

## Evaluación en laboratorio de la actividad del RCI hexaflumurón sobre pupas de *Ephestia kuehniella* Zeller (*Lep. Pyralidae*) y *Spodoptera exigua* (Hübner) (*Lep. Noctuidae*)

E. VIÑUELA y V. MARCO

Se ha evaluado, en laboratorio, la actividad de la benzoilfenil urea hexaflumurón, sobre pupas de menos de 48 horas de edad, de *Ephestia kuehniella* y *Spodoptera exigua*, cuando se aplicaba tópicamente con un microaplicador, a dosis ( $\mu\text{g/g}$ ) que oscilaron entre 51,02 y 816,32 para la primera especie, y entre 5,45 y 27,59 para la segunda. El producto no produjo ningún efecto sobre la especie *E. kuehniella*, pero sobre *S. exigua*, provocó mortalidad pupal, fallos en la emergencia de adultos, y presencia en éstos de anomalías morfológicas diversas. Para la reducción en la emergencia de adultos de *S. exigua* se ajustó una recta de regresión probit, siendo la  $DL_{50}$  de 14,978  $\mu\text{g/g}$ .

E. VIÑUELA y V. MARCO: Unidad de Protección de Cultivos. E.T.S.I. Agrónomos. 28040-Madrid.

**Palabras clave:** Hexaflumurón, pupa, *Ephestia kuehniella*, *Spodoptera exigua*.

### INTRODUCCION

Una de las estrategias empleadas en el Manejo Integrado de Plagas (IPM), ya sea en campo o en almacén, sigue siendo el uso de insecticidas, aunque aplicados de forma más racional (BENZ, 1987; GRANETT, 1987), para tratar de disminuir los efectos adversos que éstos producen a veces en el medio ambiente (contaminación, residuos, eliminación de fauna útil, etc.) (PIMENTEL *et al.*, 1991). No obstante, aparte de mejorar el uso de los insecticidas con que ya contamos, el encontrar nuevas materias activas que sean efectivas en el control de las plagas, pero que puedan ser compatibles con otras técnicas de lucha, se ha convertido en un objetivo prioritario de la Protección Integrada.

Un grupo de insecticidas prometedoros para ser empleados en IPM, son los Reguladores del Crecimiento de los Insectos (RCI), entre los que se encuentran las benzoilfenil ureas, que tienen una baja toxicidad para los

mamíferos y una alta selectividad (MITSUI, 1985); además, empleadas bajo prácticas agrícolas normales, no es probable que lleguen a producir efectos adversos en el ambiente (YON *et al.*, 1992).

Aunque la actividad fundamental de las benzoilfenil ureas es la larvicida por ingestión, algunas de ellas también pueden presentar acción por contacto cuando se aplican a larvas de algunas especies, como *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (ASCHER & NEMY, 1976) o *Spodoptera exigua* (Hübner) (MARCO *et al.*, 1994) (*Lep. Noctuidae*).

Dado que la especie *S. littoralis* también muestra susceptibilidad cuando se tratan las pupas (ABO-ELGAR *et al.*, 1978), y que los datos disponibles para otras especies son escasos, en este trabajo se analiza el efecto del hexaflumurón aplicado tópicamente a pupas de dos lepidópteros que son plagas importantes en nuestro país, una de productos almacenados, *Ephestia kuehniella* Zeller (*Pyralidae*) y otra de diversos cultivos *S. exigua*.

## MATERIALES Y METODOS

### Material biológico

Para los ensayos se utilizaron poblaciones mantenidas en laboratorio de las dos especies. *E. kuehniella* se crió sobre una dieta compuesta por harina de trigo blando y levadura de cerveza (95:5 en peso), según el método descrito por MARCO *et al.* (1993). La población de *S. exigua* procedía de un cultivo de pimiento en invernadero de Almería y las larvas se criaron en una dieta modificada de la de POITOUT & BUES (1974), a base de añadirle harina de alfalfa, mientras que los adultos se alimentaron con una solución de miel en agua al 10% (MARCO *et al.*, 1994).

Las condiciones de cría y de realización de los ensayos fueron de  $25 \pm 2^\circ$  C de temperatura, 75 % HR y fotoperíodo 16:8 (L:O).

### Insecticida

Se utilizó el preparado comercial CON-SULT 10 EC de la casa DowElanco, que tiene una riqueza de 100 g/l de hexaflumuron (N-(3,5-dicloro, 4-(1,1,2,2-tetrafluorotoxi) fenil) amino) -carbonil) -2,6-difluorobenzamida).

### Método de ensayo

Para ambas especies se trataron pupas jóvenes de < 48 h de edad, ya que se ha visto que los efectos de algunos RCI, como la ciromacina (que produce en los insectos ciertos síntomas semejantes a las ureas [VIÑUELA & BUDIA, 1994]), disminuían al aumentar la edad de la pupa, llegando incluso a desaparecer (HALL & FOESE, 1980; POCHON & CASIDA, 1983).

Para obtener pupas para los ensayos, en el caso de *E. kuehniella* se procedió según el método descrito por MARCO *et al.* (1993), que soluciona el problema de obtener con facilidad pupas de una cierta edad y libres del consistente envoltorio con el que nor-

malmente se recubren. En el caso de *S. exigua*, se situaron larvas en prepupa en cajas de plástico cilíndricas de 12 cm Ø y 5 cm de altura cuya tapa tenía un orificio circular de 6 cm Ø cubierto con rejilla metálica para aireación, y se añadió vermiculita hasta 3 cm de altura. Se colocaron 20 larvas por caja y al cabo de 48 h se extrajeron con pinzas entomológicas blandas las pupas ya formadas para proceder a su tratamiento.

La aplicación tópica se llevó a cabo utilizando el microaplicador manual «Arnold» de la casa Burkard. El disolvente utilizado fue la acetona. En cada pupa se depositó una gota en el dorso del tórax de 0,5 µl en el caso de *E. kuehniella*, y de 1 µl en el de *S. exigua*, dado su mayor tamaño.

Cada ensayo consistió en tres repeticiones de 15 a 20 pupas por dosis, y un testigo tratado sólo con acetona. Las dosis empleadas en µg de materia activa (m.a.)/g de pupa fueron: 5,45- 8,18- 12,26- 18,39 y 27,59 para *S. exigua*, y de 51,02- 102,04- 204,8- 408,16 y 816,32 para *E. kuehniella*. Previo a los tratamientos se pesaron tres grupos de 10 pupas por especie, en balanza de precisión ( $\pm 0,1$  mg), siendo los pesos medios (g) de  $0,0196 \pm 0,0002$  para *E. kuehniella*, y de  $0,0734 \pm 0,0019$  para *S. exigua*.

Las pupas tratadas en cada dosis, se llevaron a cajas cilíndricas de plástico idénticas a las utilizadas para la pupación de *S. exigua*, pero sin vermiculita. En el interior de cada caja se introdujeron además, un círculo de papel de filtro en la base para evitar que resbalaran sobre el plástico los adultos al emerger, y dos tiras de cartón ondulado para favorecer la extensión de las alas.

### Análisis de datos

Para evaluar los resultados de los ensayos, se procedió al conteo del % de pupas muertas antes de iniciarse el proceso de emergencia de adultos (P), del % de adultos muertos en dicho proceso de emergencia (AME) respecto a las pupas vivas, del % de adultos deformes (AD), respecto al total de adultos

emergidos y del % de adultos normales (AN), respecto a pupas tratadas, dándonos este último parámetro una idea del efecto global del tratamiento.

Con estos datos se procedió primeramente a comprobar las hipótesis de normalidad (mediante el test de Kolmogorov-Smirnoff sobre residuos), y homocedasticidad (mediante el test de Barlett), que se cumplieron siempre. Posteriormente, se realizó un ANOVA seguido de un test de comparaciones múltiples de Bonferroni, para todos los parámetros en el caso de *E. kuehniella*, ya que el test F no arrojó diferencias significativas al 5%. En el caso de *S. exigua*, se aplicó también un ANOVA, pero seguido en este caso de un test de comparaciones múltiples LSD (MILLIKEN & JOHNSON, 1984).

Para la reducción total en la emergencia de adultos de *S. exigua* (P + AME), se calculó la recta de regresión ponderada probit (FINNEY, 1971) mediante el programa POLO (RUSSELL *et al.*, 1977) y se estimaron las DL50 y DL90 en  $\mu\text{g/g}$ , así como sus límites fiduciales al 95 %.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Efectos en *E. kuehniella*

En el Cuadro 1 se recogen los porcentajes de P, AME, AD y AN obtenidos en esta especie. Valores seguidos de la misma letra no

difieren significativamente al 5% (ANOVA y Bonferroni). Como se observa, la acetona no resultó tóxica para las pupas de este Pirárido, ya que en el testigo se registró solamente un 1,6% de mortalidad pupal.

El hexaflumurón, a pesar de las dosis tan elevadas a que fue aplicado (hasta 816,32  $\mu\text{g/g}$ ) no tuvo efecto alguno sobre *E. kuehniella*, ya que no produjo ni mortalidad directa pupal, ni afectó a la emergencia de adultos, ni originó en éstos ninguna malformación, probablemente debido a su escasa penetración en el cuerpo de la pupa. Sin embargo, en ensayos preliminares de actividad tóxica sobre larvas de este Lepidóptero, tanto jóvenes como de último estadio, el producto ha demostrado tener cierta efectividad.

### Efectos en *S. exigua*

Para las pupas de este Noctuido, la acetona resultó ser sin embargo, ligeramente tóxica, ya que se registró un 13,3 % de mortalidad en los testigos. A idénticas conclusiones llegaron VIÑUELA *et al.*, (1994) al tratar pupas del Coleóptero plaga de la harina *Tribolium castaneum* Herbst (Tenebrionidae), aunque en este caso el disolvente fue incluso más tóxico y la mortalidad del testigo alcanzó valores en torno al 20 %.

Los efectos del hexaflumurón aplicado tópicamente sobre pupas de *S. exigua* de < 48 horas se manifestaron de diferentes mane-

Cuadro 1.-Efecto del tratamiento de pupas de *E. kuehniella* con hexaflumurón. Porcentajes de pupas muertas (P), de adultos muertos en la emergencia respecto a las pupas vivas (AME), de adultos normales emergidos respecto a las pupas tratadas (AN), y de adultos deformes (AD) respecto al total de adultos. Los datos se dan como media de las tres repeticiones  $\pm$  el error típico

Dosis ( $\mu\text{g/g}$ )	P (%)	AME (%)	AN (%)	AD (%)
0	1,6 $\pm$ 0,6 <sup>a</sup>	0 $\pm$ 0 <sup>a</sup>	98,3 $\pm$ 1,7 <sup>a</sup>	0
51,02	0 $\pm$ 0 <sup>a</sup>	1,7 $\pm$ 0,6 <sup>a</sup>	98,3 $\pm$ 1,7 <sup>a</sup>	0
102,04	3,3 $\pm$ 0,6 <sup>a</sup>	1,7 $\pm$ 0,6 <sup>a</sup>	95,0 $\pm$ 0 <sup>a</sup>	0
204,08	3,3 $\pm$ 1,1 <sup>a</sup>	0 $\pm$ 0 <sup>a</sup>	96,7 $\pm$ 1,7 <sup>a</sup>	0
408,16	5,0 $\pm$ 1 <sup>a</sup>	3,3 $\pm$ 0,6 <sup>a</sup>	91,7 $\pm$ 4,4 <sup>a</sup>	0
816,32	5,0 $\pm$ 0 <sup>a</sup>	0 $\pm$ 0 <sup>a</sup>	95,0 $\pm$ 0 <sup>a</sup>	0

Dentro de cada columna, valores seguidos de la misma letra no difieren significativamente al 5 % (ANOVA y Bonferroni).

ras, según puede observarse en el Cuadro 2 y Figura 1.

Por una parte, produjo una mortalidad directa sobre las pupas (P), que aumentaba con las dosis, superándose el 50 % para la dosis más alta estudiada, que fue de 27,59  $\mu\text{g/g}$  e impidiendo que el proceso de emergencia llegara siquiera a iniciarse.

Un segundo efecto observado, fue que la benzoilfenil urea produjo mortalidad al Nocuido, en el mismo momento de la emergencia de los adultos (AME) y a pesar de que las pupas tenían una apariencia normal, se superó el 40 % de fallos a partir de la dosis de 12,26  $\mu\text{g/g}$ . El proceso de la emergencia, quedaba interrumpido en diferentes fases

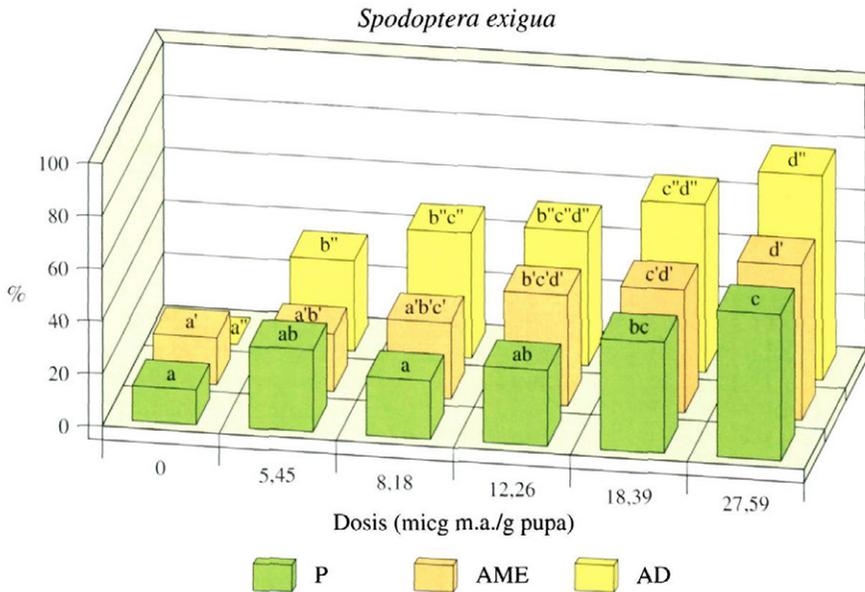


Fig. 1.—Influencia del tratamiento tóxico de pupas de < 48 horas de *S. exigua* con hexaflumurón, en la mortalidad pupal (P), en los fallos en la emergencia de adultos (AME) respecto a las pupas vivas y en el número de adultos deformes (AD) respecto al total emergido. Media de 3 repeticiones de 15 a 20 pupas/dosis  $\pm$  error típico.

Cuadro 2.—Efecto del tratamiento de pupas de *S. exigua* con hexaflumurón. Porcentajes de pupas muertas (P), de adultos muertos en la emergencia respecto a las pupas vivas (AME), de adultos normales emergidos respecto a las pupas tratadas (AN), y de adultos deformes (AD) respecto al total de adultos. Los datos se dan como media de las tres repeticiones  $\pm$  el error típico

Dosis ( $\mu\text{g/g}$ )	P (%)	AME (%)	AN (%)	AD (%)
0	13,3 <sup>a</sup> ± 5,4	17,8 <sup>a</sup> ± 7,9	71,1 <sup>a</sup> ± 8,9	0 <sup>a</sup> ± 0
5,45	31,1 <sup>ab</sup> ± 4,8	21,9 <sup>ab</sup> ± 5,5	35,6 <sup>b</sup> ± 0,1	34,3 <sup>b</sup> ± 0,5
8,18	22,2 <sup>a</sup> ± 1,8	28,8 <sup>abc</sup> ± 3,1	28,9 <sup>bc</sup> ± 5,9	47,6 <sup>bc</sup> ± 8,1
12,26	28,9 <sup>ab</sup> ± 6,5	42 <sup>bcd</sup> ± 8,2	20,0 <sup>bcd</sup> ± 3,9	51 <sup>bcd</sup> ± 4,1
18,39	42,2 <sup>bc</sup> ± 3,6	46,7 <sup>cd</sup> ± 2,7	11,1 <sup>cd</sup> ± 2,2	63,9 <sup>cd</sup> ± 6,0
27,59	55,6 <sup>c</sup> ± 6,5	58,9 <sup>d</sup> ± 4,0	4,4 <sup>d</sup> ± 2,2	77,8 <sup>d</sup> ± 9,1

Dentro de cada columna, valores seguidos de la misma letra no difieren significativamente al 5 % (ANOVA y Bonferroni).



Fig. 2.—Pupa de *S. exigua*, tratada con hexaflumurón, muerta al inicio de la muda a adulto (AME). Se aprecia la rotura de la cutícula pupal en la zona media del cuerpo.



Fig. 3.—Adulto de *S. exigua* que ha muerto al emerger (AME), ya que no ha mudado la zona ventral superior del cuerpo y aún tiene adherida la exuvia pupal.



Fig. 4.—Adulto de *S. exigua* muerto al emerger (AME), ya que ha mudado incompletamente la parte superior ventral del cuerpo. Sin embargo, la exuvia pupal la ha desprendido totalmente.



Fig. 5.—Adulto de *S. exigua* muerto al emerger (AME), ya que aunque ha mudado completamente, ha sido incapaz de desprenderse de la exuvia pupal.

más o menos avanzadas que iban desde el inicio de la muda, apreciándose únicamente una pequeña rotura de la cutícula pupal (Figura 2), a estados como los que se muestran en Figuras 3 y 4, donde se ha dado una muda a adulto incompleta en la parte ventral superior del cuerpo y además el adulto sigue adherido a la exuvia pupal, o se ha conseguido librar totalmente de ella, o al efecto mostrado en Figura 5, en que ha mu-

dado a adulto totalmente, pero este conserva la exuvia pupal pegada, en la parte inferior del cuerpo. Todos estos individuos eran inviables, y acaban por morir a los pocos minutos.

Por último, porcentajes de individuos que consiguieron emerger, entre el 35 y el 78 %, según dosis (AD), presentaban una serie de anomalías morfológicas más o menos aparentes y finalmente morían también. En la



Fig. 6.—Gama total de efectos provocados por la aplicación tópica de hexaflumurón en pupas de < 48 horas de *S. exigua*. De izquierda a derecha, en la línea superior, pupa normal y tres tipos de fallos en la emergencia de adultos (AME); en la línea inferior, adulto que ha fallado al emerger (AME), 2 tipos de adultos con deformaciones (AD) y adulto normal (AN).

Figura 6 se muestra la gama total de efectos observados y en la parte inferior, en posición central, aparecen dos adultos deformes, con las alas sin extender totalmente y con las patas, antenas y espiritrompa replegadas sobre el cuerpo.

En cuanto al número de adultos normales (AN) emergidos en una y otra especie, se observa en Figura 7, que en el caso de *E. kuehniella* los valores superaron el 90 %, mientras que para *S. exigua* en el testigo emergió en torno al 71 % y en las tratadas, los porcentajes disminuyeron significativamente al aumentar las dosis.

Los efectos observados sobre *S. exigua* de reducción de la emergencia de adultos y de la presencia en éstos de malformaciones, son análogos a los descritos por EL-SHEIKH *et al.* (1988) al tratar por inmersión, pupas

de 2 días de edad de *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lep. Gelechiidae) con triflumurón y clorfluazurón.

Para la reducción en la emergencia de adultos, medida como la suma de la mortalidad pupal (P) y de los fallos en la propia emergencia (AME), se calculó la recta de regresión ponderada probit correspondiente, cuyos parámetros se dan en el Cuadro 3. La  $DL_{50}$  estimada fue de 14,978  $\mu\text{g/g}$  y la  $DL_{90}$  de 56,291  $\mu\text{g/g}$ .

Por tanto el hexaflumurón, a diferencia de cuando se aplicaba sobre *E. kuehniella*, fue muy efectivo sobre este Noctuido, al igual que habíamos comprobado para las larvas de último estadio (MARCO *et al.*, 1994), aunque éstas últimas fueron más sensibles que las pupas, ya que la  $DL_{50}$  calculada para ellas fue de 5,096  $\mu\text{g/g}$ .

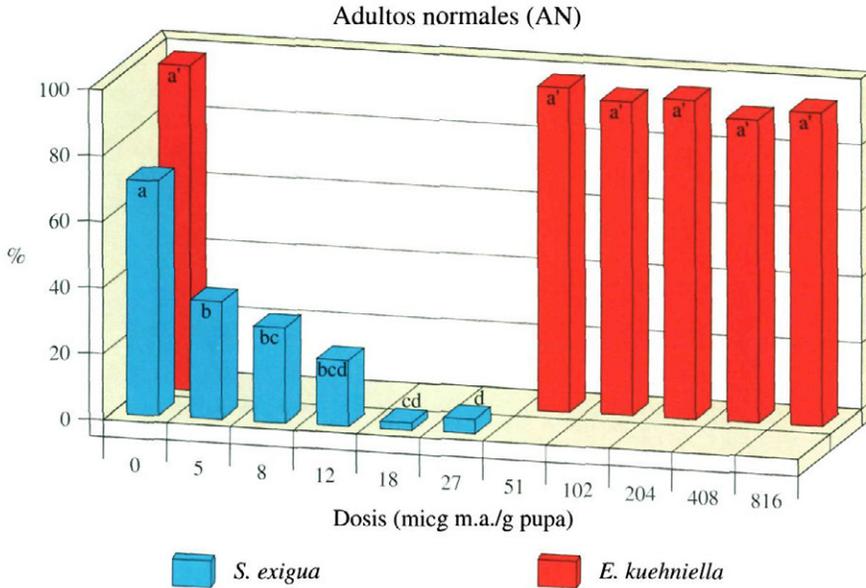


Fig. 7.—Influencia del tratamiento tópico de pupas de < 48 horas de *E. kuehniella* y *S. exigua* en el número de adultos normales emergidos (AN). Media de 3 repeticiones de 15 a 20 pupas por dosis ± error típico.

Cuadro 3.—Parámetros de la recta de regresión ponderada probit para la reducción en la emergencia de adultos medida como la suma de las mortalidades pupal (P) y de los fallos en la emergencia de adultos (AME) en *S. exigua*.

b ± S.E.	a	DL50 (µg/g)	Límite fiduciales 95 %	DL90 (µg/g)	Límite fiduciales 95 %
2,230 ± 0,693	2,379	14,978	7,6800; 21,7421	56,291	33,9930; 330,4207

El efecto que las benzoilfenil ureas producen sobre las pupas, parece depender tanto del producto particular utilizado, como de la formulación empleada. Así GAZIT *et al.* (1989) vieron que el diflubenzurón no tuvo ningún efecto aplicado sobre pupas de *T. castaneum*, mientras que el clorfluazurón provocó la aparición de gran número de formas intermedias pupa-adulto. Por otra parte, GORDON *et al.*, (1989) trabajando con diflubenzurón y pupas jóvenes de *Delia radicum* (L.) (Dip. Anthomyiidae), observaron que el producto técnico aplicado a dosis de 0,11 µg/insecto, reducía significativamente la emer-

gencia y además los adultos emergidos, ponían menos huevos y su eclosión era inferior a la de los testigos. Por el contrario al aplicar el preparado comercial Dimilín, no obtuvieron ningún efecto y estos autores lo atribuyeron a que no era capaz de ser absorbido por la pupa, probablemente debido a que era una formulación acuosa.

**CONCLUSIONES**

El hexaflumurón, no mostró actividad aplicado tópicamente sobre pupas de < 48 h

de *E. kuehniella*, incluso a dosis tan elevadas como 816,32 µg/g.

Por el contrario, las pupas de *S. exigua* de igual edad, se vieron afectadas por dicho producto, que provocó una mortalidad pupal directa, una alteración de la emergencia de los adultos y la aparición de anomalías morfológicas en éstos, que los hacía inviables.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado en parte, gracias a una beca de FPI del M.º de Educación y Ciencia, concedida a D. Vicente Marco. Agradecemos a la compañía DowElanco el suministro del producto y a la DGICYT (proyecto PS89-0028) la financiación del trabajo.

## ABSTRACT

VIÑUELA, E. & MARCO, V., 1994. Laboratory evaluation of hexaflumuron on the pupal stage of *Ephestia kuehniella* (Hübner) and *Spodoptera exigua* (Lep. Noctuidae). *Bol. San. Veg. Plagas*, **20**(2): 379-387.

The benzoylphenyl urea hexaflumuron was evaluated in laboratory against pupae less than 48 hold of *Ephestia kuehniella* and *Spodoptera exigua*, topically applied with a microapplicator Burkard at doses (µg/g) ranging from 51.02 to 816.32 and from 5.45 to 27.59 respectively. *E. kuehniella* was not affected by the treatment, but the product caused several conspicuous effects on *S. exigua*: pupal mortality, disruption of adult emergence and presence of different types of malformations in adults. The reduction in adult emergence in *S. exigua* could be represented by a probit line, being the LD<sub>50</sub> of 14.978 µg/g.

**Key words:** Hexaflumuron, pupae, *Ephestia kuehniella*, *Spodoptera exigua*.

## REFERENCIAS

- ABO-ELGAR, M. R.; RADWAN, H. S. A. & AMMAR, I. M. A., 1978. Morphogenetic activity of an IGR disrupting chitin biosynthesis against pupae of the cotton leafworm, *Spodoptera littoralis* (Boisd.). *Z. Ang. Ent.*, **86**: 308-311.
- ASCHER, K. R. S. & NEMY, N. E., 1976. Contact activity of diflubenzuron against *Spodoptera littoralis* larvae. *Pestic. Science*, **7**: 447-452.
- BENZ, G., 1987. Integrated Pest Management in material protection, storage and food industry. En *Protection intégrée: quo vadis?* - "Parasitism 86". Ex V. Delucchi (Ed.): 31-69.
- EL-SHEIKH, F. M.; EL-NABY, L. M. A. & FARRAG, R. M., 1988. Effects of two insect growth regulators on pupae of the potato tuber moth *Phthorimaea operculella* in laboratory. *Boll. Lab. Ent. Agr. "Filippo Silvestri"*, **45**: 9-14.
- FINNEY, D. J., 1971. *Probit Analysis*: 333 pp. Cambridge University Press. 3.ª Ed. U. K.
- GAZIT, Y.; ISHAAYA, I. & PERRY, A. S., 1989. Detoxification and synergism of diflubenzuron and chlorfluazuron in the red flour beetle *Tribolium castaneum*. *Pestic. Biochem. and Physiol.*, **82**: 1.040-1.045.
- GORDON, R.; YOUNG, T.; CORNECT, M. & HONG, D., 1989. Effects of two insect growth regulators on the larval and pupal stages of the cabbage maggot (Dip. Anthomyiidae). *J. Econ. Entomol.*, **82**: 1.040-1.045.
- GRANETT, J., 1987. Potential of benzoylphenyl ureas in integrated pest management. En *Chitin and Benzoylphenyl Ureas*: 283-302. Wright, J. E. & Retnakaran, A. (Eds.). Dr. W. Junk Publishers, The Netherlands.
- HALL, R. D. & FOESE, M. C., 1980. Laboratory and field test of CGA-72662 for control of the house fly and face fly in poultry, bovine, or swine manure. *J. Econ. Entomol.*, **73**: 564-569.
- MARCO, V.; DEL ESTAL, P.; BUDIA, F.; ADÁN, A.; JACAS, J. & VIÑUELA, E., 1994. Efectos del RCI hexaflumuron sobre larvas de último estadio de *Spodoptera exigua*. Comparación de las actividades por contacto e ingestión. *Bol. San. Veg. Plagas*, **20**(2): 389-399.
- MARCO, V.; BUDIA, A.; ADÁN, A.; DEL ESTAL, P.; JACAS, J. & VIÑUELA, E., 1993. Manejo de *Ephestia kuehniella* Zell. (Lep. Pyralidae) para evaluar la toxicidad de plaguicidas en laboratorio. *Bol. San. Veg. Plagas*, **19**(4): 587-596.
- MILLIKEN, G. A. & JOHNSON, D. E., 1984. *Analysis of Messy Data*. Volume I: Designed of experiments: 473 pp. Van Nostrand Reinhold. New York. U.S.A.
- MITSUI, T., 1985. Chitin Synthesis Inhibitors: Benzoylurea Insecticides. *Japan Pesticide Information*, **45**: 3-7.
- PIMENTEL, D.; MCLAUGHLIN, L.; ZEPP, A.; LAKITAN, B.; KRAUS, T.; KLEIMAN, P.; VANCINI, F.; ROADS, W. J.; GRAAP, E.; KEETO, S. & SELIG, G., 1991. Environmental and economic effects of reducing pesticide use. *BioScience*, **41**: 402-409.
- POCHON, J. & CASIDA, J. E., 1983. Cyromazine-sensitive stages of housefly development: influence of penetration, metabolism and persistence on potency. *Ent. exp. appl.*, **34**: 251-256.
- POITOUT, S. & BUES, R., 1974. Elevage de chenilles de vingt-huit espèces de Lépidoptères Noctuidae. *Ann. Zool. Ecol. Anim.*, **6**(3): 341-441.

- RETNAKARAN, A. & WRIGHT, J. E., 1987. Control of insect pests with benzoilphenyl ureas. En *Chitin and Benzoilphenyl Ureas*: 205-282. Wright, J. E. & Retnakaran, A. (Eds.). Dr. W. Junk Publishers, The Netherlands.
- RUSELL, R. N.; ROBERTSON, J. L. & SAVIN, N. E., 1977. Polo: a new computer program for probit analysis. *Bull Entomol Soc. An.*: **23**: 209-215.
- VINUELA, E. & BUDIA, F., 1994. Ultrastructure of *Ceratitis capitata* Wiedemann larval integument and changes induced by the IGI cyromazine. *Pestic. Biochem. Physiol.* **48**: (in press).
- VINUELA, E.; ONDRAČEK, J.; JACAS, J.; ADÁN, A.; REJZEK, M. & WIMMER, Z., 1994. Laboratory evaluation of five new JHA derivatives from 2-(4-hydroxybenzyl)-1-cyclohexanone against *Tribolium castaneum*. *J. Stored Prod. Res.*: **30**(2): 149-155.
- YON, D.; OSBORNE, K.; MCGIBBON, A.; BALOCH, R. & LACEY, R., 1992. The environmental distribution of Hexaflumuron. *Proc. Brighton Crop Prot. Conf. Pests and Diseases*, 907-912.