

Comparación de la susceptibilidad de larvas de *Spodoptera littoralis* (Boisduval) y *Helicoverpa armigera* (Hübner) al Spinosad, un insecticida de origen natural

A. LECHUGA, A. EL-SAYED HATEM, J. M. RAMOS, E. VARGAS OSUNA

En el presente trabajo se compara la actividad por ingestión del Spinosad sobre larvas de dos noctuidos polípagos de gran importancia económica, *Spodoptera littoralis* (Boisduval) y *Helicoverpa armigera* (Hübner) en el Sur de España. Se han realizado bioensayos sobre larvas de primer y tercer estadios que fueron tratadas con Spinosad mediante el método de incorporación a la dieta semisintética.

Spinosad resultó significativamente más activo sobre larvas de primer estadio que sobre las del tercero. Las respectivas concentraciones letales medias fueron de 0,17 y 0,46 µg/ml de dieta para *H. armigera* y de 0,22 y 0,92 µg/ml de dieta para *S. littoralis*. Las larvas de *H. armigera* fueron significativamente más susceptibles que las de *S. littoralis*, tanto en primer estadio como en el tercero.

En los tiempos letales medios no se encontraron diferencias significativas entre especies, si bien los valores para primer y tercer estadios de *S. littoralis* (1,70 y 3,47 días) fueron ligeramente inferiores que para *H. armigera* (1,89 y 4,57 días) a la misma concentración de Spinosad.

A. LECHUGA, A. EL-SAYED HATEM, J. M. RAMOS, E. VARGAS OSUNA. Entomología Agroforestal. Departamento de Ciencias y Recursos Agrícolas y Forestales. E.T.S.I.A.M. Universidad de Córdoba. Apartado 3048. 14080 Córdoba. e.mail: cr1vaose@uco.es

Palabras clave: *Spodoptera littoralis*, *Helicoverpa armigera*, Spinosad, toxicidad, noctuidos.

INTRODUCCIÓN

La aplicación reiterada de insecticidas químicos de síntesis para el control de plagas ha provocado la aparición de poblaciones resistentes, lo que obliga a nuevos enfoques de la lucha contra plagas y la búsqueda de materias activas más aceptables ecológicamente. En 1994 se inicia el desarrollo del Spinosad, un nuevo insecticida cuyo ingrediente activo son metabolitos derivados de la fermentación producida por la bacteria *Sacharopolyspora spinosa* (KIRST *et al.*, 1992), los cuales actúan sobre los receptores de la acetilcolina con un modo de acción

diferente a los insecticidas neurotóxicos convencionales (SALGADO, 1998; SALGADO *et al.*, 1998). Los insectos del orden Lepidoptera son sensibles al producto por ingestión y en mucho menor grado por contacto (SALGADO, 1998).

La importancia de Spinosad reside en su capacidad para el control de plagas de interés agrícola y su rápida biodegradación. Este insecticida es, por tanto, un firme candidato para el control de especies de noctuidos que causan daños de importancia económica en los cultivos.

Spodoptera littoralis (Boisduval) y *Helicoverpa armigera* (Hübner) son dos de los

noctuidos de mayor importancia económica en la cuenca mediterránea (DOMÍNGUEZ, 1998). Las larvas originan cuantiosos daños en cultivos de alto valor agronómico (GÓMEZ CLEMENTE y DEL RIVERO, 1951; GÓMEZ DE AIZPÚRUA y ARROYO VARELA, 1994; FITT, 1989), debido a su carácter polífago, su gran voracidad y, en el caso de *H. armigera*, el hábito alimenticio carpófago. Para el control de estas especies se están desarrollando alternativas a la lucha química convencional, que incluye el uso de métodos biológicos o la utilización de insecticidas con menores riesgos medioambientales.

En el presente trabajo se estudia la respuesta de poblaciones autóctonas de *S. littoralis* y *H. armigera* al Spinosad. Los objetivos han sido determinar y comparar la actividad insecticida por ingestión en larvas de los primeros estadios de desarrollo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las larvas de *S. littoralis* y de *H. armigera* proceden de poblaciones mantenidas en el insectario bajo condiciones ambientales controladas ($26\pm 2^{\circ}\text{C}$ de temperatura, $65\pm 5\%$ de HR y un fotoperíodo de 16 horas luz / 8 horas oscuridad). Estas poblaciones se establecieron a partir de larvas y huevos recogidos en cultivos de alfalfa y maíz en las provincias de Córdoba y Sevilla.

La metodología seguida para la cría de *S. littoralis* ha sido puesta a punto en la Unidad de Entomología Agroforestal de la Universidad de Córdoba (VARGAS OSUNA, 1985). La cría de *H. armigera* se lleva a cabo mediante el mismo método general, con algunas variaciones impuestas básicamente con objeto de evitar los efectos de la consanguinidad y del canibalismo (OBALLE, 1997).

El producto insecticida es una formulación líquida de Spinosad que contiene 480 gr m.a./l.

Método de bioensayo

Se sigue el método de bioensayo puesto a punto en la Unidad de Entomología Agroforestal y descrito por SIMS *et al.* (1996). El

producto es incorporado a la dieta semisintética a las concentraciones deseadas y cilindros de 9 mm de diámetro y 5 mm de altura de la dieta se colocan en cajas de plástico cerradas de 28 mm de diámetro y 14 mm de altura. Cada una de las cajas contiene una larva de primer estadio (neonata) o tercer estadio recién mudada, según el bioensayo.

Se realizaron pruebas preliminares hasta ajustar las concentraciones adecuadas. El bioensayo consta de 5 tratamientos con concentraciones crecientes de Spinosad y un tratamiento testigo (sin Spinosad), utilizando 40 larvas de primer estadio por tratamiento, o bien 30 larvas de tercer estadio por tratamiento. Cada bioensayo se repite tres veces.

Diariamente se observan las larvas anotando el estado de desarrollo y la mortalidad.

Cuando existe mortalidad en el testigo, los porcentajes de mortalidad en los demás tratamientos se corrigen mediante la fórmula de ABBOTT (1925).

Con los resultados de mortalidad larvaria obtenidos para las distintos tratamientos, se estimaron las correspondientes rectas de regresión log dosis - Probit, mediante el análisis de FINNEY (1971). Las rectas de regresión sirvieron de base para determinar las concentraciones letales medias (CL_{50}) con los límites fiduciales al 95% y, cuando no existieron diferencias en las pendientes de las rectas de regresión, se procedió a un nuevo ajuste de éstas con la condición de paralelismo para determinar las potencias relativas.

Para las concentraciones que causaron una mortalidad larvaria superior al 50%, se han estimado los tiempos letales medios (TL_{50}) según la fórmula de BIEVER y HOSTETTER (1971).

Análisis estadísticos

Las estimaciones de las rectas de regresión Probit y las CL_{50} se han realizado mediante el programa POLO (LeOra Software Inc. Berkeley, CA, USA) basado en el modelo de FINNEY (1971).

Los tiempos letales medios han sido sometidos a análisis de la varianza y comparados

Cuadro 1. Mortalidad de larvas de primer estadio de *Helicoverpa armigera* tratadas con Spinosad.

Concentración		Mortalidad					
(µg/ml)	N	n	Período (días)	% L1	% L2	% Total	% Abbott
0	119	5	1-4	4,2	-	4,2	-
0,0625	120	14	1-5	10,0	1,7	11,7	7,8
0,125	118	48	1-7	34,7	5,9	40,7	38,1
0,25	120	83	1-7	65,8	3,3	69,2	67,8
0,5	120	115	1-7	95,0	0,8	95,8	95,6
1	119	117	1-7	98,3	-	98,3	98,2

N = número de larvas tratadas; n = número de larvas muertas;
L1 = primer estadio; L2 = segundo estadio

Cuadro 2. Mortalidad de larvas de tercer estadio de *Helicoverpa armigera* tratadas con Spinosad.

Concentración		Mortalidad					
(µg/ml)	N	n	Período (días)	% L3	% L4	% Total	% Abbott
0	55	1	5	1,8	-	1,8	-
0,0625	55	2	2	3,6	-	3,6	1,8
0,125	55	7	1-6	9,1	3,6	12,7	11,1
0,25	55	16	1-6	23,6	5,4	29,1	27,8
0,5	55	28	2-6	47,3	3,6	50,9	50,0
1	55	44	1-6	76,4	3,6	80,0	79,6

N = número de larvas tratadas; n = número de larvas muertas
L3 = tercer estadio; L4 = cuarto estadio

por el test de la Mínima Diferencia Significativa, utilizando el programa Statistix.

RESULTADOS

Mortalidad de larvaria

Los resultados de mortalidad de las larvas de primer y tercer estadios de *H. armigera* se reflejan en los Cuadros 1 y 2, respectivamente. Se puede observar una respuesta de la mortalidad larvaria en relación directa con la dosis, alcanzando niveles de mortalidad mayores para las larvas de primer estadio. La mayoría de las larvas mueren en el mismo estadio en que son tratadas, con tiempos de supervivencia entre 1 y 7 días, sin que influya la concentración de Spinosad.

En los cuadros 3 y 4 se presenta la mortalidad de las larvas de primer y tercer estadios de *S. littoralis*, respectivamente. En las larvas tratadas en primer estadio destaca una

mortalidad del testigo ligeramente superior al 10%, que se debe probablemente a una mayor sensibilidad de las larvas neonatas de esta especie a las condiciones y manejo durante el ensayo. Cuando las larvas se trataron en tercer estadio, se obtienen los menores porcentajes de mortalidad de todos los bioensayos, de forma que a la concentración más baja de Spinosad no se registra mortalidad alguna. Las larvas mueren principalmente en el mismo estadio en que son tratadas y los periodos de mortalidad son similares a los obtenidos para *H. armigera*.

Rectas de regresión Probit y concentraciones letales medias

Con los resultados de mortalidad se procedió al cálculo de las rectas de regresión para cada especie y estadio (Figura 1). En el cuadro 5 se recogen las ecuaciones estimadas de las rectas, sus parámetros asociados y

Cuadro 3. Mortalidad de larvas de primer estadio de *Spodoptera littoralis* tratadas con Spinosad.

Concentración		Mortalidad					
($\mu\text{g/ml}$)	N	n	Período (días)	% L1	% L2	% Total	% Abbott
0	78	10	1-6	12,82	-	12,82	-
0,0625	79	27	1-7	32,91	1,27	34,18	24,50
0,125	80	32	1-6	40,00	-	40,00	31,18
0,25	80	43	1-7	53,75	-	53,75	46,95
0,5	78	67	1-7	85,90	-	85,90	83,83
1	80	79	1-6	98,75	-	98,75	98,57

N = número de larvas tratadas; n = número de larvas muertas
L1 = primer estadio; L2 = segundo estadio

Cuadro 4. Mortalidad de larvas de tercer estadio de *Spodoptera littoralis* tratadas con Spinosad.

Concentración		Mortalidad					
($\mu\text{g/ml}$)	N	n	Período (días)	% L3	% L4	% Total	% Abbott
0	90	1	5	1,1	-	1,1	-
0,0625	90	0	-	0	0	0	-
0,125	90	5	1-5	5,6	-	5,6	4,5
0,25	89	16	1-5	18,0	-	18,0	17,1
0,5	90	26	1-5	28,9	-	28,9	28,1
1	90	49	1-5	54,4	-	54,4	53,9

N = número de larvas tratadas; n = número de larvas muertas
L3 = tercer estadio; L4 = cuarto estadio

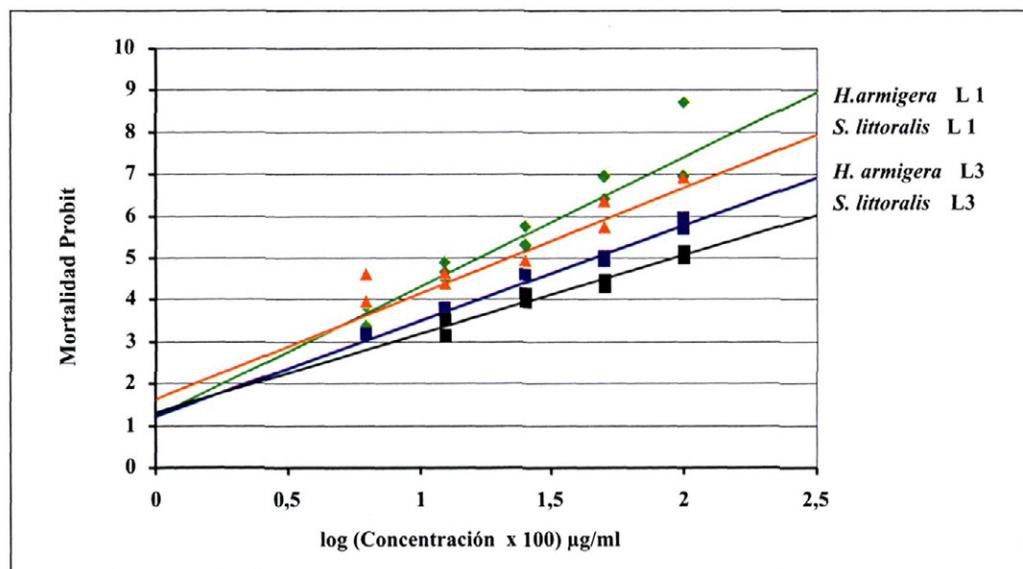


Figura 1. Rectas de Regresión Concentración-Mortalidad para larvas de *Helicoverpa armigera* y *Spodoptera littoralis* tratadas con Spinosad.

Cuadro 5. Rectas de regresión y CL₅₀ para *Helicoverpa armigera* y *Spodoptera littoralis* tratadas con Spinosad.

Especie/ estadio	$\chi^2(g. l)$	Recta de Regresión	Error de pendiente	CL ₅₀ ($\mu\text{g/ml}$)	Límites fiduciales 95%	
					Inferior	Superior
Ha/L1	22,36 (13)	3,09x+7,41	0,24	0,1657	0,1464	0,1856
Ha/L3	15,51 (8)	2,27x+5,77	0,30	0,4596	0,3741	0,5720
Sl/L1	15,51 (8)	2,53x+6,67	0,52	0,2186	0,0543	0,3258
Sl/L3	18,31 (10)	1,87x+5,07	0,27	0,9163	0,7285	1,2817

Ha = *Helicoverpa armigera*; Sl = *Spodoptera littoralis*;
L1 = primer estadio; L3 = tercer estadio

Cuadro 6. Rectas de regresión Probit con la condición de paralelismo y potencias relativas para *Spodoptera littoralis* tratadas con Spinosad.

Especie/estadio	Recta de Regresión	CL ₅₀ ($\mu\text{g/ml}$)	Potencia relativa	Límites fiduciales 95%	
				Inferior	Superior
L1	2,18 x + 6,48	0,2096	1	-	-
L3	2,18 x + 5,17	0,8387	0,2499	0,1816	0,3270

L1 = primer estadio; L3 = tercer estadio

Cuadro 7. Rectas de regresión Probit con la condición de paralelismo y potencias relativas para larvas de *Helicoverpa armigera* y *Spodoptera littoralis* de primer estadio tratadas con Spinosad.

Especie/estadio	Recta de Regresión	CL ₅₀ ($\mu\text{g/ml}$)	Potencia relativa	Límites fiduciales 95%	
				Inferior	Superior
<i>H. armigera</i>	2,94 x + 7,30	0,1645	1	-	-
<i>S. littoralis</i>	2,94 x + 6,88	0,2298	0,7161	0,5676	0,9126

Cuadro 8. Rectas de regresión Probit con la condición de paralelismo y potencias relativas para larvas de *Helicoverpa armigera* y *Spodoptera littoralis* de tercer estadio tratadas con Spinosad.

Especie/estadio	Recta de Regresión	CL ₅₀ ($\mu\text{g/ml}$)	Potencia relativa	Límites fiduciales 95%	
				Inferior	Superior
<i>H. armigera</i>	2,08 x + 5,68	0,4703	1	-	-
<i>S. littoralis</i>	2,08 x + 5,14	0,8603	0,5466	0,4105	0,7143

Cuadro 9. Tiempos letales medios de larvas de *Helicoverpa armigera* y *Spodoptera littoralis* tratadas en primer estadio con Spinosad.

Especie	Estadio	Concentración (mg/ml)	TL50
<i>H. armigera</i>	L1	0,25	3,69 a
		0,5	2,85 ab
		1	1,89 b
	L3	1	4,57
<i>S. littoralis</i>	L1	0,5	2,56 a
		1	1,70 b
	L3	1	3,47

Medias seguidas por la misma letra, para cada especie y estadio de tratamiento, indica que no hay diferencias significativas al 5%

las correspondientes concentraciones letales medias. Las rectas se ajustan estadísticamente bien a los datos, como demuestran los valores χ^2 de cada una de ellas. El valor de la CL_{50} para larvas tercer estadio de *H. armigera* es más del doble que para las de primer estadio, y lo mismo ocurre entre las larvas de *S. littoralis*. En ambas especies la diferencia de la susceptibilidad entre estadios fue estadísticamente significativa, como se deduce al no existir solapamiento entre los correspondientes intervalos fiduciales. Las larvas de primer estadio fueron, por tanto, más sensibles al Spinosad que las de tercer estadio.

En *S. littoralis* las pendientes de las rectas de regresión para larvas de primer y tercer estadio no difirieron significativamente, por lo que en esta especie se procedió al ajuste de nuevas rectas de regresión con la condición de paralelismo con objeto de estimar la potencia relativa. Como puede apreciarse en el cuadro 6, las larvas de *S. littoralis* de tercer estadio resultaron ser 4 veces menos sensibles al Spinosad que las larvas de primer estadio. Por los límites fiduciales se deduce que la diferencia es claramente significativa.

De igual forma se procedió al ajuste de nuevas rectas de regresión con la condición de paralelismo en el caso de los tratamientos de las larvas de primer estadio de las dos especies (Cuadro 7). De los valores obtenidos de potencia relativa, se concluye que las larvas de primer estadio de *S. littoralis* son 1,4 veces menos susceptibles al Spinosad que las larvas de *H. armigera*, con diferencias significativas. Finalmente, las larvas de tercer estadio de *S. littoralis* resultaron también menos susceptibles a Spinosad (1,83 veces) que las de *H. armigera* (Cuadro 8).

Tiempos letales medios

En larvas de primer estadio los valores de TL_{50} disminuyeron con el incremento de la concentración de Spinosad (Cuadro 9), con diferencias significativas en las dos especies. Sin embargo, ambas especie no difirieron en los tiempos letales medios, aunque en *H. armigera* los valores fueron siempre mayo-

res que en *S. littoralis* cuando se comparan para una misma concentración de Spinosad y edad larvaria

DISCUSIÓN

Las larvas de *H. armigera* y *S. littoralis* son susceptibles al Spinosad, tanto en primer como en tercer estadios, tal como ocurre con las especies próximas. *Heliothis virescens* (SPARKS *et al.*, 1998), *Spodoptera exigua* (MASCARENHAS *et al.*, 1998), *Spodoptera frugiperda* (CISNEROS *et al.*, 2002), y otros noctuidos (MASCARENHAS y BOETHEL, 1997; LIU *et al.*, 1999).

La menor susceptibilidad al Spinosad de las larvas de tercer estadio con respecto al primero, era presumible por ser una norma general en la respuesta de larvas de noctuidos a insecticidas. Un resultado similar han obtenido LIU *et al.* (1999) en larvas de *Trichoplusia ni* tratadas con Spinosad.

La mayoría de las larvas mueren en el mismo estadio en que son tratadas, en un intervalo de tiempo que oscila entre 1 y 6 días después de la ingestión de Spinosad, lo que indica variabilidad de respuesta entre individuos. Las larvas que tardan más en morir pueden favorecer la compatibilidad de este producto con los enemigos naturales del fitófago, pero además estas larvas suelen ver disminuida su actividad alimenticia como consecuencia de los trastornos en el sistema nervioso, por lo que se reducen considerablemente los daños, tal como se ha señalado en larvas de *S. exigua* (YEE y TOSCANO, 1998).

Las concentraciones letales medias de Spinosad para larvas de *H. armigera* (0,17 y 0,46 $\mu\text{g/ml}$ para primer y tercer estadio) y de *S. littoralis* (0,22 y 0,92 $\mu\text{g/ml}$) son relativamente bajas si las comparamos con las obtenidas para otros noctuidos, como *T. ni* (LIU *et al.*, 1999) y *P. includens* (MASCARENHAS y BOETHEL, 1997). En larvas de *S. exigua* de 2 días de edad, MASCARENHAS *et al.* (1998) citan valores de CL_{50} comprendidos entre 0,1 y 4,8 mg/ml según el origen de las poblaciones larvarias.

Las larvas de *H. armigera* fueron algo más susceptibles a Spinosad que las de *S. littoralis*, diferencia que puede estar relacionada con características intrínsecas de cada especie. No obstante, hay que tener en cuenta que las larvas de *H. armigera*, debido a su hábito alimenticio endófito, pueden haber estado sometidas durante el bioensayo a una mayor acción por contacto del Spinosad que las larvas de *S. littoralis*.

Los tiempos letales medios disminuyeron con el incremento de la concentración de Spinosad y con la edad de la larva, respuesta habitual en este tipo de ensayos. Sin embargo, la mayor susceptibilidad de *H. armigera*, basada en las CL_{50} , no se reflejó en los valores de los TL_{50} . Esto puede deberse a una mayor voracidad de las larvas de *S. littoralis* que de esta manera adquieren la concentración letal más rápidamente que las de *H. armigera*.

De acuerdo con lo anterior, podemos concluir que las poblaciones del Sur de España de las dos especies estudiadas tienen un alto grado de susceptibilidad a Spinosad, por lo que éste debe ser considerado como un candidato para el control de ambas especies en campo. Además en *S. littoralis* se ha demostrado por bioensayos en laboratorio que Spinosad presenta cierto efecto ovicida (PINEDA *et al.*, 2000). No obstante, se requieren estudios en campo para conocer las cualidades de Spinosad como un insecticida útil para el control de ambas especies.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento a Dow AgroSciences Ibérica S.A. por el suministro del Spinosad y por la ayuda prestada en aspectos técnicos.

ABSTRACT

A. LECHUGA, A. EL-SAYED HATEM, J. M. RAMOS, E. VARGAS OSUNA. 2004. Comparison of the susceptibility of *Spodoptera littoralis* (Boisduval) and *Helicoverpa armigera* (Hübner) larvae to Spinosad, a natural insecticide. *Bol. San. Veg. Plagas*, 30: 573-580.

The *per os* activity of Spinosad on two polyfagous noctuid species of economic importance in Southern Spain, *Spodoptera littoralis* (Boisduval) and *Helicoverpa armigera* (Hübner), was determined. Bioassays were conducted on first and third instar larvae treated with Spinosad by incorporation into semisynthetic diet.

Spinosad was significantly more active on first instar than third instar larvae. The median lethal concentration were, respectively, 0,17 y 0,46 $\mu\text{gr/ml}$ of diet for *H. armigera* and 0,22 y 0,92 $\mu\text{gr/ml}$ for *S. littoralis*. The *H. armigera* larvae were significantly more susceptible than *S. littoralis* larvae.

No differences between species were found in the median lethal time. Nevertheless, the values of the *S. littoralis* first and third instar larvae (1,70 y 3,47 days) were lightly lower than that *H. armigera* larvae (1,89 y 4,57 days) at the same concentration of Spinosad.

Key words: *Spodoptera littoralis*, *Helicoverpa armigera*, Spinosad, toxicity, noctuids.

REFERENCIAS

- ABBOTT, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.*, 18: 265-267.
- BIEVER, K.D. and HOSTETTER, K.L. 1971. Activity of the nuclear polyhedrosis virus of the cabbage looper evaluated at programmed temperatures regimens. *J. Invertebr. Pathol.*, 18: 81-84.
- CISNEROS, J.; GOULSON, D.; DERWENT, L.C.; PENAGOS, D.J.; HERNÁNDEZ, O.; WILLIAMS, T. 2002. Toxic effects of Spinosad on predatory insects. *Biological Control*, 23: 156-163.
- DOMINGUEZ, F. 1998. Plagas y enfermedades de las plantas cultivadas. Mundi-Prensa. Madrid. 820 pp.
- FINNEY, D.J. 1971. Probit Analysis. Cambridge Univ. Press. New York. 333 pp.
- FITT, G.P. 1989. The ecology of *Heliothis* species. *Ann. Rev. Entomol.*, 34: 15-52.
- GÓMEZ CLEMENTE, F.; RIVERO, J.M. La "rosquilla negra" (*Prodenia litura* F.). *Bol. Pat. Veg. Ent. Agr.*, 19: 221-278.
- GÓMEZ DE AIZPÚRUA, C.; ARROYO VARELA, M. 1994. Principales noctuidos actuales de interés agrícola. Edigur. Madrid. 145 pp.
- KIRST, H.A.; MICHEL, K.H.; MYNDERSE, J.S. CHIO, E.H.; YAO, R.C.; NAKATSUKASA, W.M.; BOECK, L.D.; OCCLOWITZ, J.; PASCHAL, J.W.; DEETER, J.B.; THOMPSON, C.D. 1992. Discovery, isolation and structure elucidation of a family of structurally unique, fermentation derived tetracyclic macrolides. En: Synthesis and chemistry of agrochemicals III (D.R. Baker, J.G. Fenyes y J.J. Steffens, Eds.). Pags. 214-225.
- LIU, T-X; SPARKS, A.N. JR.; HENDRIX, W.H.; YUE, B. 1999. Effects of Spin Tor (Spinosad) on cabbage looper (Lepidoptera: Noctuidae): toxicity and persistence of leaf residue on cabbage under field and laboratory conditions. *J. Econ. Entomol.*, 92: 1266-1273.
- MASCARENHAS, R.N.; BOETHEL, D.J. 1997. Responses of field-collected strains of soybean looper (Lepidoptera: Noctuidae) to selected insecticides using an artificial diet overlay bioassay. *J. Econ. Entomol.*, 90: 1117-1124.
- MASCARENHAS, V.J.; GRAVES, J.V.; LEONARD, B.R.; BURRIS, E. 1998. Susceptibility of field populations of beet armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) to commercial and experimental insecticides. *J. Econ. Entomol.*, 91: 827-833.
- OBALLE, R. 1997. Selección de agentes bióticos autóctonos para el control biológico de las plagas de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba. 204 pp.
- PINEDA, S.; BUDÍA, F.; SCHNEIDER, M.I.; GOBBI, A.; VIÑUELA, E.; DEL ESTAL, P. 2000. Efectividad biológica de Spinosad y del regulador del crecimiento Metoxifenocida (RH-2485) sobre huevos de *Spodoptera littoralis* (Boisduval, 1833) (Lepidoptera: Noctuidae). *Bol. San. Veg. Plagas*, 26: 483-491.
- SALGADO, V.L. 1998. Studies on the mode of action of Spinosad: insect symptoms and physiological correlates. *Pesticide Biochem. and Physiol.*, 60: 91-102.
- SALGADO, V.L.; SHEETS, J.J.; WATSON, G.B.; SCHMIDT, A.A. 1998. Studies on the mode of action of Spinosad: the internal effective concentration and the concentration dependence of neural excitation. *Pesticide Biochem. and Physiol.*, 60: 103-110.
- SIMS, S.R.; GREENPLATE, J.T.; STONE, T.B.; CAPRIO, M.A.; GOULD, F.L. 1996. Monitoring strategies for early detection of Lepidoptera resistance to *Bacillus thuringiensis* insecticidal proteins. En: Molecular genetics and evolution of pesticide resistance (M. Brown, Ed.). ACS Symposium Series N° 645. Pags. 229-242.
- SPARKS, T.C.; THOMPSON, G.D.; KIRST, H.A.; HERTLEIN, M.B.; LARSON, L.L.; WORDEN, T.V.; THIBault, S.T. 1998. Biological activity of the spinosyns, new fermentation derived insect control agents, on tobacco budworm (Lepidoptera: Noctuidae) larvae. *J. Econ. Entomol.*, 91: 1277-1283.
- VARGAS-OSUNA, E. 1985. La reproducción de *Spodoptera littoralis* (Boisduval) y sus alteraciones por el virus de la poliedrosis nuclear (VPN). Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba. 175 pp.
- YEE, W.L.; TOSCANO, N.C. 1998. Laboratory evaluations of synthetic and natural insecticides on beet armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) damage and survival on lettuce. *J. Econ. Entomol.*, 91: 36-63.

(Recepción: 21 enero 2004)

(Aceptación: 31 mayo 2004)