

## Susceptibilidad a 20 insecticidas de *Helicoverpa armigera* Hb. y *Spodoptera exigua* Hb. (Lepidoptera: Noctuidae) en las Vegas del Guadiana (Extremadura)

L. M. TORRES-VILA, M. C. RODRÍGUEZ-MOLINA, A. LACASA, E. PALO,  
M. MEJÍAS TAPIA y M. GUERRERO

La eficacia comparativa de 20 insecticidas (2 clorados, 4 carbamatos, 7 fosforados y 7 piretroides) se estimó en laboratorio sobre *H. armigera* y *S. exigua*, las especies de noctuidos que más problemas de control ocasionan en cultivos hortícolas en las Vegas del Guadiana, Extremadura.

Con 5 insecticidas las DL<sub>50</sub> de *H. armigera* y *S. exigua* no fueron significativamente diferentes, ni tampoco sus rectas de regresión probit (al nivel indicado): metamidofos, cipermetrín y bifentrín (5%), acefato y lambda-cihalotrin (1%).

La DL<sub>50</sub> de *H. armigera* fue significativamente superior con 5 insecticidas: carbaril, tiodicarb, clorpirifos, fenitrotión y triclorfón, mientras que con 9 lo fue la DL<sub>50</sub> de *S. exigua*: endosulfán, lindano, metomilo, metil-azinfos, monocrotofos, ciflutrín, deltametrín, permetrín y fenvalerato. Sin embargo, sólo existieron diferencias acusadas entre especies con deltametrín (1:4), carbaril, fenitrotión y metil-azinfos (1:6). El propoxur no fue efectivo en ninguna especie a dosis tan elevadas como las ensayadas (hasta 8 µg/oruga L3).

Para el cálculo del factor de resistencia se utilizó una estimación toxicológica técnica de la DL<sub>50S</sub>, calculada en función de la dosis máxima recomendada de cada insecticida. Mientras que *H. armigera* presentó resistencia moderada a triclorfón (x5), carbaril, fenitrotión (x6) y monocrotofos (x7), y muy elevada a lindano (x32), *S. exigua* presentó resistencia moderada a endosulfán, metomilo, metamidofos, acefato, fenvalerato (x4), deltametrín (x6) y ciflutrín (x8), elevada a monocrotofos (x12) y metil-azinfos (x17) y muy elevada a lindano (x67).

Finalmente se comentan algunos factores ecológicos y etológicos que podrían afectar a la diferente sensibilidad insecticida de ambas especies.

L. M. TORRES-VILA, M. C. RODRÍGUEZ-MOLINA, E. PALO, M. MEJÍAS TAPIA y M. GUERRERO: Unidad de Fitopatología, Servicio de Investigación y Desarrollo Tecnológico, Finca La Orden, Apdo. 22, 06080 Badajoz.

A. LACASA: Departamento de Protección Vegetal, C.I.D.A., 30150 La Alberca, Murcia.

**Palabras clave:** *Helicoverpa armigera*, *Spodoptera exigua*, resistencia, susceptibilidad, insecticida, DL<sub>50</sub>, análisis probit.

### INTRODUCCIÓN

El Gusano verde del tomate *Helicoverpa armigera* Hb. y la Gardama *Spodoptera exigua* Hb. son las especies de noctuidos que más daños ocasionan en cultivos hortícolas de las Vegas del Guadiana (Extremadura). El control insecticida, formando parte o no

de programas de control integrado, sigue siendo el único método eficaz para mantener las poblaciones de ambas especies a niveles compatibles con la rentabilidad de los cultivos.

En este trabajo se aportan datos preliminares sobre el estado actual de la resistencia insecticida en *H. armigera* y *S. exigua*, esti-

mando la  $DL_{50}$  de 20 de las materias activas más utilizadas en su control. Las poblaciones aquí estudiadas se colectaron, dada su potencial peligrosidad para los cultivos, a raíz de la masiva inmigración detectada en junio de 1996 en todo el área meridional de la Península Ibérica, especialmente explosiva en el caso de *Autographa gamma* L., lo que provocó cierta alarma social, reflejada, en ocasiones con desacierto, en la prensa nacional y regional (cf., EL PAÍS, 15/6/1996 y 30/6/1996; YA, 13/6/1996; HOY, 14/6/1996).

## MATERIAL Y MÉTODOS

Las poblaciones de *H. armigera* y *S. exigua* bioensayadas se establecieron el 17 de junio de 1996, capturando como parentales más de 50 individuos de cada especie mediante trampas de luz mixta de vapores de Hg de 250W, emplazadas en la Finca La Orden del SIA de Extremadura (Guadajira, Badajoz).

Los adultos se introdujeron en tubos para el acoplamiento y la puesta (3-5 parejas/tubo) de aproximadamente 7 l de capacidad (41 cm × 15 cm Ø) hechos de papel secante de laboratorio y sujetos basalmente por un bote metálico, que se mantuvieron a temperatura ambiente y con iluminación natural. Mediante bebederos de mecha de algodón, se suministró agua azucarada con sacarosa al 10% y ácido ascórbico al 0,5%.

Los huevos depositados sobre el papel se recortaron e introdujeron en cajas de cría cilíndricas de polietileno transparente, de aproximadamente 150 cm<sup>3</sup> de capacidad (4 cm × 7 cm Ø) que se dispusieron en sala climatizada a  $25 \pm 1$  °C,  $60 \pm 10\%$  h.r., fotoperiodo L16:O8 e intensidad luminosa en la fotofase de aproximadamente 2.000 lux. Tras la eclosión, las orugas se alimentaron *ad lib.* con medio semisintético (ligeramente modificado del medio simple de POITOUT Y BUES, 1970).

Cuando las orugas alcanzaron el tercer estadio se individualizaron, junto con un cubo de medio semisintético, en los alveolos de

placas de cultivo de tejidos de polietileno transparente, de  $10 \times 10 \times 1,8$  cm con 25 alveolos de  $2 \times 2 \times 1,8$  cm (Sterilin Ltd., Stone Staffs, Gran Bretaña), quedando así dispuestas para los bioensayos insecticidas.

Se ensayaron 20 insecticidas, 2 clorados (endosulfán y lindano), 4 carbamatos (metomilo, carbaril, propoxur y tiodicarb), 7 fosforados (clorpirifos, fenitrotión, metamidofos, metil-azinfos, triclorfón, acefato y monocrotofos) y 7 piretroides (cipermetrín, bifentrín, ciflutrín, lambda-cihalotrín, deltametrín, permetrín y fenvalerato).

Para cada insecticida se prepararon disoluciones valoradas decrecientes, a partir de productos comerciales (cuadro 1), cada una con una concentración doble que la siguiente. Como disolvente se empleó acetona, salvo para carbaril y tiodicarb en los que se utilizó agua destilada con Tritón X-100 al 0,5% como mojante (Sigma Chem. Co., St. Louis, EE.UU.). Los insecticidas se aplicaron tópicamente depositando 2 µl sobre el dorso de cada oruga con una micropipeta. Se trataron entre 120 y 180 orugas por especie e insecticida, con 3 (eventualmente 2) repeticiones de 10 orugas por dilución y un mínimo de 5 (eventualmente 4) diluciones. Los controles de cada repetición se trataron con acetona o con agua destilada más mojante según el disolvente de cada insecticida.

Tras el tratamiento, las placas se mantuvieron en la sala de cría, incrementando la humedad al 75-85% para evitar la desecación del medio. Transcurridas 48-72 h desde el tratamiento, las orugas se consideraron muertas si eran incapaces de moverse coordinadamente cuando se las molestaba con la punta de un lápiz,

Los datos se analizaron mediante análisis probit (FINNEY, 1971), utilizando el programa informático POLO (RUSSELL *et al.*, 1977).

El factor de resistencia de cada especie a cada insecticida se calculó como  $DL_{50}R/DL_{50}S$ , siendo  $DL_{50}R$  la de la población ensayada y  $DL_{50}S$  la de una población sensible. Al no disponer de datos de  $DL_{50}S$  de las dos especies y para todos los insecticidas

Cuadro 1.-Materias activas empleadas en los bioensayos

Materia activa	Producto comercial	Formulación	Riqueza	Dosis (mín.-máx.)
<b>CLORADOS</b>				
Endosulfán	THIODÁN	LE	350 g/l	150-300 cc/hl
Lindano	EXAGAMMA 90	PM	90 %	20-40 g/hl
<b>CARBAMATOS</b>				
Metomilo	LANNATE 20 L	LS	200 g/l	150-250 cc/hl
Carbaril	SUVAMIL L	LA	480 g/l	250-300 cc/hl
Propoxur	PROPOXÁN 20	LE	200 g/l	250-500 cc/hl
Tiodicarb	SECUREX	LA	375 g/l	100-200 cc/hl
<b>FOSFORADOS</b>				
Clorpirifos	PYRINEX 48	LE	580 g/l	150-200 cc/hl
Fenitrotión	SUMIFENE 50	LE	500 g/l	100-150 cc/hl
Metamidofos	TAMARÓN 50	LS	500 g/l	100-150 cc/hl
Metil Azinfos	GUSATHIÓN 20	LE	200 g/l	200-250 cc/hl
Triclorfón	PREPOL 80	PS	80 %	250-300 g/hl
Acefato	ORTHENE 75	PS	75 %	100-150 g/hl
Monocrotofos	CEKUMONOCROTOFOS 40	LS	400 g/l	100 cc/hl
<b>PIRETROIDES</b>				
Cipermetrín	RIPCORDER 10	LE	100 g/l	50-100 cc/hl
Bifentrín	TALSTAR 10	LE	100 g/l	30-40 cc/hl
Ciflutrín	BAYTROID	LS	50 g/l	50-80 cc/hl
Lambda Cihalotrín	KARATE	LE	25 g/l	40-80 cc/hl
Deltametrín	DECIS	LE	25 g/l	30-50 cc/hl
Permetrín	AMBUSH 25 EC	LE	250 g/l	20-40 cc/hl
Fenvalerato	SUMICIDÍN 15	LE	150 g/l	50-100 cc/hl

En las dosis se indican la mínima y máxima recomendadas del producto comercial.

Formulaciones: LE: líquido emulsionable, LS: líquido soluble, LA: líquido autoemulsionable, PM: polvo mojable, PS: polvo soluble.

ensayados, a partir de bioensayos sobre poblaciones sensibles (determinación biológica de la  $DL_{50}S$ ), la  $DL_{50}S$  se estimó, en base a datos previos, desde un punto de vista to-

xicológico técnico, en función de la dosis máxima recomendada ( $D_{max}$ ), siendo R la riqueza en materia activa de cada producto comercial, como:

$$DL_{50}S \text{ (técnica)} = \frac{D_{max} [\text{cc / hl, g / hl}] \times R[\%]}{2 \times 10^4} \text{ en } [\mu\text{g / oruga } L_3]$$

La  $DL_{50}S$  técnica, si bien puede adolecer de la precisión de una  $DL_{50}$  biológica fiable, es más operativa, extrapolable a distintas especies y generalizable como referencia desde el punto de vista aplicado de control en campo, siendo además consistente con la  $DL_{50}S$  biológica de los insecticidas de que

se dispone de datos en los dos noctuidos estudiados (cuadro 2).

Reseñar que además, la determinación biológica de la  $DL_{50}S$  a menudo plantea distintos inconvenientes. En áreas agrícolas tratadas con productos químicos es difícil encontrar poblaciones de campo sensibles

Cuadro 2.— $DL_{50}$  de una población sensible ( $DL_{50}S$ ) de *H. armigera* y *S. exigua*

Materia activa	$DL_{50}S$ (técnica) [1] ( $\mu\text{g/oruga } L_3$ )	$DL_{50}S$ (biológica) [1] ( $\mu\text{g/oruga } L_3$ )	
		<i>Helicoverpa armigera</i>	<i>Spodoptera exigua</i>
<b>CLORADOS</b>			
Endosulfán	0,525	1,20[4] 0,49-0,98[5] 0,271[6] 0,44-0,67[7] 0,93-1,00[8]	
Lindano	0,18		
<b>CARBAMATOS</b>			
Metomilo	0,25	0,13[7] 0,15-0,26[8]	1,56[9] 0,14-0,47[10] 0,77[11] 0,32[12]
Carbaril	0,72	4,00[4] 4,09[8] 5,79[9]	
Propoxur	no efectivo		
Tiodicarb	0,375	0,10-0,59[8]	
<b>FOSFORADOS</b>			
Clorpirifos	0,48	0,422-0,538[5] 0,40-0,60[8]	
Fenitrotión	0,375	1,042[5] 0,71[8]	
Metamidofos	0,375	0,51[8]	
Metil Azinfos	0,25	0,76[8]	
Triclorfón	1,20	10,19[5] 3,86[8]	
Acefato	0,563	0,79[8] 1,80[9]	
Monocrotofos	0,20	0,71-0,88[2] 1,10[4] 0,588-0,696[5] 0,19-0,87[7] 0,69[8]	
<b>PIRETROIDES</b>			
Cipermetrín	0,05	0,03-0,08[3] 0,03[4] 0,044[5] 0,0062-0,017[7] 0,04-0,09[8]	
Bifentrín	0,02	0,026[5] 0,04-0,05[8]	
Ciflutrín	0,02	0,006[5] 0,05[8]	0,004[12]
Lambda Cihalotrín	0,01	0,011[5] 0,01-0,03[8]	
Deltametrín	0,006	0,005-0,019[3] 0,004-0,016[5] 0,007[6] 0,014[8]	
Permetrín	0,05	0,03-0,05[3] 0,016[5] 0,06[8]	0,007[11]
Fenvalerato	0,075	0,02-0,07[3] 0,02[4] 0,02-0,05[5] 0,043[6] 0,018-0,019[7]	0,013[11]

[1]  $DL_{50}S$  (técnica): ver fórmula de cálculo en texto;  $DL_{50}S$  (biológica): estimada en laboratorio por distintos autores: [2] WILSON, 1974; [3] GUNNING *et al.*, 1984; [4] AHMAD Y MC CAFFERY, 1988; [5] FORRESTER *et al.*, 1993; [6] MANOHARAN Y UTHAMASAMY, 1994; [7] ARMES *et al.*, 1996; [8] TORRES-VILA, no pub.: poblaciones de campo sensibles procedentes de Extremadura y Murcia; [9] COBB Y BASS, 1975, en larvas de último estadio; [10] MEINKE Y WARE, 1978; [11] BREWER Y TRUMBLE, 1989; [12] ALDOSARI *et al.*, 1996.

Las  $DL_{50}S$  de *S. exigua* se han transformado a  $\mu\text{g/oruga}$  a partir de las indicadas en  $\mu\text{g/g}$  de peso larvario en las 4 referencias correspondientes.

que posibiliten una estimación biológica fiable de la  $DL_{50}S$ . Incluso aunque no hayan aparecido resistencias, las poblaciones pueden mostrar tolerancias más o menos incipientes y en consecuencia las  $DL_{50}$  estimadas sobre ellas no se corres-

ponden con la  $DL_{50}S$ . La mejor aproximación sería utilizar como  $DL_{50}S$  la media de una serie de valores de  $DL_{50}$  obtenidos a partir de un conjunto extenso de poblaciones susceptibles de campo, idealmente procedentes de varios orígenes geográficos.

Sin embargo, esto no es usualmente factible experimentalmente en la práctica y, por ello, sólo existen datos para muy pocas materias activas y en contadas especies (cf. *H. armigera*, GUNNING *et al.*, 1984; FORRESTER *et al.*, 1993).

Para obviar este problema, usualmente la  $DL_{50}S$  se estima sobre una población criada en laboratorio durante un periodo de tiempo extenso, ya que la aptitud reducida de los individuos resistentes en ausencia de presión insecticida determina una disminución de su frecuencia (DALY, 1993). La  $DL_{50}$  así estimada, si bien es en general una buena aproximación de la  $DL_{50}S$ , puede aún entrañar importantes errores, derivados de los distintos protocolos adoptados en cada cría particular. Por ejemplo, la población de laboratorio puede alcanzar su equilibrio genético en un nivel dado que, aunque no implique resistencia, se sitúe ostensiblemente por encima del nivel de sensibilidad, infraestimando el factor de resistencia. Al contrario, una cría mantenida durante largo tiempo en laboratorio puede originar, por consanguinidad u otras razones, individuos menos vigorosos y usualmente más susceptibles que los de una población sensible, sobreestimando el factor de resistencia (STAETZ, 1985).

En cualquier caso, las  $DL_{50}S$  obtenidas de distintas poblaciones presuntamente sensibles, caen a menudo en un intervalo relativamente ancho, que viene a complicar aún más la considerable variación en la respuesta a los insecticidas que ya de por sí existe en poblaciones susceptibles (GUNNING, 1991; cf. cuadro 2 y referencias en ella).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La relación entre la mortalidad y la dosis de insecticida se ajustó al modelo probit en ambas especies y con todos los insecticidas ( $P < 0,05$ ) salvo con el propoxur que no fue efectivo en ninguna especie a dosis tan elevadas como las ensayadas (hasta 8 µg/origa). El índice de significación para la

estimación de la potencia ( $g$ ) no superó en ningún caso el 0,35, inferior al máximo tolerable de 0,5. Las  $DL_{50}$  calculadas, sus límites fiduciales y las rectas de regresión probit para cada especie se indican en el cuadro 3.

En base a la intersección de los límites fiduciales ( $P < 0,05$ ), con 5 insecticidas las  $DL_{50}$  de *H. armigera* y *S. exigua* no fueron significativamente diferentes (metamidofos, acefato, cipermetrín, bifentrín y lambda-cihalotrín), con 5 la  $DL_{50}$  de *H. armigera* fue significativamente superior (carbaril, tiodicarb, clorpirifos, fenitrotión y triclorfón) y con 9 lo fue la  $DL_{50}$  de *S. exigua* (endosulfán, lindano, metomilo, metil-azinfos, monocrotofos, ciflutrín, deltametrín, permetrín y fenvalerato), si bien sólo existieron diferencias acusadas entre especies con carbaril, fenitrotión y metil-azinfos (1:6) y deltametrín (1:4).

Además, y en consecuencia con lo observado con la  $DL_{50}$ , las rectas de regresión probit (cuadro 3) no difirieron significativamente entre especies (al nivel indicado) con metamidofos, cipermetrín y bifentrín ( $P < 0,05$ ), acefato y lambda-cihalotrín ( $P < 0,01$ ).

Las pendientes de las rectas de regresión de cada insecticida no difirieron significativamente entre especies al 5%, salvo con endosulfán, lindano (ambos clorados) y deltametrín en los que, aunque se observaron mayores discordancias, las pendientes tampoco difirieron al 1%. Este hecho indica que la varianza de las poblaciones ensayadas fue comparable (GUNNING, 1991), y asimismo sugiere que el modo de acción de cada materia activa es similar en los dos noctuidos (ROBERTSON Y PREISLER, 1991).

Respecto a la resistencia a los insecticidas, solo se consideraron factores de resistencia superiores a 3x. Mientras que *H. armigera* presentó resistencia moderada a triclorfón (x5), carbaril, fenitrotión (x6) y monocrotofos (x7), y muy elevada a lindano (x32). *S. exigua* presentó resistencia moderada a endosulfán, metomilo, metamidofos, acefato, fenvalerato (x4), deltametrín (x6) y ciflutrín (x8), elevada a monocrotofos (x12) y metil-azinfos (x17) y muy elevada a linda-

Cuadro 3.— $DL_{50}$ , límites fiduciales, pendiente y constante de la recta de regresión probit, y test de comparación de rectas entre especies para las 20 materias activas ensayadas sobre *S. exigua* y *H. armigera*

Materia activa	Especie	n	$DL_{50}$ ( $\mu\text{g/oruga L3}$ ) y lím. fiduciales (95%)	Pendiente $\pm$ error estándar	Constante	Test de comparación de rectas			
						rectas $\neq$	$\chi^2$	g.l.	
						pendientes $\neq$		P	
Endosulfán	<i>S. exigua</i>	160	2,22a	1,50 $\pm$ 3,37	4,52	rectas $\neq$	18,75	2	0
	<i>H. armigera</i>	140	1,03b	0,78-1,35	4,96	pendientes $\neq$	7,98	1	0,005
Lindano	<i>S. exigua</i>	140	12,14a	8,85-16,19	2,56	rectas $\neq$	30,32	2	0
	<i>H. armigera</i>	180	5,78b	4,54-7,44	1,76	pendientes $\neq$	10,02	1	0,001
Metomilo	<i>S. exigua</i>	160	1,11a	0,81-1,61	4,91	rectas $\neq$	20,47	2	0
	<i>H. armigera</i>	120	0,37b	0,17-0,67	5,76	pendientes =	0,09	1	0,77
Carbaril	<i>S. exigua</i>	160	0,65b	0,44-0,95	5,28	rectas $\neq$	45,18	2	0
	<i>H. armigera</i>	140	4,09a	3,04-5,49	3,62	pendientes =	3,48	1	0,06
Propoxur	<i>S. exigua</i>	160		no efectivo					
	<i>H. armigera</i>	160		no efectivo					
Tiodicarb	<i>S. exigua</i>	160	0,03b	0,02-0,05	6,93	rectas $\neq$	14,82	2	0,001
	<i>H. armigera</i>	140	0,10a	0,07-0,13	6,87	pendientes =	2,20	1	0,14
Clorpirifos	<i>S. exigua</i>	140	0,29b	0,22-0,37	6,62	rectas $\neq$	15,59	2	0
	<i>H. armigera</i>	120	0,60a	0,39-0,89	5,67	pendientes =	0,01	1	0,92
Fenitrotión	<i>S. exigua</i>	120	0,37b	0,28-0,47	6,33	rectas $\neq$	64,81	2	0
	<i>H. armigera</i>	120	2,15a	1,73-2,65	3,59	pendientes =	1,94	1	0,16
Metamidofos	<i>S. exigua</i>	160	1,45a	1,07-2,05	4,59	rectas $\neq$	5,24	2	0,07
	<i>H. armigera</i>	140	0,95a	0,69-1,28	5,06	pendientes =	0,06	1	0,8
Metil Azinfos	<i>S. exigua</i>	160	4,19a	3,12-5,63	3,65	rectas $\neq$	53,67	2	0
	<i>H. armigera</i>	140	0,76b	0,59-1,00	5,32	pendientes =	1,26	1	0,26
Triclorfón	<i>S. exigua</i>	140	2,89b	1,85-4,43	4,11	rectas $\neq$	15,44	2	0
	<i>H. armigera</i>	120	6,39a	4,88-8,58	2,88	pendientes =	1,74	1	0,19
Acefato	<i>S. exigua</i>	120	2,05a	1,62-2,58	3,91	rectas $\neq$	8,12	2	0,02
	<i>H. armigera</i>	120	1,36a	1,00-1,89	4,70	pendientes =	3,48	1	0,06
Monocrotofos	<i>S. exigua</i>	160	2,31a	1,74-3,07	4,14	rectas $\neq$	16,02	2	0
	<i>H. armigera</i>	160	1,01b	0,73-1,37	4,99	pendientes =	0,51	1	0,48

Cuadro 3 (Continuación).—DL<sub>50</sub>, límites fiduciales, pendiente y constante de la recta de regresión probit, y test de comparación de rectas entre especies para las 20 materias activas ensayadas sobre *S. exigua* y *H. armigera*

Materia activa	Especie	n	DL <sub>50</sub> (µg/oruga I.3) y lím. fiduciales (95%)	Pendiente ± error estándar	Constante	Test de comparación de rectas				
						χ <sup>2</sup>	g.l.	P		
Cipermetrín	<i>S. exigua</i>	160	0,09a	0,06-0,12	1,96 ± 0,28	7,09	rectas =	0,1	2	0,95
	<i>H. armigera</i>	160	0,08a	0,06-0,11	2,08 ± 0,29	7,23	pendientes =	0,09	1	0,76
Bifentrín	<i>S. exigua</i>	140	0,05a	0,04-0,06	2,64 ± 0,40	8,20	rectas =	1,31	2	0,52
	<i>H. armigera</i>	140	0,05a	0,04-0,06	3,4 ± 0,53	9,54	pendientes =	1,24	1	0,27
Ciflutrín	<i>S. exigua</i>	140	0,16a	0,11-0,23	1,79 ± 0,29	6,44	rectas ≠	19,9	2	0
	<i>H. armigera</i>	140	0,05b	0,04-0,08	2,1 ± 0,32	7,66	pendientes =	0,54	1	0,46
Lambda Cihalotrín	<i>S. exigua</i>	140	0,02a	0,01-0,03	1,47 ± 0,27	7,42	rectas ≠	7,21	2	0,03
	<i>H. armigera</i>	120	0,01a	0,01-0,02	2,24 ± 0,41	9,14	pendientes =	2,57	1	0,11
Deltametrín	<i>S. exigua</i>	160	0,04a	0,02-0,06	1,36 ± 0,22	6,97	rectas ≠	18,98	2	0
	<i>H. armigera</i>	120	0,01b	0,01-0,02	2,82 ± 0,46	10,22	pendientes ≠	9,38	1	0,002
Permetrín	<i>S. exigua</i>	140	0,12a	0,09-0,15	3,13 ± 0,48	7,92	rectas ≠	16,96	2	0
	<i>H. armigera</i>	140	0,06b	0,04-0,07	3,10 ± 0,47	8,87	pendientes =	0,01	1	0,96
Fenvalerato	<i>S. exigua</i>	140	0,33a	0,24-0,47	3,7 ± 0,59	6,76	rectas ≠	24,29	2	0
	<i>H. armigera</i>	140	0,15b	0,10-0,22	2,52 ± 0,38	7,10	pendientes =	3,07	1	0,08

En cada insecticida las DL<sub>50</sub> de cada especie seguidas de la misma letra no difieren significativamente (intersección de límites fiduciales,  $P < 0,05$ ).  
 El Test de bondad del ajuste (rectas) y el Test t (pendientes) son significativos en todos los casos ( $P < 0,05$ ).  
 El Propoxur no fue efectivo en ninguna especie a las dosis empleadas (0,5 a 8 µg/oruga).  
 n: número de orugas.

no (x67). En el caso del lindano la resistencia de ambas especies fue muy elevada, probablemente debido a su extenso empleo durante décadas. Señalar sin embargo, que si bien esta materia activa clásica está recomendada para *S. exigua*, no lo está específicamente para *H. armigera* (DE LIÑAN, 1996), por lo que en esta especie también podría concurrir una baja efectividad del lindano al muy elevado factor de resistencia observado.

En general, *S. exigua* presentó niveles de resistencia superiores, y a un mayor número de materias activas. Numerosos factores, además de los genéticos, pueden determinar el nivel de resistencia insecticida de cada especie o población, incluyendo los ecológicos, agronómicos y etológicos (FITT, 1989).

En particular, el comportamiento alimenticio de *S. exigua*, marcadamente menos endófito que el de *H. armigera* en los últimos estadios larvarios, propicia una mayor exposición de las orugas a las aplicaciones insecticidas, con lo que el incremento de la presión de selección podría aumentar la probabilidad de aparición de resistencias en la primera especie.

En este sentido, la selección también puede favorecer a los individuos que responden en el medio ambiente minimizando el contacto con el material tóxico (HAYNES, 1988), siendo sugerentes los comportamientos larvarios inusuales descritos en ambas especies. Así, en California apareció una línea de *S. exigua* perforando los frutos de tomate internamente, de forma similar a *Helicoverpa* spp. (LANGE Y BRONSON, 1981), y en Extremadura, se ha observado que *H. armigera* puede completar su desarrollo en un mismo tomate y crisalidar en su interior, en lugar de dañar varios frutos y crisalidar en el suelo como normalmente ocurre (TORRES-VILA *et al.*, 1996). Ambos casos podrían interpretarse como una resistencia insecticida etológica.

La diferente resistencia insecticida en ambas especies también podría atribuirse, al menos en parte, al distinto nivel de inmigración primaveral que aconteció en la región

en junio de 1996, precisamente cuando las poblaciones fueron colectadas en campo. Se asume que el comportamiento migratorio de los lepidópteros en general, y de los noctuidos en particular, tiene lugar en un estado sexual inmaduro al contemplarse los procesos de reproducción y migración como mutuamente excluyentes, en lo que se ha dado en denominar el «síndrome de ovogenesis-vuelo» (ver MCNEIL *et al.*, 1995 y sus referencias). Así, se estimó mediante la disección de hembras capturadas en las trampas de luz a lo largo del mes de junio (TORRES-VILA, no pub.) que un 70% (119 de 170) de las hembras de *H. armigera* se encontraba en estado prerreproductivo frente a un 39% (71 de 252) en *S. exigua*, siendo aún más sugerentes los resultados obtenidos en particular el 17 de junio (cuando se capturaron los adultos sobre cuya progenie se realizaron los bioensayos insecticidas) con un 100% y un 12% de hembras prerreproductivas de *H. armigera* y *S. exigua* respectivamente. Esto sugiere una inmigración mucho más intensa de *H. armigera*, cuyos individuos provenientes de latitudes más meridionales y presuntamente menos tratadas con agroquímicos, podrían presentar menores niveles de resistencia insecticida.

La información existente en España sobre resistencia insecticida, particularmente en lepidópteros es prácticamente inexistente, a pesar de que en concreto *H. armigera* ostente a este respecto una larga historia, especialmente bien estudiada en Australia y Asia, incluyendo resistencia a clorados (DDT, endosulfán), piretroides (permetrín, fenvalerato, cipermetrín, deltametrín), carbamatos (metomilo, carbaril) y fosforados (metil paratión, quinalfos, fosalone) (WILSON, 1974; WOLFENBARGER *et al.*, 1981; GUNNING *et al.*, 1984; GUNNING, 1991; GUNNING *et al.*, 1992; FORRESTER *et al.*, 1993; MANOHARAN Y UTHAMASAMY, 1994; JADHAV Y ARMES, 1996). En *S. exigua* también se han descrito resistencias en las cuatro familias de insecticidas reseñadas (BREWER Y TRUMBLE, 1989; BREWER *et al.*, 1990; ALDOSARI *et al.*, 1996). Nuestros re-



sultados preliminares indican que en Extremadura, *H. armigera* y *S. exigua* presentan resistencias incipientes a varias materias activas, que en el peor de los casos, pueden derivar en fallos de control en campo.

## AGRADECIMIENTOS

Este estudio se integra en el proyecto SC 95-024-C2-2 del INIA.

## ABSTRACT

TORRES-VILA, L. M.; RODRÍGUEZ-MOLINA, M. C.; LACASA, A.; PALO, E.; MEÍJAS TAPIA, M. y GUERRERO, M., 1998: Susceptibilidad a 20 insecticidas de *Helicoverpa armigera* Hb. y *Spodoptera exigua* Hb. (Lepidoptera: Noctuidae) en las Vegas del Guadiana (Extremadura). *Bol. San. Veg. Plagas*, 24(Adenda al n.º 2): 353-362.

The comparative efficiency of 20 insecticides (2 organochlorines, 4 carbamates, 7 organophosphates and 7 pyrethroids) was estimated in laboratory on *H. armigera* and *S. exigua*, the noctuid species that more control problems cause in vegetable crops in the «Vegas del Guadiana», Extremadura, southwestern Spain.

With 5 insecticides, the LD<sub>50</sub> of *H. armigera* and *S. exigua* were not significantly different, and either their probit regression lines (at the indicated level): methamidofos, cypermethrin and bifenthrin (5%), acephate and lambda-cyhalothrin (1%).

The LD<sub>50</sub> of *H. armigera* was significantly higher with 5 insecticides: carbaryl, thiodicarb, chlorpyrifos, fenitrothion and trichlorophon, whereas with 9 insecticides the LD<sub>50</sub> of *S. exigua* was higher: endosulfan, lindane, methomyl, azinphos-methyl, monocrotophos, cyfluthrin, deltamethrin, permethrin and fenvalerate. However, pronounced differences in LD<sub>50</sub> between species were only recorded with deltamethrin (1:4), carbaryl, fenitrothion and azinphos-methyl (1:6). Propoxur was not effective against any species at the doses bioassayed (0.5 to 8 µg/3rd instar larvae).

To calculate the resistance factor a technical toxicological estimation of the LD50S was used, as a function of the maximal dose recommended for each insecticide. *H. armigera* exhibited moderate resistance to trichlorophon (x5), carbaryl, fenitrothion (x6) and monocrotophos (x7), and very high resistance to lindane (x32); and *S. exigua* exhibited moderate resistance to endosulfán, methomyl, methamidofos, acephate, fenvalerate (x4), deltamethrin (x6) and cyfluthrin (x8), high resistance to monocrotophos (x12) and azinphos-methyl (x17) and very high resistance to lindane (x67).

Some ecological and behavioral factors that could affect differential insecticide sensibility of both species are commented.

**Key words:** *Helicoverpa armigera*, *Spodoptera exigua*, resistance, susceptibility, insecticide, LD<sub>50</sub>, probit analysis, Spain.

## REFERENCIAS

- AHMAD M.; MCCAFFERY, A. R., 1988: Resistance to insecticides in a Thailand strain of *Heliothis armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). *J. Econ. Entomol.*, **81**: 45-48.
- ALDOSARI S. A.; WATSON, T. F.; SIVASUPRAMANIAM, S. y OSMAN, A. A., 1996: Susceptibility of field populations of beet armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) to cyfluthrin, methomyl, and profenofos, and selection for resistance to cyfluthrin. *J. Econ. Entomol.*, **89**: 1359-1363.
- ARMES, N. J.; JADHAV, D. R. y DE SOUZA, K. R., 1996: A survey of insecticide resistance in *Helicoverpa armigera* in the Indian subcontinent. *Bull. Entomol. Res.*, **86**: 499-514.
- BREWER, M. J. y TRUMBLE, J. T., 1989: Field monitoring for insecticide resistance in beet armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). *J. Econ. Entomol.*, **82**: 1.520-1.526.
- BREWER, M. J.; TRUMBLE, J. T.; ALVARADO-RODRÍGUEZ, B. y CHANEY, W. E., 1990: Beet armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) adult and larval susceptibility to three insecticides in managed habitats and relationship to laboratory selection for resistance. *J. Econ. Entomol.*, **83**: 2.136-2.146.

- COBB, P. P. y BASS, M. H., 1975: Beet armyworm: dosage-mortality studies on California and Florida strains. *J. Econ. Entomol.*, **68**: 813-814.
- DALY, J. C., 1993: Ecology and genetics of insecticide resistance in *Helicoverpa armigera*: interactions between selection and gene flow. *Genetica*, **90**: 217-226.
- DE LIÑAN, C., 1996: *Vademecum de productos fitosanitarios y nutricionales* 1997. Ed. Agrotécnicas, Madrid.
- FINNEY, D. J., 1971: *Probit analysis*. Cambridge Univ. Press, London, 333 pp.
- FITT, G. P., 1989: The ecology of *Heliothis* species in relation to agroecosystems. *Ann. Rev. Entomol.*, **34**: 17-52.
- FORRESTER, N. W.; CAHILL, M.; BIRD, L. J. y LAYLAND, J. K., 1993: Management of pyrethroid and endosulfan resistance in *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Australia. *Bull. Entomol. Res.*, **1** (Supp.): 1-132.
- GUNNING, R. V., 1991: Measuring insecticide resistance. *Heliothis: Research methods and prospects*, (M.P. Zalucki ed.), pp. 151-156. Springer-Verlag, New York.
- GUNNING, R. V.; BALFE, M. E. y EASTON, C. S., 1992: Carbamate resistance in *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) in Australia. *J. Aust. Entomol. Soc.*, **31**: 97-103.
- GUNNING, R. V.; EASTON, C. S.; GREENUP, L. R. y EDGE, V. E., 1984: Pyrethroid resistance in *Heliothis armiger* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) in Australia. *J. Econ. Entomol.*, **77**: 1283-1287.
- HAYNES, K. F., 1988: Sublethal effects of neurotoxic insecticides on insect behavior. *Ann. Rev. Entomol.*, **33**: 149-168.
- JADHAV, D. R. y ARMES, N. J., 1996: Comparative status of insecticide resistance in the *Helicoverpa* and *Heliothis* species (Lepidoptera: Noctuidae) of south India. *Bull. Entomol. Res.*, **86**: 525-531.
- LANGE, W. H. y BRONSON, L., 1981: Insect pests of tomatoes. *Ann. Rev. Entomol.*, **26**: 345-371.
- MANOHARAN, T. y UTHAMASAMY, S., 1994: Differential susceptibility of field population of gram pod-borer (*Helicoverpa armigera*) to insecticides in Tamil Nadu. *Indian J. Agr. Sci.*, **64**: 126-131.
- MCNEIL, J. N.; CUSSON, M.; DELISLE, J.; ORCHARD, I. y TOBE, S. S., 1995: Physiological integration of migration in Lepidoptera. In *Insect migration, tracking resources through space and time* (V.A. Drake, A.G. Gatehouse eds.). Cambridge Univ. Press, Cambridge, pp. 279-302.
- MEINKE, L. J. y WARE, G. W., 1978: Tolerance of three beet armyworm strains in Arizona to methomyl. *J. Econ. Entomol.*, **71**: 645-646.
- POITOUT, S. y BUES, R., 1970: Élevage de plusieurs espèces de lépidoptères Noctuidae sur milieu artificiel riche et sur milieu artificiel simplifié. *Ann. Zool. Ecol. Anim.*, **2**: 79-91.
- ROBERTSON, J. L. y PREISLER, H. K., 1991: *Pesticide bioassays with arthropods*. CRC Press, Boca Raton, Florida, 125 pp.
- RUSSELL, R. N.; ROBERTSON, J. L. y SAVIN, N. E., 1977: Polo: a new computer program for probit analysis. *Bull. Entomol. Soc. Am.*, **23**: 209-215.
- STAETZ, C. A., 1985: Susceptibility of *Heliothis virescens* (F.) (Lepidoptera: Noctuidae) to permethrin from across the cotton belt: a five year study. *J. Econ. Entomol.*, **78**: 505-510.
- TORRES-VILA, L. M.; RODRIGUEZ-MOLINA, M. C. y LACASA, A., 1996: An unusual behavior in *Helicoverpa armigera* Hb. (Lepidoptera: Noctuidae): pupation inside tomato fruits. *J. Insect. Behav.*, **9**: 981-984.
- WILSON, A. G. L., 1974: Resistance of *Heliothis armigera* to insecticides in the Ord irrigation area, north western Australia. *J. Econ. Entomol.*, **67**: 256-258.
- WOLFENBARGER, D. A.; BODEGAS, V. P. R. y FLORES, G. R., 1981: Development of resistance in *Heliothis* spp. in the Americas, Australia, Asia and Africa. *Bull. Entomol. Soc. Am.*, **27**: 181-185.

(Recepción: 15 enero 1998)

(Aceptación: 14 abril 1998)