

## Synergism studies with binary mixtures of pyrethroid, carbamate and organophosphate insecticides on *Frankliniella occidentalis* (Pergande)

## Estudios de sinergismo con mezclas binarias de piretroides, carbamatos, insecticidas organofosforados, sobre *Frankliniella occidentalis* (Pergande)

J. Abellán\*, P.J. Espinosa, V. Quinto, J. Contreras, P. Bielza

Departamento de Producción Vegetal, Universidad Politécnica de Cartagena, Paseo Alfonso XIII 48, 30203 Cartagena, Spain.

### **Abstract**

The major mechanism of resistance to most insecticides in *Frankliniella occidentalis* is metabolic. The efficacy of insecticide mixtures of acrinathrin, methiocarb, formetanate and chlorpyrifos was studied by topic exposure in strains of *F. occidentalis* selected for resistance to each insecticide. Acrinathrin activity against *F. occidentalis* was enhanced by carbamate insecticides, being methiocarb much better synergist than formetanate. Monooxygenases action on the carbamates would prevent degradation of the pyrethroid, hence providing a level of synergism by competitive substrate inhibition.

**Keywords:** Thysanoptera; insecticide-resistance; insecticide-mixtures.

### **Resumen**

El principal mecanismo de resistencia a la mayoría de insecticidas de *Frankliniella occidentales* (Pergande) es metabólico. La eficiencia de las mezclas de insecticida con acrinatrín, metiocarb, formetanato y clorpirifos, se estudió por exposición tópica en poblaciones de *F. occidentalis* seleccionadas para la resistencia a cada insecticida. La actividad del acrinatrín contra *F. occidentalis* se potenció con los insecticidas carbamatos, siendo el metiocarb un sinergista mucho mejor que el formetanato. La acción de las monooxigenasas sobre los carbamatos prevenía la degradación del piretroide, dotando así de un nivel de sinergismo a través de la inhibición competitiva del sustrato.

**Palabras clave:** Thysanoptera; resistencia a insecticidas; mezclas de insecticidas.

### **1. INTRODUCCIÓN**

El trips occidental de las flores, *Frankliniella occidentalis* (Pergande), es una de las mayores plagas de hortalizas, frutales y cultivos ornamentales en áreas de producción con clima cálido. Muchas poblaciones de *F. occidentalis* han mostrado resistencia a una serie de diferentes

\* E-mail: jaimeabellan@hotmail.com

insecticidas. Su facilidad a desarrollar resistencia cruzada a los insecticidas del mismo grupo químico y a aquellos de otras clases sugiere la existencia de un mecanismo de resistencia metabólico. Diferentes mecanismos de resistencia hacia diferentes insecticidas contribuyen a la resistencia. Sin embargo, un estudio reciente sugiere que el principal mecanismo de resistencia a la mayoría de insecticidas en *F. occidentalis* es metabólico, suprimible con butóxido de pepironilo, mediado con citocromo P450 monooxigenasas y generador de resistencia cruzada entre diferentes clases de insecticidas [1,2].

Dado el desarrollo de la resistencia en *F. occidentalis* se llevó a cabo una investigación sobre las diferentes combinaciones de OPs (clorpirifos), carbamatos (metiocarb y formetanato) y piretroides (acrinatrín) para estudiar el sinergismo en poblaciones susceptibles y resistentes seleccionadas en laboratorio.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Insectos

La población susceptible (MLFOM) de *F. occidentalis* se recogió en 2001 de un cultivo ecológico de melocotonero situado en una zona (Murcia, sureste de España) de cultivos frutícolas donde no había mucho uso de insecticidas. Esta población se mantuvo en el laboratorio. Las poblaciones seleccionadas para la resistencia a cada uno de los insecticidas: MET9 (metiocarb), ACR9 (acrinatrín), y FOR7 (formetanato), se mantuvieron en el laboratorio [3-6]. La resistencia se mantuvo por una continuada presión de selección.

### 2.2 Insecticidas

Las formulaciones comerciales de los diferentes insecticidas usados para los bioensayos fueron: formetanato 500 g kg<sup>-1</sup> WP (Dicarzol, Aventis), acrinatrín 75 g L<sup>-1</sup> EC (Rufast, Rhône-Poulenc), metiocarb 500 g kg<sup>-1</sup> WP (Mesurol, Bayer), y clorpirifos 480 g L<sup>-1</sup> EC (Dursban, Syngenta).

### 2.3 Bioensayos

Se usaron bioensayos tópicos para ensayar la resistencia del adulto a cada insecticida en la población seleccionada correspondiente. Solo se usaron trips hembras. La serie de disoluciones de acrinatrín y metiocarb se preparó en acetona, así como el formetanato se diluyó en metanol. Se ensayaron por un lado los insecticidas (Acrinatrín, Metiocarb y Formetanato), para cada una de las poblaciones seleccionadas (MLFON, MET9, ACR9, FOR7). Y luego combinaciones de estos tres insecticidas, usando otro como sinergista el (acrinatrín, metiocarb y clorpirifos). Para el clorpirifos y el acrinatrín se usó la mitad de la dosis máxima de campo (DMC) y para el metiocarb se usó al 3 % de la DMC. Las concentraciones sinergistas fueron: 480 mg L<sup>-1</sup> para el clorpirifos, 30 mg L<sup>-1</sup> para el acrinatrín, y 31,2 mg L<sup>-1</sup> para metiocarb. Seis concentraciones de insecticidas, más un tratamiento control con acetona o metanol, se ensayaron para cada población en tres repeticiones, conteniendo 10 adultos por repetición. La mortalidad se evaluó después de 24 horas, los individuos inmóviles se contaron como muertos.

### 2.4 Análisis de Datos

Los datos se recogieron con la mortalidad observada en el control y analizados usando el programa POLO-PC para el análisis probit.

## 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de los bioensayos de *F. occidentalis* con los insecticidas solos y con las mezclas, se muestran en la Tabla 1. El formetanato, el metiocarb y el acrinatrín muestran

resistencia cruzada. La población seleccionada a formetanato (FOR7) resultó ser moderadamente resistente al formetanato ( $FR_{50} = 13,4$ ), al metiocarb ( $FR_{50} = 11,0$ ) y al acrinatrín ( $FR_{50} = 18,8$ ). La población seleccionada al metiocarb (MET9) resultó ser ligeramente resistente al mismo ( $FR_{50} = 6,5$ ), mostrando una resistencia moderada al acrinatrín ( $FR_{50} = 24,6$ ). La población seleccionada al acrinatrín (ACR9) mostró una resistencia muy alta al acrinatrín ( $FR_{50} = 1029,6$ ) y una resistencia leve al metiocarb ( $FR_{50} = 6,8$ ).

En la población seleccionada a formetanato (FOR7), aunque el clorpirifos incrementó la toxicidad del formetanato, la  $CL_{50}$  y  $CL_{90}$  no eran significativamente diferentes de aquellas del formetanato solo. El metiocarb y el acrinatrín produjeron sinergismo de formetanato a los niveles  $CL_{50}$  y  $CL_{90}$ . El sinergismo del metiocarb y acrinatrín en la población resistente a formetanato era ligero a la  $CL_{50}$  ( $RS = 4,9$  y  $4,5$ , respectivamente) y alto a la  $CL_{90}$  ( $RS = 25,3$  y  $11,8$ , respectivamente).

En la población seleccionada a metiocarb (MET9), el clorpirifos produjo un leve sinergismo del metiocarb a la  $CL_{50}$  ( $RS = 2,7$ ), pero no significativamente a la  $CL_{90}$  ( $RS = 3,5$ ). El acrinatrín se mostró altamente sinergista (15,4 veces) con metiocarb a la  $CL_{50}$ , pero no a la  $CL_{90}$ . Su efecto restauró completamente la susceptibilidad de *F. occidentalis* al metiocarb en la  $CL_{50}$ .

El clorpirifos no causó ningún sinergismo con acrinatrín en la población seleccionada del mismo (ACR9). En cambio, el metiocarb presentaba una elevada sinergia al acrinatrín en la  $CL_{50}$  (1772,1 veces) y en la  $CL_{90}$  (2103,2 veces). Esto redujo el valor del  $FR_{50}$  de 1029,6 a 0,6, restaurando completamente la susceptibilidad de *F. occidentalis* al acrinatrín.

Se ha propuesto un modelo general para explicar el sinergismo entre insecticidas: “un tóxico interfiere en la detoxificación metabólica del segundo, potenciando así la toxicidad de este último compuesto”. Los piretroides y los insecticidas organofosforados pueden ser sustratos competitivos para la misma oxidasa, incrementando así la toxicidad de la mezcla. Del mismo modo, los carbamatos pueden inhibir las monooxigenasas involucradas en la resistencia a los piretroides.

En el presente estudio una concentración muy baja de metiocarb (aproximadamente, el 3 % de la dosis máxima de campo), fue extremadamente sinergista con el acrinatrín (aprox. 2000 veces) (tabla 1). Este hecho sugiere que una acción menos eficiente de las monooxigenasas sobre el metiocarb prevendría la degradación del acrinatrín.

En cambio, el acrinatrín era altamente sinérgico al metiocarb (15 veces) al nivel  $CL_{50}$  pero no al  $CL_{90}$  (Tabla 1). Este hecho podría explicarse debido al efecto sinérgico del metiocarb con el acrinatrín, en puesto del acrinatrín con el metiocarb. A bajas concentraciones, la toxicidad del metiocarb era muy baja, pero el metiocarb producía sinergismo de una baja concentración de acrinatrín (50% de la dosis máxima de campo), incrementando la toxicidad del acrinatrín. Por el contrario, a concentraciones más altas, el metiocarb incrementaba su toxicidad (85,9 %), haciéndolo el principal factor de mortalidad y el sinergismo del acrinatrín quedaba en segundo plano.

#### 4. CONCLUSIONES

Los datos presentes indican que los sinergistas de carbamatos podrían ser usados para restaurar alguna susceptibilidad a los piretroides en *F. occidentalis*. La aplicación a baja dosis de carbamatos mezcladas con acrinatrín permitirá a los agricultores alcanzar los beneficios de una estrategia anti-resistencia a un precio y a una tasa de entrada de insecticidas en el medio ambiente reducidos. Estos resultados pueden tener una aplicación práctica considerable para la gestión de la resistencia de *F. occidentalis*.

## 5. REFERENCIAS

- [1] Contreras, J., Moreno, D., Hernández, MD., Bielza, P., Lacasa, A. (2001). Preliminary study on insecticide resistance in *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) in sweet pepper crops in Campo de Cartagena (Murcia), S.E. of Spain. *Acta Hort.* 559, 745-752.
- [2] Espinosa, PJ., Contreras, J., Quinto, V., Grávalos, C., Fernández, E., Bielza, P. (2005) Metabolic mechanisms of insecticide resistance in the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande). *Pest Manag. Sci.* 61, 1009-1015.
- [3] Espinosa, PJ., Bielza, P., Contreras, J., Lacasa, A. (2002). Insecticide resistance in field populations of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) in Murcia (south-east Spain). *Pest Manag. Sci.* 58, 967-971.
- [4] Espinosa, PJ., Bielza, P., Contreras, J., Lacasa, A. (2002). Field and laboratory selection of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) for resistance to insecticides. *Pest Manag. Sci.* 58, 920-927.
- [5] Espinosa, PJ., Fuentes, JF., Contreras, J., Bielza, P., Lacasa, A. (2002). Método de cría en masa de *Frankliniella occidentalis* (Pergande). *Boletín de Sanidad Vegetal: Plagas* 28, 385-390.
- [6] Lacasa, A., Contreras, J. (1993). Comportamiento de *Frankliniella occidentalis* en la transmisión del virus del bronceado del tomate: planteamientos para su control en cultivos hortícolas. *Phytoma España* 50, 33-39.

**Tabla 1:** Pendientes, concentraciones letales (CL), factores de resistencia (FR) y ratios de sinergismo (RS) de diferentes insecticidas, con y sin sinergistas, contra poblaciones susceptibles (MLFOM), y poblaciones seleccionadas resistentes a insecticidas (MET9, ACR9 y FOR7) de *Frankliniella occidentalis*.

Población	Tratamiento	Pendiente (±SE)	CL <sub>50</sub> (mg L <sup>-1</sup> ) (95% FL)	FR <sub>50</sub>	RS <sub>50</sub>	CL <sub>90</sub> (mg L <sup>-1</sup> ) (95% FL)	FR <sub>90</sub>	RS <sub>90</sub>
MLFOM	Metiocarb	2,08 (±0,29)	20 (15 - 25)	1,0	-	82 (57 - 140)	1,0	-
	Acrinatrín	1,00 (±0,18)	9 (4 - 15)	1,0	-	176 (82 - 967)	1,0	-
FOR7	Formetanato	3,20 (±0,43)	960 (792 - 1143)	1,0	-	2417 (1918 - 3437)	1,0	-
	Metiocarb	1,34 (±0,30)	218 (146 - 363)	11,0	-	1981 (882 - 13763)	24,1	-
	Acrinatrín	1,18 (±0,21)	170 (45 - 416)	18,8	-	2075 (685 - 376350)	11,8	-
	Formetanato	1,26 (±0,15)	12873 (6780 - 33562)	13,4	-	300000 <sup>a</sup>	124,1	-
	Formetanato + clorpirifos	1,23 (±0,21)	5111 (2690 - 10498)	5,3	2,5	56007 (22135 - 443530)	23,2	<b>5,4</b>
	Formetanato + metiocarb	1,96 (±0,30)	2625 (1654 - 4075)	2,7	4,9	11854 (6969 - 31026)	4,9	<b>25,3</b>
	Formetanato + acrinatrín	1,35 (±0,29)	2835 (813 - 5749)	3,0	4,5	25348 (11309 - 199350)	10,5	<b>11,8</b>
MET9	Acrinatrín	1,15 (±0,22)	222 (69 - 579)	24,6	-	2866 (914 - 264520)	16,3	-
	Metiocarb	2,11 (±0,27)	129 (95 - 174)	6,5	-	525 (354 - 1001)	6,4	-
	Metiocarb + clorpirifos	2,63 (±0,49)	49 (19 - 76)	2,4	2,7	149 (93 - 595)	1,8	<b>3,5</b>
	Metiocarb + acrinatrín	0,83 (±0,15)	8 (4 - 16)	0,4	15,4	293 (121 - 1490)	3,6	<b>1,8</b>
ACR9	Metiocarb	2,51 (±0,36)	135 (92 - 178)	6,8	-	436 (307 - 848)	5,3	-
	Acrinatrín	1,14 (±0,14)	9325 (4949 - 17383)	1029,6	-	124740 (55514 - 492580)	710,7	-
	Acrinatrín + clorpirifos	0,31 (±0,08)	11279 (3024 - 91294)	1245,3	0,8	B	-	-
	Acrinatrín + metiocarb	1,22 (±0,16)	5 (3 - 9)	0,6	1772,1	59 (31 - 159)	0,3	<b>2103,3</b>

<sup>a</sup> Los límites fiduciales están fueran de rango.

<sup>b</sup> No se ajusta al modelo probit.