamente).

El caolín, silicato de aluminio hidratado que previene el estrés térmico y el golpe de sol y controla algunas plagas como las del olivo, parece ser compatible con los enemigos naturales. Ensayos realizados en un olivar de Madrid, demostraron que disminuyó -muy ligeramente- la riqueza y el número de especies de enemigos naturales capturadas por golpeo y en laboratorio fue compatible con larvas del depredador *C. carnea*, cuando se expusieron a residuos frescos aplicados tanto sobre superficie inerte (cristal) o sobre hojas y con adultos del parasitoide *P. concolor* pues no hubo ni mortalidad ni efecto en la reproducción.

Otro producto inorgánico, un aceite mineral de verano (Volcá Miscible®), también fue totalmente compatible aplicado por contacto residual tanto en larvas del depredador *C. carnea* con adultos del parasitoide *P. concolor* (Categoría OILB 1).

Conclusión

Los insecticidas de origen natural tienen un perfil toxicológico más favorable en general que los productos clásicos y una mayor selectividad para los enemigos naturales. Sin embargo, dada la dificultad de extrapolar resultados entre insecticidas y enemigos naturales por el gran número de factores que influyen (estado de desarrollo, forma de exposición, edad del residuo, etc.), no queda más remedio, que previo al uso conjunto del plaguicida seleccionado y el parasitoide o depredador que nos interesa, se hagan estudios para establecer su compatibilidad o incompatibilidad.

Referencias citadas

La bibliografía de este artículo queda a disposición del lector en: elisa.vinuela@upm.es



Larva de *Chrysoperla carnea* (Neuroptera, Chrysopidae)