

## Efectos de RCI hexaflumurón, sobre larvas de último estadio de *Spodoptera exigua* (Hübner) (*Lep. Noctuidae*). Comparación de las actividades por contacto e ingestión

V. MARCO, P. DEL ESTAL, F. BUDIA, A. ADÁN, J. JACAS y E. VIÑUELA

El hexaflumurón, insecticida del grupo de las benzoilfenil ureas, se ha estudiado en laboratorio para ver su efectividad sobre larvas de último estadio de *Spodoptera exigua*, aplicado tópicamente y por ingestión a dosis ( $\mu\text{g m.a./g}$  larva) entre 0,045 y 5,616 y entre 1,067 y 17,064 respectivamente. Ambos tratamientos no produjeron mortalidad directa larvaria, pero sí reducciones en el porcentaje de pupas normales, que se pudieron representar por rectas paralelas de pendiente común  $b = 1,48 \pm 0,16$ . El producto aplicado tópicamente fue 3,3 veces más efectivo que por ingestión, siendo las  $DL_{50}$  en ambos casos inferiores a  $2,7 \mu\text{g/g}$ . La fecundidad en el tratamiento tópico disminuyó con las dosis aunque no de forma significativa. En el tratamiento de ingestión, por el contrario, hubo un aumento significativo de la puesta con las dosis.

V. MARCO, P. DEL ESTAL, F. BUDIA, A. ADÁN, J. JACAS y E. VIÑUELA: Unidad de Protección de Cultivos. E.T.S.I. Agrónomos. 28040-Madrid.

**Palabras clave:** Hexaflumurón, *Spodoptera exigua*, tópico, ingestión.

### INTRODUCCION

Las benzoilfenil ureas, descubiertas como insecticidas a principios de los años 70, son compuestos que ejercen su acción principalmente por ingestión, ocasionando la muerte de los insectos al impedirles mudar normalmente (MITSUI, 1985; RETNAKARAN & WRIGHT, 1987). Sin embargo, existen excepciones a este modo de acción entre algunas especies del género *Spodoptera* (*Lep. Noctuidae*). Así, ASCHER & NEMMY (1976) señalan una buena acción por contacto de las benzoilfenil ureas sobre *S. littoralis* (Boisduval) y GRANETT *et al.*, (1983) indican que el Penflurón mostró una elevada toxicidad también por contacto, sobre larvas de 4.º estadio de *S. exigua* (Hübner).

A este grupo de productos, pertenece el hexaflumurón, que tiene una buena acción

por contacto (KOMBLAS & HUNTER, 1986). Con él, se han realizado ensayos *in-vitro* e *in-vivo* con diferentes lepidópteros, para ver su grado de penetración a través del tegumento, habiéndose comprobado, que sin embargo, no es comparable con el que se obtiene aplicando insecticidas que tienen buena acción de contacto (LEONARD *et al.*, 1987). En nuestro país se comercializa para el control de diversas plagas del manzano, peral, patata y pinares (LIÑÁN, 1992), y ha demostrado tener buena efectividad por ingestión, en estudios preliminares sobre *S. exigua* (DOWELANCO, 1988), que causa graves pérdidas económicas en diversos cultivos del sudeste español, por lo que en 1993 se amplió el registro al pimiento.

Dado que una forma de actuación polivalente en un plaguicida, mejora las posibilidades de control de las especies plaga

contra las que se utiliza, en este trabajo se analizan los efectos del hexaflumurón sobre larvas de último estadio de *S. exigua*, cuando se aplica tópicamente y por ingestión.

## MATERIALES Y METODOS

### Material biológico

Para los ensayos se utilizó una población de *S. exigua*, procedente de un cultivo de pimiento en invernadero, de Almería, cuyas larvas se criaban en laboratorio, sobre una dieta modificada de la propuesta por POITOUT & BUES (1974), siendo sus ingredientes en gramos: agar, 18; sémola de maíz, 128,4; gérmen de trigo, 32,1; levadura de cerveza, 34,3; ácido ascórbico, 4,5; ácido benzoico, 1,3; nipagín, 1,1; aldehído fórmico, 0,5; alfalfa seca y molida, 20; agua, 759,5. Cada 8-10 generaciones se procedía a la introducción de nuevas poblaciones de campo, para evitar las disminuciones de las tasas de fecundidad y fertilidad que se producen cuando se cría continuamente en laboratorio. A los adultos se les alimentó *ad libitum* con una disolución de miel en agua al 10 %.

Las condiciones de cría fueron:  $25 \pm 2^\circ \text{C}$  de temperatura,  $75 \% \pm 5 \text{ HR}$  y fotoperíodo 16:8 (L:O).

### Insecticida

El insecticida utilizado fue el producto comercial CONSULT 10 EC, de la casa Dow-Elanco, que es un concentrado emulsionable con una riqueza del 10% en Hexaflumurón (N-(3,5- dicloro, 4-(1,1,2-tetrafluoretoxi) fenil)amino)-carbonil)-2,6-difluorobenzamida).

### Método de ensayo

En los ensayos se emplearon larvas de último estadio y previo a la realización de los

mismos, se pesaron 5 lotes de 10 larvas, siendo el peso medio  $0,223 \pm 0,011 \text{ g}$ .

Las condiciones ambientales, tanto de los tratamientos, como del período de postratamiento, fueron idénticas a las descritas para la cría. Como disolvente del insecticida se utilizó acetona.

*Tratamiento tópico.* Cada larva fue tratada tópicamente en el dorso del tórax, con  $1 \mu\text{l}$  de las diferentes soluciones insecticidas, empleando un aplicador manual Arnold de la casa Burkard. No fue preciso la utilización de un anestésico para los tratamientos, y las larvas se manejaron con pinzas entomológicas blandas.

Las dosis aplicadas en  $\mu\text{g}$  de materia activa (m.a.)/g de larva, fueron: 0,045-0,225-1,123 y 5,616. Cada ensayo consistió en 3 repeticiones de 15 larvas por dosis, y un testigo tratado sólo con acetona.

Tras el tratamiento, las larvas se introdujeron en cajas de plástico cilíndricas (12 cm  $\varnothing$  y 5 cm de altura), cuya tapa llevaba un orificio circular de 6 cm  $\varnothing$  cubierto con rejilla metálica, para la aireación. Cada caja se rellenó con vermiculita hasta una altura de 3 cm para facilitar la pupación de las larvas y se le añadió dieta sin tratar suficiente para una perfecta alimentación hasta que completaran el desarrollo larvario (8 dados de 0,4 g), que fue de unos 2 días.

Al cabo de 5 días se realizó la primera observación y las pupas vivas se sexaron. Para ello se introdujeron en el interior de conos de plástico (0,6 cm  $\varnothing$  y 1,3 cm de altura), de forma que sobresalieran los esternitos abdominales, que se observaron a la lupa permitiendo el sexado, ya que en los machos son más o menos paralelos, mientras que en las hembras forman un dibujo triangular (Figura 1). La utilización de estos conos, en lugar de emplear simplemente pinzas entomológicas, facilita mucho la observación, ya que mantienen a la pupa en reposo y permiten girarla hasta visualizar los esternitos perfectamente.

Las pupas sexadas se separaron por parejas en cajas de puesta, que eran recintos iguales a los de pupación pero sin vermicu-

lita y cuyo interior iba forrado con papel de filtro para recoger los huevos. En estas cajas se introdujeron también, una tira de cartón para facilitar la extensión de las alas de las mariposas al emerger, y un recipiente cilíndrico de cristal (3 cm Ø y 2 cm de altura) relleno de algodón e impregnado con la solución alimenticia, que se cambiaba cada 2 días para evitar la aparición de hongos.

Diariamente se observaron las cajas y se anotó la emergencia de adultos, los huevos puestos y la mortalidad que se iba produciendo.

**Tratamiento por ingestión.** Utilizando el microaplicador Arnold, se añadió 1 µl de la correspondiente solución insecticida, a un círculo de hoja de *Taraxacum dens-leonis* de 7 mm de diámetro.

Las dosis aplicadas en µg de m. a./g de larva fueron: 1,067-2,133-4,266-8,532 y 17,064. Para estar seguros de que las larvas ingirieron tales dosis, se individualizaron en recipientes cilíndricos de cristal (3 cm Ø y 3,5 cm de altura) junto con el círculo de hoja tratado y se cubrieron con parafilm agujereado, para facilitar la aireación. Al cabo de 6 horas se separaron a recipientes para pupación análogos a los del ensayo anterior, sólo aquellas larvas que habían ingerido el círculo de hoja completo, desechándose las demás.

El ensayo consistió en 3 repeticiones de 24 larvas/dosis y un testigo tratado con acetona, aunque finalmente sólo se consideró un número variable de larvas, dependiendo de si habían comido o no todo el círculo de hoja tratado.

A partir de aquí el método y los materiales empleados fueron análogos a los descritos en el ensayo anterior.

### Métodos estadísticos

Para evaluar los resultados de los ensayos, se procedió al conteo del % de larvas que llegaban hasta la muda a pupa (L) y de los



Fig. 1.—Últimos esternitos abdominales de las pupas macho (superior) y hembra (inferior) de *S. exigua*.

% de pupas normales (P) y adultos emergidos (A), respecto a larvas tratadas. También se calculó el porcentaje de adultos emergidos respecto a pupas normales ( $A' = \text{Adultos/Pupas} \times 100$ ). Igualmente, se estudió la fecundidad de los adultos supervivientes a los tratamientos a lo largo de toda su vida (unos 11 días).

Con los datos en porcentaje se procedió en primer lugar, a comprobar las hipótesis de normalidad (mediante el test de Kolmogorov-Smirnoff sobre residuos) y homocedasticidad (mediante el test de Barlett), y posteriormente, cuando las hipótesis se cumplieron, se realizó un ANOVA y las medias se compararon con el test LSD, excepto cuando se analizó la fecundidad de los adultos en el tratamiento tópico, en que se aplicó el test de Bonferroni, especialmente indicado para aquellos casos en los que el test F no arroja diferencias significativas. Cuando no se cumplía la hipótesis de normalidad y/o homocedasticidad, se aplicó el test no paramétrico de Kruskal y Wallis. En aquellos casos en que no había homocedasticidad y el test de Kruskal y Wallis daba diferencias significativas (A, en el ensayo de ingestión), se procedió al cambio de variable  $\arcsen \sqrt{x}$  y se hizo un ANOVA y un LSD (MILLIKEN & JOHNSON, 1984).

En ambos ensayos se calcularon las rectas de regresión ponderada probit (FINNEY, 1971) para la reducción en el porcentaje de pupación, mediante el programa POLO (RUSSELL *et al.*, 1977). Las rectas se compararon obligándolas al paralelismo y estimando sus potencias relativas. El criterio de solapamiento de los límites fiduciales al 95%, se empleó para ver si eran significativamente diferentes o no (FINNEY, 1971).

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Efectos sobre la mortalidad

En el Cuadro 1 se recogen los porcentajes de L, P, A y A', para los tratamientos tópico y de ingestión. Dentro de cada columna y tratamiento, valores seguidos de la misma letra no difieren significativamente al 5% (Kruskall & Wallis para L; ANOVA y LSD para P, A, A'). En el tratamiento tópico no aparece dato para la dosis más alta, en el

caso de A', debido a que sólo se formó 1 pupa en una repetición (2,2 %) y no se pudo por tanto, estudiar estadísticamente.

Como se observa, el hexaflumurón no produjo mortalidad directa a las larvas de *S. exigua* en ninguno de los dos tratamientos, para las dosis ensayadas, ya que prácticamente el 100 % de las larvas tratadas consiguieron pupar. Una completa inhibición de la muda larvaria, se puede producir sin embargo, cuando se aplican las benzoilfenil ureas a dosis elevadas, como observaron RETNAKARAN & WRITH (1987) en *Choristoneura fumiferana* (Clemens) (Lep. Tortricidae) alimentada con dieta tratada con Diflubenzurón a dosis de 10.000 µg/g de dieta.

El efecto del producto en *S. exigua*, a las dosis estudiadas, se manifestó principalmente como una disminución significativa en los porcentajes de pupas normales que crecía al aumentar las dosis, tanto si se aplicaba tópicamente o se incorporaba a la dieta. En el tratamiento tópico (Figura 2) estas reducciones se iniciaron a partir de la dosis de

Cuadro 1.-Porcentajes de larvas que llegaron hasta la muda a pupa (L), de pupas formadas normales (P) y de adultos emergidos respecto a larvas tratadas (A) y respecto a pupas formadas (A' =  $\text{Adultos}/P \times 100$ ) en los tratamientos tópico y de ingestión. Cada dato viene dado como media de las tres repeticiones  $\pm$  el error típico.

TRATAMIENTO TOPICO				
Dosis (µg/g)	L (%)	P (%)	A (%)	A' (%)
0	97,9 <sup>a</sup> $\pm$ 1,7	91,1 <sup>a</sup> $\pm$ 3,6	71,1 <sup>a</sup> $\pm$ 7,9	77,2 <sup>ab</sup> $\pm$ 11,0
0,045	100 <sup>a</sup> $\pm$ 0	91,4 <sup>a</sup> $\pm$ 1,9	86,7 <sup>a</sup> $\pm$ 3,1	97,5 <sup>b</sup> $\pm$ 2,0
0,225	97,9 <sup>a</sup> $\pm$ 1,7	68,9 <sup>b</sup> $\pm$ 2,2	31,1 <sup>b</sup> $\pm$ 6,6	45,8 <sup>a</sup> $\pm$ 10,3
1,123	100 <sup>a</sup> $\pm$ 0	51,1 <sup>c</sup> $\pm$ 3,6	31,1 <sup>b</sup> $\pm$ 4,8	60,3 <sup>a</sup> $\pm$ 7,2
5,616	100 <sup>a</sup> $\pm$ 0	2,2 <sup>d</sup> $\pm$ 1,8	0 <sup>c</sup> $\pm$ 0	
TRATAMIENTO TOPICO				
Dosis (µg/g)	L (%)	P (%)	A (%)	A' (%)
0	98,5 <sup>a</sup> $\pm$ 1,2	98,5 <sup>a</sup> $\pm$ 1,2	92,5 <sup>a</sup> $\pm$ 1,8	94,0 <sup>a</sup> $\pm$ 2,8
1,067	100 <sup>a</sup> $\pm$ 0	68,0 <sup>b</sup> $\pm$ 5,8	57,7 <sup>b</sup> $\pm$ 3,0	86,1 <sup>a</sup> $\pm$ 5,8
2,133	100 <sup>a</sup> $\pm$ 0	53,4 <sup>bc</sup> $\pm$ 4,4	45,0 <sup>b</sup> $\pm$ 3,9	85,2 <sup>a</sup> $\pm$ 7,1
4,266	100 <sup>a</sup> $\pm$ 0	40,3 <sup>cd</sup> $\pm$ 11,4	35,3 <sup>b</sup> $\pm$ 9,0	91,7 <sup>a</sup> $\pm$ 6,8
8,532	100 <sup>a</sup> $\pm$ 0	18,2 <sup>c</sup> $\pm$ 2,3	15 <sup>c</sup> $\pm$ 0,3	86,7 <sup>a</sup> $\pm$ 10,9
17,064	100 <sup>a</sup> $\pm$ 0	17,3 <sup>d</sup> $\pm$ 6,8	17,3 <sup>c</sup> $\pm$ 6,9	100 <sup>a</sup> $\pm$ 0

Dentro de cada columna, valores seguidos de la misma letra no difieren significativamente al 5 % (KRUSKALL & WALLIS para L; ANOVA y LSD para P, A, A').

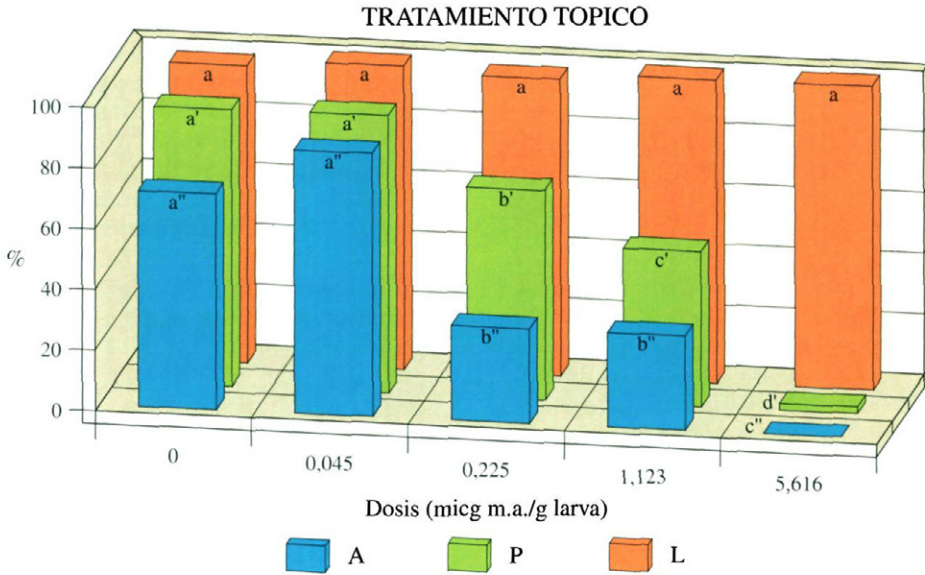


Fig. 2.-Influencia del tratamiento tóxico de larvas de 5.º estadio de *Spodoptera exigua* con hexaflumuron, en el número de larvas que llegaron a mudar (L), pupas normales (P) y adultos emergidos (A). Media de tres repeticiones de 15 larvas/dosis  $\pm$  error típico.

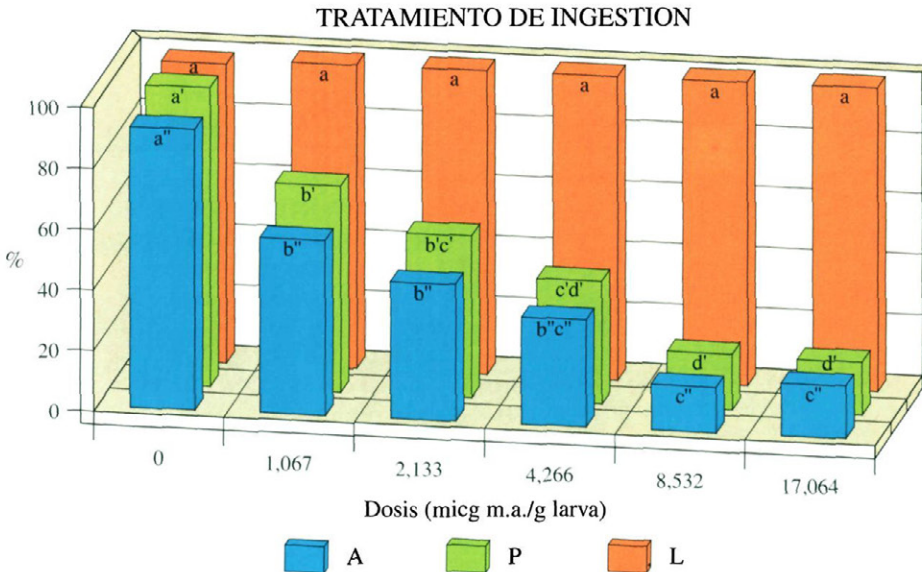


Fig. 3.-Influencia de la ingestión de hexaflumuron por larvas de 5.º estadio de *Spodoptera exigua*, en el número de larvas que llegaron a mudar (L), pupas normales (P) y adultos emergidos (A). Media de tres repeticiones de 24 larvas/dosis  $\pm$  error típico.

0,225 µg/g, bajando los porcentajes de pupas normales hasta un 2,2% para la dosis más alta ensayada. En el tratamiento por ingestión (Figura 3), la pupación osciló entre un 17,3 y un 68 %, mientras que en el testigo se alcanzó un valor de 98,5 %.

Si nos fijamos en los porcentajes de adultos emergidos respecto a larvas tratadas (A), que nos dan una idea del efecto total de los tratamientos, vemos que el tópico fue muy efectivo, ya que para la dosis más alta no apareció ningún adulto, mientras que para las dos intermedias, sólo emergió en torno al 30 %. Para el tratamiento de ingestión también hubo efectividad, pero menor, ya que ni la dosis más alta estudiada (que era notablemente superior a la máxima empleada en el tópico) consiguió evitar totalmente la emergencia de adultos. Además si nos fijamos en una dosis de magnitud comparable (las próximas a 1 µg/g), vemos que los adultos emergidos en el tratamiento de ingestión (57,7 %) fueron casi el doble de los registrados en el tópico (31,1 %).

En cuanto a la mortalidad pupal, medida como el porcentaje de adultos que emergieron de las pupas aparentemente normales (A'), se observa en la Figura 4 que en el tratamiento tópico parece existir una reducción a partir de la dosis de 0,225 µg/g, aunque no hubo diferencias claras significativas, con los testigos al 5 %. En el tratamiento por ingestión, por el contrario, la emergencia tanto de testigos como de tratados, superó el 85% en todos los casos.

De todo ello se deduce que el efecto del producto sobre la mortalidad de los individuos se manifestó fundamentalmente, al interferir con la muda a pupa, apareciendo como consecuencia, individuos intermedios larva-pupa totalmente inviables (Figura 5)

que oscilaron en su morfología entre los que mayoritariamente tenían aspecto larvario (Figura 6), hasta los que lo tenían de pupa (Figura 7) . Esto resulta ser lo esperado de acuerdo con el modo de acción de las benzoilfenil ureas, cuyo principal efecto es inhibir en mayor o menor grado la muda larvaria (RETNAKARAN & WRIGHT, 1987). No obstante, en el tratamiento tópico, parece haber también un pequeño efecto sobre la muda pupa a adulto en las dosis más altas, dado que hubo unos porcentajes de emergencia inferiores a los del testigo, y este efecto diferido del tratamiento con Hexaflumurón, ha sido observado también por ISHAYA *et al.*, (1986) en *Tribolium castaneum* (Herbst) (Col. Tenebrionidae), aunque es cuantitativamente más importante que en nuestro caso. Estos autores, sin embargo, no detectaron este efecto al tratar a este insecto con Diflubenzurón.

Para la reducción en los porcentajes de pupas normales en ambos tratamientos, se ajustaron las rectas de regresión ponderadas probit correspondientes, cuyos parámetros probit aparecen en el Cuadro 2. El test de paralelismo no dio significativo al 5% por lo que se pudieron representar por rectas paralelas de pendiente común  $b = 1,475 \pm 0,16$  (Figura 8), que resultaron ser significativamente diferentes entre sí, de acuerdo con las potencias relativas estimadas y sus límites fiduciales al 95 %, que fueron de 1 para el tratamiento tópico, y de 0,304 (0,138-0,705) para el de ingestión. Por tanto, el tratamiento tópico es 3,3 veces más efectivo que el de ingestión, sobre *S. exigua* lo cual es una excepción al comportamiento normal de las benzoilfenil ureas, que son más efectivas cuando se incorporan a la dieta larvaria (MAUCHAMP, 1986).

Cuadro 2.-Parámetros de las rectas de regresión ponderadas probit para la reducción en el porcentaje de pupas normales, en los tratamientos tópico y de ingestión.

Tratamiento	b ± S.E.	a	DL <sub>50</sub> (µg/g)
Tópico	1,794 ± 0,36	5,096	0,884
Ingestión	1,282 ± 0,21	4,449	2,689

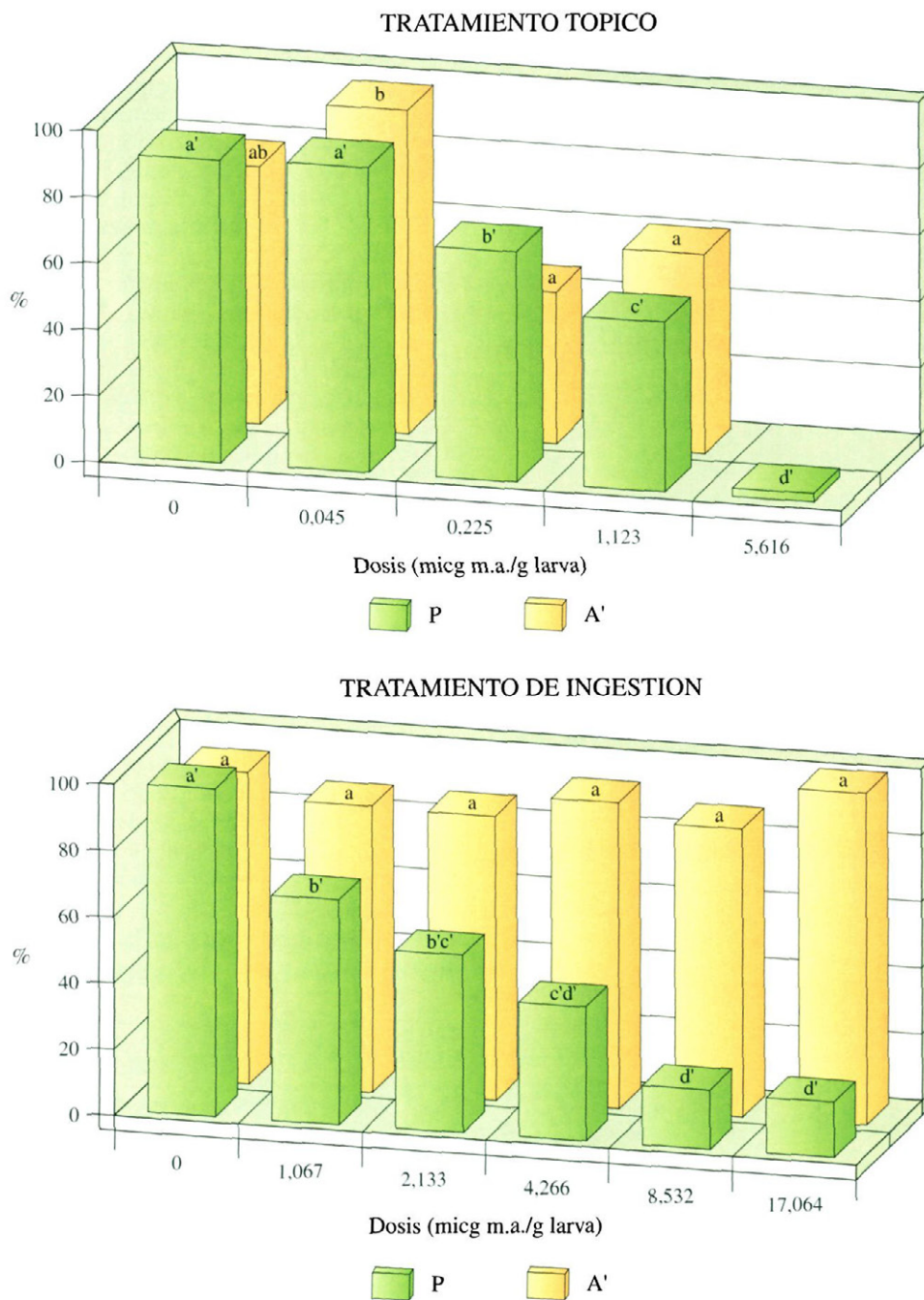


Fig. 4.-Efecto de los tratamientos tóxico y por ingestión de larvas de 5.º estadio de *Spodoptera exigua* en la mortalidad pupal. (Pupas normales, P; Adultos emergidos, A'). Media de 3 repeticiones de 15 y 24 larvas/dosis  $\pm$  error típico.



Fig. 5.—Abajo, individuos intermedios con caracteres de larva y de pupa aparecidos como consecuencia de la interrupción de la muda de larva a pupa. Arriba, pupas formadas normales en el testigo.



Fig. 6.—Individuo intermedio larva-pupa, en el que predominan los caracteres del estado larvario.



Fig. 7.—Individuo intermedio larva-pupa con predominio de caracteres del estado pupal.

### Efecto sobre la fecundidad

En el Cuadro 3 se recogen el número de hembras apareadas en los tratamientos tóxico y de ingestión, así como la puesta media por hembra a lo largo de su vida (alrededor de 11 días)  $\pm$  el error típico. Para el tratamiento tóxico, no se registraron diferencias significativas en la puesta entre tratados y testigo (ANOVA y Bonferroni), debido a la gran variación existente entre las fecundidades de individuos, incluso de una misma dosis y repetición. Sin embargo, se observa en Figura 9, que hay una clara tendencia hacia una reducción de la fecundidad, a medida que aumentan las dosis. En contraste con estos resultados, en el tratamiento de ingestión hubo diferencias significativas entre tratados y testigo, y la fecundidad aumentó significativamente con las dosis (ANOVA y LSD) aunque también en este caso las varianzas dentro de cada dosis y en el testigo fueron muy elevadas (Cuadro 3 y Figura 5).

Cuadro 3.—Fecundidad media por hembra  $\pm$  error típico a lo largo de la vida (aprox. 11 días) en los tratamientos tóxico y de ingestión.

Tratamiento tóxico		
Dosis ( $\mu\text{g/g}$ )	N.º de ♀	Puesta media/♀ $\pm$ S.E.
0	15	520,5 <sup>a</sup> $\pm$ 108,8
0,045	16	388,6 <sup>a</sup> $\pm$ 126,8
0,225	8	194,8 <sup>a</sup> $\pm$ 79,1
1,123	10	128,0 <sup>a</sup> $\pm$ 93,0
Tratamiento de ingestión		
Dosis ( $\mu\text{g/g}$ )	N.º de ♀	Puesta media/♀ $\pm$ S.E.
0	9	446,0 <sup>a</sup> $\pm$ 87,3
1,067	5	561,0 <sup>ab</sup> $\pm$ 154,3
2,133	6	635,3 <sup>abc</sup> $\pm$ 154,8
4,266	6	1.004,0 <sup>bc</sup> $\pm$ 180,5
17,064	2	1.275,0 <sup>c</sup> $\pm$ 243,3

Dentro de cada columna y tratamiento, valores seguidos de la misma letra no difieren significativamente al 5 %. (ANOVA y Bonferroni en el tóxico; ANOVA y LSD en el de ingestión).



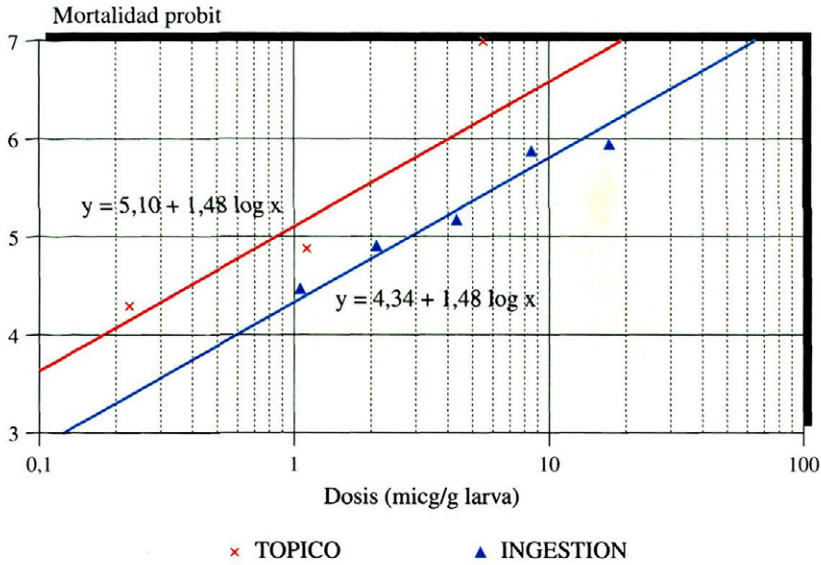


Fig. 8.-Efectividad de los tratamientos tópico y de ingestión con hexaflumurón, en larvas de 5.º estadio de *Spodoptera exigua*, medida como la reducción en el porcentaje de pupas normales. Rectas de regresión poderadas probit obligadas al paralelismo.

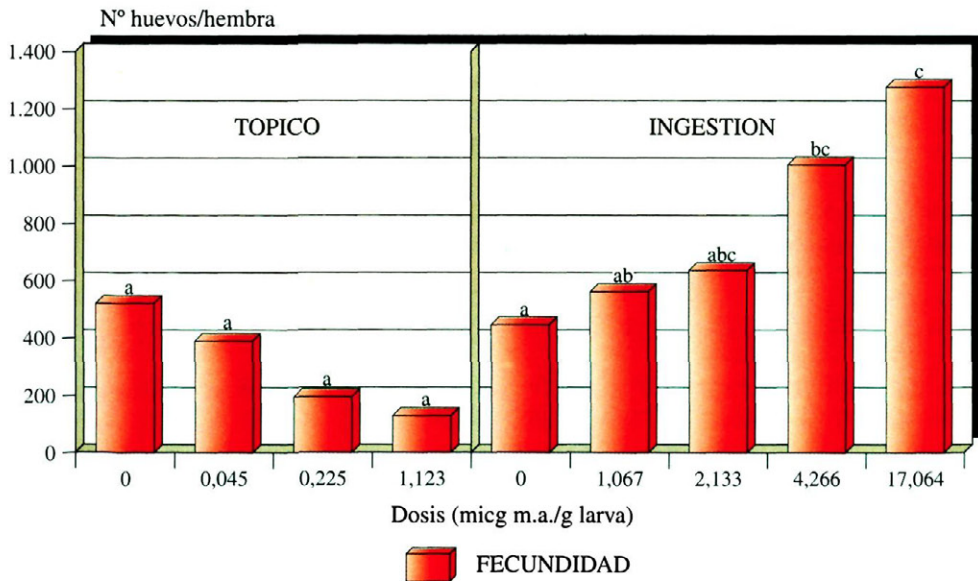


Fig. 9.-Fecundidad expresada como número de huevos / ♀ ± error típico a lo largo de toda la vida (aprox. 11 días), en los adultos supervivientes a los tratamientos de larvas de 5.º estadio de *Spodoptera exigua* con hexaflumurón aplicado tópicamente o por ingestión.

Hay pocas citas en la bibliografía de alteraciones en la fecundidad, como consecuencia del tratamiento de los estadios juveniles con benzoilfenil ureas. El efecto diferido, aparece no obstante en algunos casos, aunque en función de la urea, la especie tratada y la forma de aplicación, se manifiesta en uno u otro sentido, y con mayor o menor intensidad. Así ALDEBIS *et al.*, (1988) cuando aplican tópicamente Flufenoxurón a larvas de último estadio de *S. littoralis*, contrariamente a nuestras observaciones, no ven una alteración de la fecundidad, mientras que AHMAD (1992) aplicando por contacto Diflubenzurón a ninfas crecidas de *Dysdercus cingulatus* (Fabricius) (Het. Pyrrhocoridae) llegan a idénticas conclusiones que nosotros.

Cuando la urea se incorpora a la dieta de cría larvaria, varios autores han observado reducciones de la fecundidad, como ALDEBIS *et al.*, (1988) alimentando a *S. littoralis* con Flufenoxurón, o incluso una total ausencia de puesta, como en el caso de *Blattella germanica* (L.) (Dyc. Blattellidae) alimentada con Hexaflumurón o con Triflumurón (DEMARK & BENNET, 1989). Estas observaciones están en clara contraposición con nuestros resultados y una razón que puede haber contribuido a estas diferencias, son las diferentes dosis y especies empleadas en los estudios. Por el contrario, idénticos resultados a los nuestros fueron obtenidos por VAN LAECKE *et al.*, (1989) al alimentar adultos de *S. exigua* durante toda su vida con dieta tratada con Clorfluzurón, aunque comprobaron que la fertilidad, iba sin embargo, disminuyendo con las dosis. En nuestro caso, no fue posible estudiar la fertilidad, por un problema de contaminación de ácaros, que hubo en la

cámara de cría donde se llevaba a cabo el ensayo.

## CONCLUSIONES

El Hexaflumurón resultó ser efectivo sobre larvas de último estadio de *S. exigua*, tanto aplicado tópicamente como por ingestión ( $DL_{50} < 2,7 \mu\text{g/g}$  en ambos casos) y la mortalidad se produjo principalmente en la muda de larva a pupa, apareciendo formas intermedias totalmente inviables. Este producto resultó ser 3,3 veces más efectivo sobre larvas de *S. exigua* aplicado tópicamente, lo que supone una excepción más a la regla de que las benzoilfenil ureas actúan mejor por ingestión que por contacto, e implica que en las larvas de esta especie, se da una alta absorción cuticular del producto.

La fecundidad de los adultos que sobrevivieron al tratamiento tópico, disminuyó a medida que las dosis aplicadas eran mayores, aunque no se detectaron diferencias significativas, dada la enorme varianza existente. En el tratamiento de ingestión, por el contrario, se observó que la fecundidad aumentaba significativamente al crecer las dosis, y no se pudo comprobar si los huevos eran fértiles o no, debido a un problema que hubo en la cámara de ensayo.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado en parte, gracias a una beca de formación de personal investigador, concedida a D. Vicente Marco.

Agradecemos a la D.G.I.C.Y.T. (Proyecto PS89-0028) la financiación del mismo).

## ABSTRACT

MARCO, V.; DEL ESTAL, P.; BUDIA, F.; JACAS, J. y VIÑUELA, E., 1994. Hexaflumuron effects on last instar larvae of *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lep. Noctuidae). Comparison of topical and ingestion treatments. *Bol. San. Veg. Plagas*, **20**(2): 389-399.

The benzoylphenyl urea Hexaflumuron was evaluated in laboratory against last instar larvae of *Spodoptera exigua*, applied both topically and on the rearing medium at doses ( $\mu\text{g a.i./g}$  larvae) ranging from 0.045 to 5.616 and from 1.067 to 17.064 respectively. Hexaflumuron neither topically applied nor mixed with the diet produced direct larval mortality. Moreover significant reductions in the percentage of pupae were detected and could be represented by parallel lines of common slope  $b = 1.48 \pm 0.16$ . Hexaflumuron topically applied was 3.3 times more effective than mixed with the diet, being the  $\text{LD}_{50}$ 's lesser than  $2.7 \mu\text{g/g}$  in both cases. When topically applied, a non statistically significant reduction in fecundity was observed. On the contrary, when larval diet was supplemented with a range of concentrations of this product, a significant increase in fecundity was detected.

**Key words:** Hexaflumuron, *Spodoptera exigua*, topical treatment, treated diet.

## REFERENCIAS

- ASCHER, K. R. S. & NEMY, N. E., 1976. Contact activity of diflubenzuron against *Spodoptera littoralis* larvae. *Pestic. sci.*, **7**: 447-452.
- ALDEBIS, H. K., VARGAS, E. & SANTIAGO-ALVAREZ, C., 1988. Respuesta de *Spodoptera littoralis* al flufenoxurón, un regulador del crecimiento de los insectos, aplicado a larvas de quinto estadio. *Bol. San. Veg. Plagas*, **14**: 157-161.
- AHMAD, M. E., 1992. Effect of dimilin on the fecundity, fertility and progeny development of *Dysdercus cingulatus*. *J. Appl. Ent.*, **114**: 138-142.
- DEMARK, J. J. & BENNETT, G. W., 1989. Efficacy of chitin synthesis inhibitors on nymphal German cockroaches. *J. Econ. Entomol.*, **82**: 1633-1637.
- DOWELANCO (1988). *Hexaflumuron technical bulletin*: 12 pp.
- FINNEY, D. J., 1971. *Probit Analysis*: 333 pp. Cambridge University Press. 3.<sup>a</sup> Ed. Cambridge.
- GRANETT, J.; BISABRI-ERSHADI, B. & HEJAZI, M. L., 1983. Some parameters of benzoylphenyl urea toxicity to Beet Armyworms (Lepidoptera: Noctuidae). *J. Econ. Entomol.*, **76**(3): 399-403.
- ISHAAYA, I., YABLONSKI, S. & ASCHER, K. R. S., 1986. Toxicological and biochemical aspects of novel acylureas on resistant and susceptible strains of *Tribolium castaneum*. *Proc. 4th Int. Work Conf. Stored-Product Protection*. Donahaye & Navarro ed.: 613-622.
- KOMBLAS, K. N. & HUNTER, R. C., 1986. A benzoylphenyl urea for rational control of pests on fruit and vegetables. *Proc. British Crop Prot. Conf. Pests and Diseases*, **8A-3**: 907-914.
- LEONARD, P. K.; RICHES, M. N. & HOWARD, M., 1987. XRD-473 Environment/Pest Interactions. *Pestic. Sci.* **20**: 157-159.
- LIÑÁN (1992). *Vademecum de productos fitosanitarios y nutricionales 1993*. Liñán ed. Madrid: 567 pp.
- MAUCHAMP, B., 1986. Insect growth regulators as potential insecticides. *Bull. SROP*, **9**: 63-66.
- MILLIKEN, G. A. & JOHNSON, D. E., 1984. *Analysis of Messy Data*. Volume I: Designed of experiments: 473 pp. Van Nostrand Reinhold. New York.
- MITSUI, T., 1985. Chitin Synthesis Inhibitors: Benzoylarylurea insecticides. *Japan Pesticide Information*, **47**: 3-7.
- 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 benzoylphenyl ureas. En *Chitin and Benzoylphenyl Ureas*: 205-281. Wright, J.E. & Retnakaran, A. (Eds.). Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht.
- RUSSELL, R. N., ROBERTSON, J. L. & SAVIN, N. E., 1977. Polo: a new computer program for probit analysis. *Bull. Entomol. Soc. Am.*, **23**: 209-215.
- VAN LAECKE, K.; DEGHEELE, D. & AUDA, M., 1989. Effect of a sublethal dose of chitin synthesis inhibitors on *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). *Parasitica*, **45**(4): 90-98.