

## Incidencia del fenotiocarb en la supervivencia de los estados inmaduros de *Aleurothrixus floccosus* (Mask.)

M. CASTAÑER, F. BEITIA, A. GARRIDO y T. DEL BUSTO

Se ha estudiado la incidencia de los plaguicidas: fenotiocarb (dosis: 0,1 y 0,15 %), butocarboxim (dosis: 0,15 %), buprofezin (dosis: 0,05 %) y piperonilbutóxido (dosis: 0,01, 0,05 y 0,15 %) en la supervivencia de los estados inmaduros de *Aleurothrixus floccosus* (Mask.). Los resultados muestran que fenotiocarb a la dosis 0,1 % produce una mortalidad absoluta en larvas de 1.º, 2.º y 3.º estadio y un bajo (%) de supervivencia en huevos, larvas de 4.º estadio y ninfas de *A. floccosus*, mientras que a la dosis mayor (0,15 %), únicamente se encuentra supervivencia en ninfas (6,5 %). Butocarboxim también produce mortalidad elevada en todos los estados de desarrollo, permitiendo una supervivencia menor al 7 % en huevos, larvas de 2.º y 3.º estadio y ninfas. Buprofezin presenta diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) con respecto al testigo en todos los estados de desarrollo ensayados, a excepción de huevos y larvas de 2.º y 4.º estadio. Por último, de las tres dosis ensayadas del piperonilbutóxido (pb), la más efectiva fue la mayor (0,15 %), aunque en el ensayo realizado sobre huevos no mostró diferencias significativas con respecto al testigo. Finalmente, se estudió la efectividad del butocarboxim, buprofezin y fenotiocarb conjuntamente con pb (dosis: 0,05 %). Las mezclas pb-butocarboxim y pb-fenotiocarb a las dos dosis, produjeron una disminución significativa de la supervivencia en los ensayos realizados sobre larvas de 4.º estadio y ninfas, mientras que la mezcla pb buprofezin también resultó más efectiva sobre larvas de 2.º y 3.º estadio.

M. CASTAÑER; F. BEITIA; A. GARRIDO y T. DEL BUSTO. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. Departamento de Protección Vegetal. Apartado Oficial. Montcada (Valencia).

**Palabras clave:** *Aleurothrixus floccosus*, butocarboxim, buprofezin, fenotiocarb, piperonil-butóxido.

### INTRODUCCION

La mosca blanca de los cítricos, *Aleurothrixus floccosus* (MASKELL), es todavía una plaga importante en la citricultura española, y aunque se conocen plaguicidas que pueden realizar un buen control de esta plaga (GARRIDO *et al.*, 1982b; BENFATTO, 1982b; BEITIA y GARRIDO, 1990), es necesario estudiar el comportamiento de nuevos productos que sean eficaces en el control de dicho insecto para evitar posibles problemas de resistencia (CASTAÑER *et al.*, 1989). Por esta razón, se planteó estudiar

la incidencia en la supervivencia de *A. floccosus* (Mask.) del fenotiocarb. El fenotiocarb (N, N-dimetiltiocarbamato de S-C4-fenoxibutilo) es un nuevo acaricida de gran efectividad en el control de estados inmaduros de ácaros (*Panonychus sp.*, *Aculops pelekassi* (KEIFER)) y que además presenta baja toxicidad para mamíferos e insectos útiles tales como abejas (*Apis mellifera* L.) y gusanos de seda (*Bombix mori* L.) (OGAWA, 1985).

Otra forma de combatir los posibles problemas debidos a la resistencia a insecticidas, ha sido el desarrollo de agentes sinér-

gicos que puedan potenciar la eficacia de las materias activas. El modo de acción de estas sustancias se basa en interferir el proceso de detoxificación llevado a cabo principalmente por oxidasas de función mixta (CASIDA, 1970).

Estudios efectuados sobre el comportamiento del pb, muestran que este producto sinergiza y por tanto potencia la eficacia de diversos organofosforados (PRABHAKER *et al.*, 1988) y piretroides (LIU *et al.*, 1984), en diversos grados tanto en cepas susceptibles como cepas resistentes.

Los objetivos de este trabajo han sido por un lado, estudiar la incidencia del fenotiocarb en la supervivencia de los estados inmaduros de *A. floccosus* en comparación con butocarboxim, plaguicida ampliamente utilizado en el control de este insecto, y con el regulador de crecimiento buprofezin, y por otro la potenciación de la efectividad de estos plaguicidas con pb, así como la acción insecticida del mismo.

## MATERIAL Y METODOS

### Cría de *A. floccosus* (Mask.)

Los adultos de *A. floccosus* (Mask.) que han constituido el material de partida para los ensayos proceden de diversas parcelas experimentales del IVIA (Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias).

La cría de *A. floccosus* (Mask.) se ha llevado a cabo sobre plantas de naranjo amargo (*Citrus aurantium* L.) de 0,8 m, en dos compartimentos de una cámara climatizada ( $25 \pm 2^\circ \text{C}$ ;  $60 \pm 5\%$ ; fotoperíodo = 16:8 (L:O)).

### Realización de los ensayos

La recogida de material para ensayos se efectúa colocando en los compartimentos mencionados anteriormente, plantas de naranjo amargo de unos 15 cm de altura, que se mantienen en frascos de plástico de 100 cc con solución nutritiva (GARRIDO *et al.*, 1976), permaneciendo en los mismos durante 24 horas. Transcurrido este tiem-

po, las plantas son retiradas y examinadas con lupa binocular, para efectuar una primera apreciación de la puesta. Posteriormente se trasladan aquellas que se consideran aptas para los ensayos a otros compartimentos de la misma cámara, libres de mosca blanca para evitar nuevas puestas, en donde se permite la evolución de los huevos.

Se han realizado ensayos sobre: huevos, estados larvarios 1.º, 2.º, 3.º y 4.º y ninfas. Cada ensayo consta de 5 repeticiones por plaguicida y 5 repeticiones para la mezcla de cada plaguicida con pb (se considera una repetición una plántula de naranjo amargo con las características anteriormente especificadas). El ensayo realizado sobre los huevos consta de 50 individuos/repetición. Los tratamientos se efectuaron 5 días después de la puesta en contacto de los adultos de *A. floccosus* con las plántulas de naranjo amargo. El tratamiento de larvas de 1.º estadio se efectuó cuando éstas se habían fijado a la hoja y fueron también 50 el número de individuos/repetición. En las experiencias sobre larvas de 2.º estadio el número de individuos/repetición fue 25; y 15 individuos/repetición en los ensayos sobre larvas de 3.º y 4.º estadio. Por último, las ninfas se trataron cuando ya se habían formado los ojos compuestos, siendo 15 los individuos/repetición. El menor número de individuos por repetición en los estados larvarios 2.º, 3.º y 4.º y ninfas con respecto a huevos y larvas de 1.º, se debe a que a partir de larvas de 2.º estadio, la supervivencia aumenta a medida que el estado de desarrollo se aproxima al estado imaginal (GARRIDO *et al.*, 1976). Los plaguicidas utilizados, grupo al que pertenecen y las dosis aplicadas se muestran en el Cuadro 1.

Los plaguicidas se aplicaron en una campaña de extracción de gases según la técnica de GARRIDO *et al.*, (1982a). Se empleó un pulverizador manual tipo «sprugherat», que permite mantener un flujo continuo y constante, gastando  $71,93 \text{ mm}^3$  de solución preparada por  $1 \text{ cm}^2$  de superficie a cubrir.

Una vez efectuados los tratamientos, se permitió que el exceso de producto aplica-

Cuadro 1.—Plaguicidas y mezclas ensayadas, grupo al que pertenecen, dosis aplicada y (%) de materia activa

Nombre común	Nombre comercial	Grupo	Dosis (%) (producto comercial)	Materia activa (ppm) *
Butocarboxim	Drawin (líquido emulsionable 50 %)	Carbamatos	0,15	750
Buprofezin	Applaud (polvo mojable 50 %)	Regulador crecimiento de insectos	0,05	250
Fenotiocarb	Panocón (líquido emulsionable 25 %)	Carbamato	0,1 y 0,15	250 y 375
Piperonilbutóxido (PB)	Endura 80 C (líquido emulsionable 80 %)	Sinérgico	0,01, 0,05 y 0,15	80, 400 y 1.200
Butocarboxim + PB 0,05 %			0,15 + 0,05	750 + 400
Buprofezin + PB 0,05 %			0,05 + 0,05	250 + 400
Fenotiocarb + PB 0,05 %			0,10 + 0,0 0,15 + 0,05	250 + 400 375 + 400

(\*) ppm: partes por millón.

do sobre las plantas se evapora y posteriormente se trasladaron a un compartimento aislado de la cámara climatizada, para evitar reinfestaciones.

En el tratamiento sobre huevos se contabilizaron aquellos que mostraban la apertura de salida de las larvas emergidas. En los otros estados de desarrollo se contabilizaron los individuos que alcanzaban el siguiente estado evolutivo. Por último, se siguió la evolución de los individuos supervivientes de todos los tratamientos hasta que se produjo la emergencia de adultos.

Todos los ensayos se comparaban con testigos que únicamente recibían agua, con el mismo número de repeticiones y de individuos por repetición.

El tratamiento estadístico de los datos se realizó por medio de un análisis de la varianza, aplicando previamente la transformación de Bliss para datos porcentuales (arc.sen. %/100). Los porcentajes de mortalidad obtenidos han sido modificados de acuerdo con la fórmula de Abbot (ABBOT, 1925).

## RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados se muestran en los Cuadros 2 a 5. En los Cuadros 2 y 3 se expresa el (%) de supervivencia y el (%) de emergencias respectivamente, de los distintos estados de desarrollo de *A. floccosus* tratados con los diversos plaguicidas. Las columnas correspondientes al tratamiento de ninfas coinciden en ambas tablas ya que, el porcentaje de ninfas que alcanza el estado siguiente corresponde al porcentaje de emergencia de adultos. En los Cuadros 4 y 5 aparece el (%) de supervivencia y el (%) de emergencia de adultos de cada estado inmaduro tratado con la mezcla de piperonilbutóxido con cada uno de los plaguicidas.

El fenotiocarb se muestra muy efectivo a las dos dosis utilizadas en los ensayos realizados sobre todos los estados inmaduros de *A. floccosus*. La dosis 0,1 % permite supervivencia (Cuadro 2) en huevos, larvas de 4.º estadio y ninfas, pero sólo se produce emergencia de adultos en larvas de 4.º estadio (Cuadro 3). La dosis mayor

**Cuadro 2.—Supervivencia (%) de los distintos estados evolutivos de *A. floccosus* después de tratamiento con diversos plaguicidas**

Plaguicidas	Supervivencia (%)						
	Huevos	Larvas 1.º	Larvas 2.º	Larvas 3.º	Larvas 4.º	Ninfas	
Fenotiocarb (1)z	1,3 ± 2,9 c	0,0 d	0,0 e	0,0 d	5,5 ± 2,7 de	14,9 ± 10,9 d	
Fenotiocarb (2)y	0,0 c	0,0 d	0,0 e	0,0 d	0,0 e	6,5 ± 4,0 e	
Butocarboxim	2,1 ± 1,7 c	0,0 d	6,1 ± 3,7 d	0,0 d	4,8 ± 2,7 de	5,8 ± 3,3 e	
Buprofezin	87,2 ± 6,7 b	18,9 ± 3,1 c	66,8 ± 12,5 b	23,9 ± 11,6 c	66,5 ± 12,9 b	37,8 ± 8,7 c	
PB (0,01 %)	89,3 ± 8,6 ab	51,6 ± 1,6 b	44,7 ± 11,1 c	67,7 ± 11,5 b	62,6 ± 3,6 b	59,3 ± 9,6 b	
PB (0,05 %)	85,6 ± 6,6 b	0,7 ± 1,3 d	29,8 ± 7,3 c	12,5 ± 9,7 cd	43,3 ± 14,3 c	58,2 ± 6,3 b	
PB (0,15)	85,3 ± 19,7 b	0,0 d	10,9 ± 4,8 d	2,3 ± 3,1 d	14,8 ± 13,3 d	16,3 ± 9,5 d	
Testigo	97,2 ± 3,8 a	75,3 ± 11,3 a	84,9 ± 8,5 a	97,4 ± 3,7 a	89,4 ± 9,3 a	83,7 ± 9,2 a	

z: dosis 0,01 %; y: dosis 0,15 %.

Medias seguidas de distinta letra difieren significativamente para P &lt; 0,05 (Test de Duncan).

**Cuadro 3.—Emergencia de adultos (%) en cada uno de los distintos estados evolutivos de *A. floccosus* después de tratamiento con diversos plaguicidas**

Plaguicidas	Emergencia (%)						
	Huevos	Larvas 1.º	Larvas 2.º	Larvas 3.º	Larvas 4.º	Ninfas	
Fenotiocarb (1)z	0,0 b	0,0 c	0,0 c	0,0 c	5,3 ± 1,6 cd	14,9 ± 10,9 d	
Fenotiocarb (2)y	0,0 b	0,0 c	0,0 c	0,0 c	0,0 d	6,5 ± 4,0 e	
Butocarboxim	0,0 b	0,0 c	0,0 c	0,0 c	0,0 d	5,8 ± 3,3 e	
Buprofezin	0,0 b	0,0 c	0,0 c	1,1 ± 1,3 c	3,5 ± 2,1 cd	37,8 ± 8,7 c	
PB (0,01 %)	0,0 b	35,3 ± 6,3 b	14,5 ± 8,6 b	48,1 ± 7,2 b	57,4 ± 6,1 a	59,3 ± 9,6 b	
PB (0,05 %)	0,0 b	0,0 c	1,5 ± 2,1 c	3,1 ± 2,2 c	36,9 ± 15,1 b	58,2 ± 6,3 b	
PB (0,15)	0,0 b	0,0 c	0,0 c	1,4 ± 3,1 c	11,8 ± 7,3 c	16,3 ± 9,5 d	
Testigo	19,4 ± 6,7 a	56,1 ± 2,7 a	38,9 ± 4,1 a	66,1 ± 10,7 a	57,9 ± 6,1 a	83,7 ± 9,2 a	

z: dosis 0,01 %; y: dosis 0,15 %.

Medias seguidas de distinta letra difieren significativamente para P &lt; 0,05 (Test de Duncan).

**Cuadro 4.—Supervivencia (%) de los distintos estados evolutivos de *A. floccosus* después de tratamiento conjunto de diversos plaguicidas y piperonilbutóxido (PB)**

Plaguicidas	Supervivencia (%)					
	Huevos	Larvas 1.º	Larvas 2.º	Larvas 3.º	Larvas 4.º	Ninfas
Fenotiocarb (1)z + PB 0,05 %	8,6 ± 4,5 b	0,0 d	1,1 ± 1,2 c	0,0 d	0,0 c	9,3 ± 4,9 b
Fenotiocarb (2) y + PB 0,05 %	1,3 ± 1,8 d	0,0 d	1,2 ± 2,3 c	0,0 d	0,0 c	7,1 ± 4,3 b
Butocarboxim + PB 0,05 %	17,3 ± 5,5 b	3,1 ± 4,2 b	0,0 c	5,3 ± 3,8 d	2,4 ± 3,3 c	0,0 c
Buprofezin + PB 0,05 %	84,6 ± 10,9 a	10,1 ± 6,2 b	17,4 ± 7,2 b	55,3 ± 19,1 b	33,6 ± 10,8 b	15,3 ± 7,1 b
Testigo	92,5 ± 4,6 a	75,3 ± 11,3 a	84,6 ± 9,7 a	94,9 ± 7,2 a	96,5 ± 4,7 a	83,7 ± 9,2 a

z: dosis 0,01 %; y: dosis 0,15 %.

Medias seguidas de distinta letra difieren significativamente para P &lt; 0,05 (Test de Duncan).

Cuadro 5.—Emergencia de adultos (%) en cada uno de los distintos estados evolutivos de *A. floccosus* después de tratamiento con diversos plaguicidas

Plaguicidas	Emergencia (%)					
	Huevos	Larvas 1.º	Larvas 2.º	Larvas 3.º	Larvas 4.º	Ninfas
Fenotiocarb (1)z + PB 0,05 %	2,8±1,3 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b	9,3±4,9 b
Fenotiocarb (2) y + PB 0,05 %	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b	7,1±4,3 b
Butocarboxim + PB 0,05 %	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 c
Buprofezin + PB 0,05 %	0,0 b	0,0 b	0,0 b	1,9±0,3 b	0,0 b	15,3±7,1 b
Testigo	55,9±3,6 a	56,1±2,7 a	66,3±9,9 a	86,5±2,9 a	92,7±4,4 a	83,7±9,2 a

z: dosis 0,01 %; y: dosis 0,15 %.

Medias seguidas de distinta letra difieren significativamente para  $P < 0,05$  (Test de Duncan).

(0,15 %) permite sólo supervivencia en ninfas (6,5 %). OGAWA (1985) realizó experiencias con este acaricida a la dosis de 0,15 % sobre *Panonychus citri* (McGregor), y encontró que también era muy efectivo en todos los estados de desarrollo ensayados especialmente contra huevos.

En cuanto a los ensayos realizados conjuntamente con pb, se encontró supervivencia significativamente diferente del testigo ( $P < 0,05$ ) en las experiencias correspondientes a huevos, larvas de 2.º estadio y ninfas, tanto a la dosis 0,1 % como a la dosis 0,15 %, y emergencia de adultos (2,8 %) en el ensayo realizado sobre huevos a la dosis menor. Aunque los tratamientos conjuntos fenotiocarb-pb no aumentaron la eficacia del plaguicida, hay que tener en cuenta el enmascaramiento del posible efecto sinérgico del pb, debido a la elevada mortalidad que produce el fenotiocarb por sí mismo a las dos dosis aplicadas.

En los ensayos realizados con butocarboxim, se encuentra supervivencia en huevos (2,1 %), larvas de 2.º y 4.º estadio (6,1 % y 4,8 % respectivamente) y ninfas (5,8 %), aunque en todos los casos presenta diferencias significativas con respecto al testigo ( $P < 0,05$ ). GARRIDO *et al.* (1982b) y CASTAÑER *et al.* (1989) obtuvieron resultados similares con este producto a la misma dosis. Sólo hubo emergencia de adultos

en el ensayo correspondiente a ninfas (Cuadro 3).

La mezcla butocarboxim-pb aumenta únicamente la efectividad del tratamiento realizado sobre ninfas (Cuadro 4), aunque los estudios llevados a cabo por MOOREFIELD (1958) sobre *Musca domestica* L. muestran que el pb puede actuar como sinérgico de diversos carbamatos. No hubo emergencia de adultos en ninguno de los ensayos.

El regulador de crecimiento buprofezin presenta baja acción ovicida (Cuadro 2) lo que coincide con los resultados de BEITIA y GARRIDO (1990) con este producto a dosis inferiores (125 ppm y 62,5 ppm). Se encuentra supervivencia en los demás estados de desarrollo ensayados, superior al 50 % en los tratamientos correspondientes a larvas de 2.º y 4.º estadio. Sin embargo, sólo hubo emergencia de adultos a partir de larvas de 3.º y 4.º estadio (Cuadro 3).

El tratamiento conjunto buprofezin-pb permite también supervivencia en todos los estados inmaduros (Cuadro 4) pero ésta disminuye significativamente ( $P < 0,05$ ) en los ensayos correspondientes a larvas de 2.º y 4.º estadio. CASTAÑER *et al.*, (1989) también encontraron un aumento significativo de la mortalidad en estos estados de desarrollo con la mezcla buprofezin-pb, respecto al tratamiento con buprofezin única-

mente. Hubo emergencia de adultos sólo en el ensayo correspondiente a larvas de 3.º estado (Cuadro 5).

Por último, el pb solo presenta baja acción ovicida a las tres dosis ensayadas (Cuadro 2). Hubo supervivencia en los restantes estados de desarrollo ensayados a las dosis 0,01 % (igual o superior al 50 %) y 0,05 %, aunque en esta última fue significativamente menor. La dosis 0,1 % se muestra más efectiva, presentando mortalidad absoluta en el ensayo realizado sobre larvas de 1.º estado.

## CONCLUSIONES

Del estudio realizado se llega a las siguientes conclusiones:

— El fenotiocarb, a las dos dosis empleadas, muestra una gran eficacia sobre los estados inmaduros de *A. floccosus* ensayados, a excepción de ninfas que manifiestan una cierta tolerancia.

— La mezcla fenotiocarb-pb presenta una disminución de la mortalidad producida en todos los estados de *A. floccosus*, en comparación con los tratamientos realizados con fenotiocarb sólo. Sin embargo, el % de emergencia de adultos es similar en ambas experiencias.

— Los otros productos ensayados, solos y en mezcla con pb, presentan un comportamiento similar al obtenido en experiencias realizadas con anterioridad, como se ha expuesto en la discusión.

## REFERENCIAS

- ABBOT, W. S., 1925: A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.*, **18**: 265-267.
- BEITIA, F.; GARRIDO, A., 1990: Mortalidad producida por buprofezin sobre estados inmaduros de *Aleurothrixus floccosus* (Mask.) en laboratorio. *Bol. San. Veg. Plagas*, **16**: 523-527.
- BENFATTO, D., 1982: La mosca blanca lanosa *Aleurothrixus floccosus* (Mask.) si esta diffondendo negli agrumeti siciliani. *Estratto da L'Informatore Agrario*, **38**(44): 23187-23190.
- CASIDA, J. E., 1970: Mixed-function oxidasa involvement in the biochemistry of insecticide synergist. *J. Agric. Food. Chem.*, **18**: 753-772.
- CASTAÑER, M.; GARRIDO, A.; BUSTO, T. DEL; MALAGÓN, J., 1989: Efecto de diversos plaguicidas en laboratorio sobre la mortalidad de los estados inmaduros de la mosca blanca algodonosa *Aleurothrixus floccosus* (Mask.), e incidencia sobre el insecto útil *Cales noacki* How. *Invest. Agr.: Prod. Prot. Veg.*, **4**(3): 413-427.
- GARRIDO, A.; HERMOSO, A.; DEL BUSTO, T.; TARANCÓN, J., 1976: *Cria de la mosca blanca (Aleurothrixus floccosus (Mask.), Homop.: Aleurodidae) en cautividad a condiciones constantes*. Ministerio de Agricultura, CRIDA 07, Departamento de Protección Vegetal, 25 pp.
- GARRIDO, A.; TARANCÓN, J. DEL BUSTO, T., 1982a: Incidencia de algunos plaguicidas sobre estados ninfales de *Cales noacki* How., parásito de *Aleurothrixus floccosus* (Mask.). *Ann. INIA/Serv. Agric.*, **18**: 73-96.
- GARRIDO, A., DEL BUSTO, T.; TARANCÓN, J., 1982b: Incidencia de algunos plaguicidas en laboratorios sobre estados inmaduros de *Aleurothrixus floccosus* (Mask.). I Huevo. *Ann. INIA/Serv. Agric.*, **20**: 99-112.
- LIU, M. Y.; CHEN, J. S.; SUN, C. N., 1984: Synergism of Pyrethroids by several compounds in Larvae of the Diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae). *J. Econ. Entomol.*, **77**: 851-856.
- MOOREFIELD, H. H., 1958: Synergism of the Carbamate insecticides. *Contrib. Boyce Thompson Inst.*, **19**(6): 501-508.
- PRABHAKER, N.; COUDRIET, D. L.; TOSCANO, N. C., 1988: Effect of synergists on organophosphate and permethrin resistance in sweetpotato whitefly (Homop.: Aleyrodidae). *J. Economic. Entomol.*, **81**(1): 34-39.
- OGAWA, H., 1985: Panocon, a new acaricide. *Japan Pestic. information*, **46**: 11-17.