

Eficacia de nucleopoliedrovirus (VPNSe) en el control de *Spodoptera exigua* (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae) en pimiento de invernadero

J. E. BELDA, E. MIRASOL, A. ESCRIBANO, S. RAPALLO Y P. CABALLERO

Las estrategias de Control Integrado de Plagas pasan por la utilización de insecticidas específicos e inoocuos para la fauna auxiliar. El hallazgo en Almería de una cepa autóctona del virus de la poliedrosis nuclear de *Spodoptera exigua* (VPNSe-SP2) y la existencia de un preparado comercial de dicho nucleopoliedrovirus con una cepa de Florida (SPOD-X®) permitieron plantear diversos estudios para comprobar el potencial de estos bioinsecticidas para el control de la plaga en cultivos en invernadero así como las estrategias de utilización.

En un primer ensayo se evaluó la eficacia de estos biopreparados aplicados sobre una población alta de *S. exigua*, pulverizados sobre las plantas cuando el nivel de infestación alcanzó una media superior a 15 larvas por planta. La evaluación de la población a los 6 y 12 días después de la aplicación a una dosis de 10^8 poliedros/m², ofreció valores que oscilaron entre el 58,4% y el 74,7% de larvas muertas o enfermas por el patógeno, obteniéndose la máxima mortalidad con el VPNSe-SP2 a los 6 días de la aplicación.

Teniendo en cuenta los valores alcanzados por el tratamiento estándar (hexaflumuron 10%), con una mortalidad máxima del 37,4% a los 6 días, y la alta infestación en el cultivo en el momento de la aplicación, se puede considerar una alta eficacia de los bioinsecticidas en el control de la plaga.

J. E. BELDA, E. MIRASOL Y S. RAPALLO: Laboratorio de Sanidad Vegetal. Almería. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. C/ Hermanos Machado, 4 -3ª. 04071. Almería.

A. ESCRIBANO Y P. CABALLERO: Laboratorio de Entomología Agrícola y Patología de Insectos. Departamento de Producción Agraria. Universidad Pública de Navarra. 31006 Pamplona

Palabras clave: *Spodoptera exigua*, nucleopoliedrovirus, VPNSe, eficacia, pimiento, invernadero.

INTRODUCCIÓN

Spodoptera exigua (Hübner, 1808) es una de las principales plagas del cultivo de pimiento en invernaderos en Almería (CABELLO *et al.*, 1990; BELDA, 1994; APARICIO *et al.*, 1998), cuyo control es en la actualidad difícil por motivos de estrategia de lucha o falta de eficacia de los insecticidas registrados (BELDA, 1994), lo que compromete la puesta a punto del Control Integrado en este cultivo.

El virus de la poliedrosis nuclear de *Spodoptera exigua* ha recibido considerable atención como insecticida microbiológico para el control de esta plaga (GELERNTER *et al.*, 1986; SMITS *et al.*, 1987; SMITS y VLAK, 1988) obteniéndose buenos niveles de eficacia.

La detección, aislamiento y purificación de una cepa autóctona de Almería del virus de la poliedrosis nuclear de *Spodoptera exigua*, (VPNSe-SP₂), en 1990 por CABALLERO *et al.* (1992a) que causó una epizootia en

cultivo de pimiento en invernadero (CABALLERO *et al.*, 1992b), y posteriores hallazgos de larvas enfermas por el mismo poliedrovirus (BELDA, 1994), hizo considerar la posibilidad de utilización de este patógeno de insectos como agente de control de la plaga en invernaderos de Almería. Esta posibilidad podría solucionar uno de los principales problemas fitosanitarios que se plantean en la Producción Integrada de pimiento y en general en la zona.

Por otra parte, existía un preparado comercial del VPNSe formulado a partir de una cepa de Florida (Spod-X.), que aunque se había ensayado en cultivo de sandía (BELDA, sin publicar), no se conocía su eficacia en cultivo de pimiento al no haberse realizado ensayos en el mismo.

En este trabajo se plantea la necesidad de conocer la eficacia y persistencia del biopreparado del aislado autóctono y compararlo con el aislado comercial, así como comprobar la dispersión entre plantas del nucleopoliedrovirus y la enfermedad en la parcela de pimiento realizando aplicaciones controladas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Ensayo de eficacia del nucleopoliedrovirus

El ensayo se realizó en el invernadero experimental de La Mojонера, tipo parral, enarenado y con riego por goteo, en cultivo de pimiento "Dulce Italiano" plantado el 9 de abril en un marco de 1 × 0,5 m. El cultivo, antes de la realización del ensayo fue tratado contra pulgones y araña blanca con pirimicarb (28/4/97) y bromopropilato (3/6/97 y 8/7/97).

El diseño de la experiencia fue de un cuadrado latino de 4 × 4 bloques, con parcelas elementales de 3 líneas y 2 metros en cada línea (3 × 5 plantas) separadas por un espacio dentro de las líneas sin plantas. En la figura 1 se muestra el esquema de la parcela experimental.

Los patógenos y productos ensayados así como las dosis empleadas son los que se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1.—Productos y dosis empleadas en el ensayo de eficacia para el control de larvas de *Spodoptera exigua* en cultivo de pimiento en invernadero

Tratamiento	Materia activa	Producto comercial	Dosis
1 (SP ₂)	VPNSe-SP ₂	Experimental	10 ⁸ poliedros/m ²
2 (SP _x)	VPNSe	Spod-X	10 ⁸ poliedros/m ²
3 (IQ)	hexaflumuron 10%	Consult Flow	1 cc/l
4 (CN)	—	Agua	—

En el tratamiento control, se utilizó agua, y en todos los tratamientos el gasto de caldo en cada parcela elemental fue el proporcional a emplear 1200 l/ha añadiendo mojante agrícola a una dosis de 0,4 cc/l. Se realizaron 4 repeticiones por tratamiento, con una sola aplicación el 18/6/97. Cada tratamiento se realizó con una mochila distinta para evitar contaminaciones de las distintas cepas del VPNSe.

Las evaluaciones se realizaron en el total de órganos de todas las plantas de cada parcela elemental a los 6 (T+6) y 12 (T+12) días de la aplicación, respectivamente el 24/6/97 y 30/6/97, anotando, el número de larvas vivas, número de larvas muertas, y número de larvas enfermas o afectadas por el entomopatógeno.

Durante este ensayo se recogieron algunas larvas con síntomas del VPNSe individuali-

zadas en tubos eppendorf para su análisis en laboratorio.

Ensayo de dispersión del nucleopoliedrovirus

Esta experiencia consistía en comprobar la dispersión horizontal del baculovirus a lo largo de las líneas de cultivo, realizando las aplicaciones en un extremo de las mismas. Para ello se utilizó una zona de la misma parcela de pimiento del ensayo anterior, separada de la misma por una distancia de 5 metros y entre ellas un plástico desde el techo al suelo.

El diseño fue de bloques al azar, con 3 repeticiones por tratamiento, siguiendo el esquema que se muestra en la figura 1, utili-

zándose los dos preparados del VPNSe a la dosis de 10^8 poliedros/m² y agua como control. El gasto de caldo utilizado en la zona tratada fue el equivalente a 1.200 l/ha y se añadió mojante agrícola en todos los tratamientos.

Cada parcela elemental constaba de 2 filas de plantas y 4 m lineales a lo largo de las filas sin separación física entre parcelas elementales. Se realizó un solo tratamiento el 18/6/97 en la zona T1 de cada parcela correspondiente a los distintos tratamientos.

Las evaluaciones se realizaron en el total de órganos de todas las plantas de cada parcela elemental en 2 ocasiones, a los 7 (T+7) y 16 (T+16) días después de la aplicación (25/6/97 y 4/7/97 respectivamente), anotando el número de larvas vivas, muertas y enfermas o afectadas por el entomopatógeno.

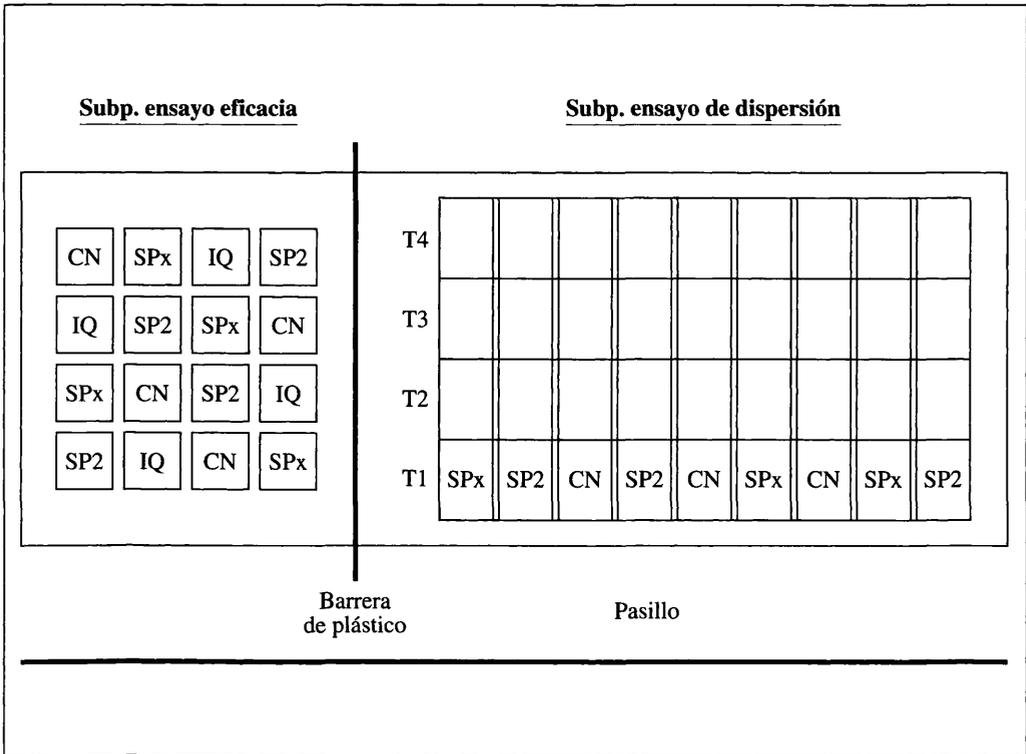


Fig. 1.—Esquema de distribución de la parcela experimental para los ensayos de eficacia y dispersión del nucleopoliedrovirus en invernadero de pimiento. CN = control; IQ = estándar químico; SP_x = Spod-X; SP₂ = VPNSe-SP₂.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ensayo de eficacia

La aplicación de los insecticidas se realizó con una población de larvas de *S. exigua* compuesta por todos los estadios larvarios con un nivel de infestación muy alto (> 15 larvas por planta).

El Cuadro 2 muestra los valores del número de larvas en cada repetición para cada tratamiento así como el número total y el porcentaje en cada uno de los recuentos. Los valores más altos de larvas muertas o enfermas en ambos recuentos corresponden a los tratamientos con preparados del baculovirus. Estos valores en todos los tratamientos insecticidas son mayores a los 6 días de la aplicación, disminuyendo a los 12 días debido a la menor presencia de larvas totales, con la aparición de larvas procedentes de nuevas puestas. Los casos más claros aparecen en la parcela 4

del tratamiento con VPNSe-SP₂ y en la parcela 3 del tratamiento con VPNSe-SP_X. En los tratamientos con hexaflumurón, el número de larvas muertas o afectadas a los 12 días también disminuye y en mayor proporción, debido a que el efecto de este grupo químico (IGR) es a más corto plazo.

El Cuadro 3 muestra los valores medios de la proporción de larvas vivas y muertas o afectadas en los distintos recuentos para los tratamientos realizados, con análisis de varianza y comparación de medias. A los 6 días de la aplicación, aparecen diferencias entre todos los tratamientos, siendo la mayor proporción de larvas muertas en SP₂ y la menor en el control. Sin embargo, a los 12 días de la aplicación, hay dos grupos de medias que muestran diferencias entre ellas y no dentro de ellas: por una parte los tratamientos control y químico y por otra los 2 tratamientos con VPNSe.

Cuadro 2.—Valores del número de larvas de *Spodoptera exigua* en cada repetición y total de larvas para cada tratamiento encontradas vivas, muertas y afectadas en los diferentes tratamientos para los recuentos a los 6 y 12 días después de la aplicación

Tratamientos	N.º larvas T+6					N.º larvas T+12					
	Repeticiones				Total	Repeticiones				Total	
	1	2	3	4		1	2	3	4		
CN	Vivas	25	59	30	43	157	35	20	27	26	108
	Muertas	-	7	8	-	15	3	3	3	5	14
	Enfermas	-	-	2	-	2	-	-	-	-	0
IQ	Vivas	14	19	29	20	82	26	17	23	43	109
	Muertas	12	12	9	5	38	4	6	5	7	22
	Afectadas	-	9	4	-	13	1	-	1	-	2
SP ₂	Vivas	7	12	13	10	42	-	-	6	31 ^(*)	37
	Muertas	31	22	34	15	102	19	4	26	14	63
	Enfermas	-	9	17	4	30	-	1	4	1	6
SP _X	Vivas	19	14	18	24	75	6	4	32 ^(*)	10	52
	Muertas	27	15	14	28	84	23	4	8	20	55
	Enfermas	2	7	11	-	20	-	-	3	1	4

(*) Valores correspondientes a larvas L1 procedentes de puestas recién eclosionadas.

Cuadro 3.—Valores de la proporción de larvas de *Spodoptera exigua* en cada repetición encontradas vivas y muertas o afectadas en los diferentes tratamientos para los recuentos a los 6 y 12 días después de la aplicación

Tratamiento	Proporción de larvas VIVAS		Proporción de larvas MUERTAS + AFECTADAS	
	T+6	T+12	T+6	T+12
CN	0,9110 a	0,8823 a	0,0890 a	0,1177 a
IQ	0,6250 b	0,8077 a	0,3740 b	0,1923 a
SP ₂	0,2528 c	0,3042 b	0,7472 c	0,6958 b
SP _x	0,4562 d	0,3699 b	0,5838 d	0,6301 b
ANOVA	P=0,0000	P=0,0014	P=0,0000	P=0,0014

Valores seguidos por la misma letra en las columnas no muestran diferencias en la comparación de medias con el test de mínima diferencia significativa (ANOVA, MDS; P=0,05).

En la figura 2 se muestra de forma gráfica los valores anteriores dados en porcentaje de larvas muertas o afectadas sobre el total. Puede apreciarse que los mayores valores corresponden a los tratamientos con el VPNSe tanto a los 6 como a los 12 días de la aplicación. Si consideramos que el número

de larvas totales encontradas es muy similar en las parcelas de todos los tratamientos, la mayor eficacia corresponde a los nucleopoliedrovirus ensayados. Estos valores, alcanzando entre el 58,38 y el 74,72% de mortalidad, son inferiores a los resultados obtenidos por SMITS *et al.* (1987) en culti-

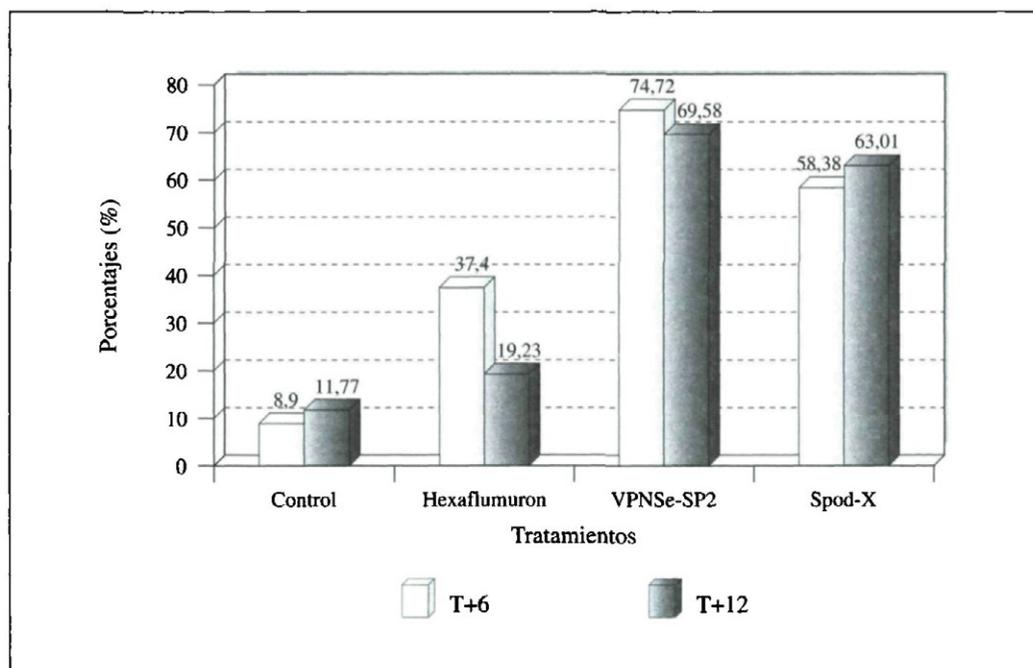


Fig. 2.—Ensayo de eficacia: Porcentaje de larvas de *Spodoptera exigua* muertas y afectadas sobre el total para los distintos tratamientos a los 6 y 12 días después de la aplicación.

vos de tomate y ornamentales en Holanda en los que se alcanzó más del 90% de mortalidad a la misma dosis, y más similar a la obtenida por GELERNTER *et al.* (1986) en lechuga al aire libre (50 al 80% de mortalidad). Sin embargo, para condiciones de invernaderos de Almería, la mortalidad obtenida en este ensayo es superior a los 7 días de la obtenida para Spod-X en cultivo de sandía (BELDA, sin publicar).

Los valores obtenidos de larvas afectadas por el virus en las parcelas control obedecen a contaminaciones desde las parcelas tratadas como consecuencia de la movilidad de las larvas grandes entre parcelas y posterior contaminación de las hojas que causan cierto número de inoculaciones en el plazo en el que se realizan los recuentos. Esto podría obviarse con una mayor separación de las parcelas elementales o aumentando el tamaño de las mismas.

Ensayo de dispersión

El Cuadro 4 muestra el número medio de larvas encontradas a los 7 días de la aplicación en cada parcela (T1 a T4) para cada tratamiento, y la comparación de medias en los análisis de varianza en los que las diferencias fueron significativas.

Como era de esperar, en el tratamiento control, no aparecen diferencias entre las diferentes parcelas, es decir, entre la parcela T1 tratada y la más alejada de la misma (T4) para el número de larvas vivas ni el de muertas o afectadas. Sin embargo, para los 2 tratamientos con VPNSe, para el número de larvas vivas no aparecen diferencias entre las parcelas aunque sí para el número de larvas muertas o afectadas, siendo los valores significativamente mayores para la parcela tratada T1, mientras que el número encontrado en las T2 a T4 son muy bajos y estadísticamente similares.

El Cuadro 5, que muestra los valores anteriores a los 16 días de la aplicación, señala como en el caso anterior, que no existen diferencias entre parcelas para el control, pero en este caso tampoco para el tratamiento con VPNSe-SP₂ ni para larvas vivas ni para larvas muertas o afectadas. En este caso solo hay significativamente mayor número de larvas muertas o afectadas en la parcela T1 del tratamiento con VPNSe-Spod X. En este recuento, los valores del número de larvas muertas o afectadas son muy similares a las del recuento a los 6 días, por lo que no se aprecia una epizootia considerable que aumente la dispersión del virus en las plantas.

Cuadro 4.—Ensayo de dispersión: Número medio de larvas vivas y muertas o afectadas para cada tratamiento en las diferentes parcelas del ensayo de dispersión a los 7 días de la aplicación en la parcela T1

Parcelas	N.º medio de larvas a T+7 de las tres repeticiones por tratamiento					
	Control		VPNSe-SP _x		VPNSe-SP ₂	
	Vivas	Muertas + afectadas	Vivas	Muertas + afectadas	Vivas	Muertas + afectadas
T1	24,33	1,33	10,67	16,33 a	13,33	20,67 a
T2	26,33	0,66	23,33	2,00 b	24,00	2,66 b
T3	27,00	0,66	24,00	2,00 b	21,00	2,33 b
T4	27,00	0,66	21,67	1,66 b	20,67	1,00 b
ANOVA	P=0,4061	P=0,6542	P=0,1320	P=0,0121	P=0,1805	P=0,0062

Valores seguidos por distinta letra en las columnas muestran diferencias significativas en el análisis de varianza. Comparación de medias con el test M.D.S.; P=0,05.

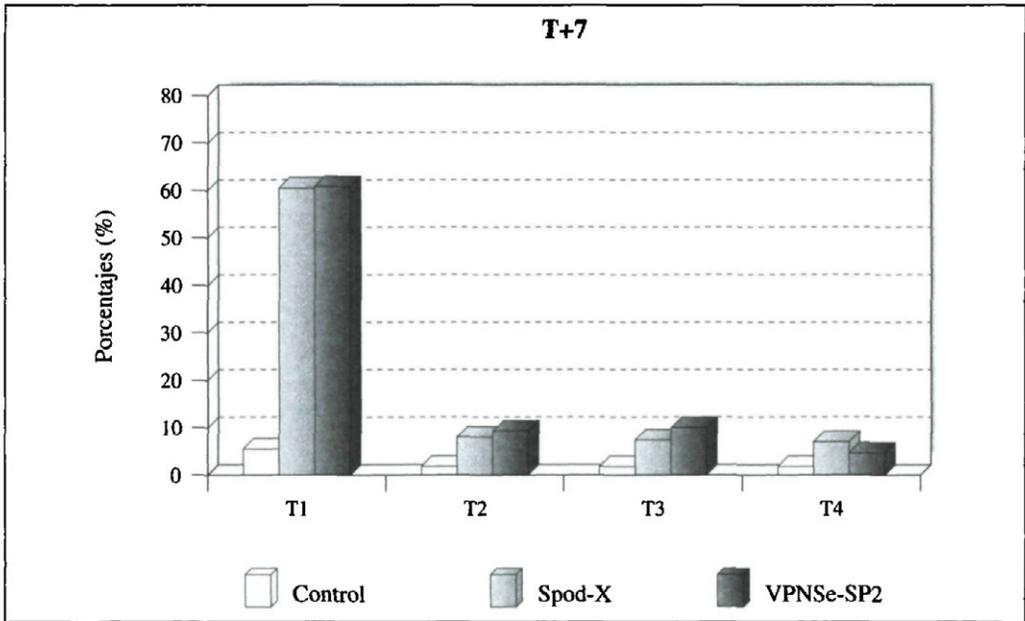
Cuadro 5.-Ensayo de dispersión: Número medio de larvas vivas y muertas o afectadas para cada tratamiento en las diferentes parcelas del ensayo de dispersión a los 16 días de la aplicación en la parcela T1

Parcelas	N.º medio de larvas a T+16 de las tres repeticiones por tratamiento					
	Control		VPNSE-SP _x		VPNSE-SP ₂	
	Vivas	Muertas + afectadas	Vivas	Muertas + afectadas	Vivas	Muertas + afectadas
T1	13,67	1,00	1,00	5,33 a	8,66	4,66
T2	13,33	0,66	11,67	2,33 b	8,33	2,66
T3	12,67	1,00	10,67	1,00 b	9,33	2,33
T4	8,66	0,00	10,00	0,33 b	5,00	2,66
ANOVA	P=0,1069	P=0,0449	P=0,1582	P=0,0127	P=0,5950	P=0,5211

Valores seguidos por distinta letra en las columnas muestran diferencias significativas en el análisis de varianza, Comparación de medias con el test M.D.S.; P=0,05.

Las **figuras 3 y 4** muestran gráficamente los porcentajes de larvas muertas o afectadas

sobre el total en los distintos tratamientos y parcelas a los 7 y 16 días de la aplicación. En



	T1	T2	T3	T4
VPNSE-SP2	60,79	9,97	9,98	4,61
Spod-X	60,48	7,89	7,69	7,11
Control	5,18	2,44	2,38	2,38

Fig. 3.-Ensayo de dispersión: Porcentaje de larvas muertas o afectadas para cada tratamiento y zona a los 7 días del tratamiento (T+7).

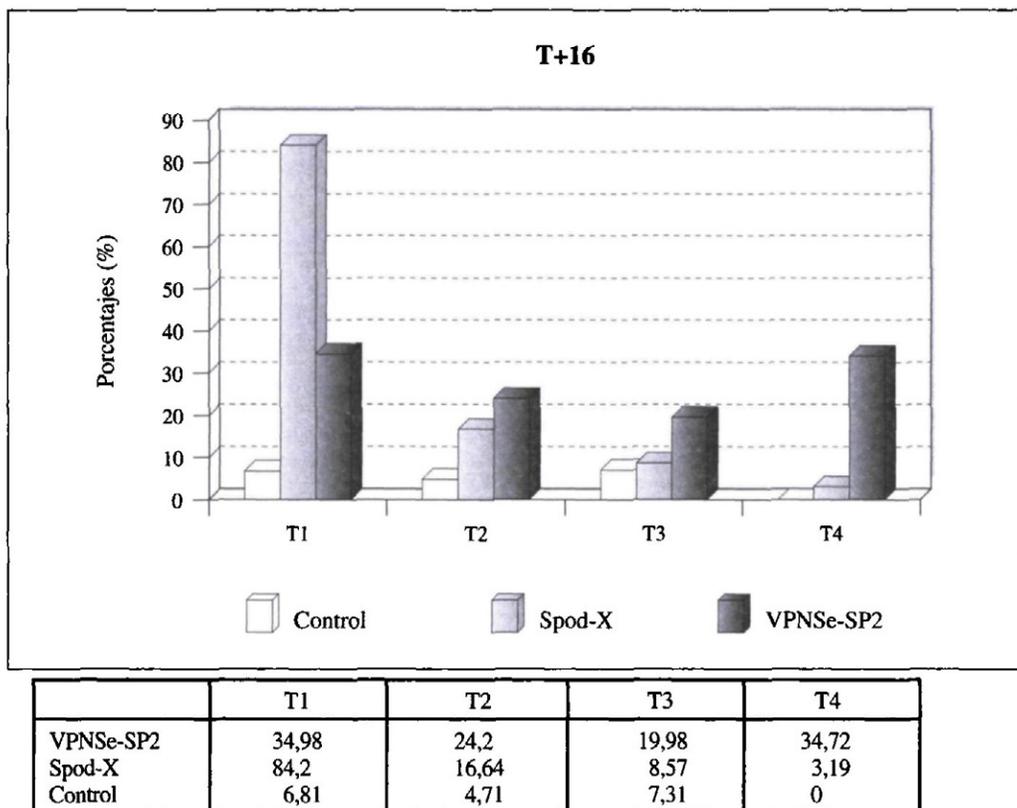


Fig. 4.—Ensayo de dispersión: Porcentaje de larvas muertas o afectadas para cada tratamiento y zona a los 16 días del tratamiento (T+16).

estos porcentajes se aprecia unos valores mayores de larvas muertas o infectadas en los tratamientos con baculovirus. A los 16 días de la aplicación (**figura 4**), el porcentaje de larvas muertas o afectadas sobre el total toma su mayor valor en la parcela T4 del tratamiento con VPNSe-SP₂ debido posiblemente a la presencia de un menor número total de larvas para el cálculo de los porcentajes.

CONCLUSIONES

La eficacia de nucleopoliedrovirus en aplicaciones con niveles altos de población puede considerarse bastante aceptable, aunque con acción lenta, comparada con trata-

mientos tradicionales. Los resultados del ensayo de dispersión no han mostrado una infección rápida de las parcelas vecinas a las de la aplicación, a pesar de contar con una elevada población de larvas de *S. exigua*.

Aunque se aprecian ligeras diferencias a favor del aislado SP₂ respecto a Spod-X en cuanto a eficacia y velocidad de dispersión, éstas no son determinantes.

Es necesario definir una estrategia para la utilización del baculovirus, con la inoculación en infestaciones iniciales de la plaga para asegurar la mortalidad de larvas y la dispersión de la epizootia. Una correcta utilización de este agente de control natural de *S. exigua* podría tener cabida en las estrategias de lucha contra plagas en Producción Integrada.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado gracias a la financiación recibida a través del proyecto PETRI nº PTR 94-0127 desarrollado por el

Departamento de Producción Agraria de la Universidad Pública de Navarra y el Laboratorio de Sanidad Vegetal de Almería de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía.

ABSTRACT

BELDA, J. E.; MIRASOL, E.; ESCRIBANO, A.; RAPALLO, S. y CABALLERO, P.: Efficacy of nucleopolyhedrovirus (SeNPV) for the control of *Spodoptera exigua* (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae) in greenhouse pepper crop.

Bol. San. Veg. Plagas, 26 (Adenda al nº 4): 619-628.

The strategies of insect pest management needs the use of specific insecticides with low toxicity to beneficials. The finding in Almería (Spain) of an isolate of *Spodoptera exigua* nuclear polyhedrosis virus (SeNPV-SP₂) and the existence of a commercial product of the nucleopolyhedrovirus with a Florida strain (SPOD-X®) let us to perform some trials to know the potencial of these bioinsecticides for the control of this pest in greenhouses crops.

We evaluated the efficacy of the biological agents applied on a high number of *S. exigua* larvae spraying the plants with an infestation level over 15 larvae per plant. The evaluation of the population 6 and 12 days after the application at a dose of 10⁸ PIBs/m², shows a mortality of larvae between 58,4% and 74,7%, obtaining the maximum mortality with SeNPV-SP₂ six days after the treatment.

If we have in mind that the values reached by the chemical standard (hexaflumuron 10%) with a maximum mortality of 37,4% six days after the treatment, and the high infestation level at the moment of spraying, we must to consider a good efficacy of nucleopolyhedroviruses in the control of the pest.

Key words: *Spodoptera exigua*, nucleopolyhedrovirus, SeNPV, efficacy, pepper, greenhouse.

REFERENCIAS

- APARICIO, V.; BELDA, J. E.; CASADO, E.; GARCÍA, M. M.; GÓMEZ, V.; LASTRES, J.; MIRASOL, E.; ROLDÁN, E.; SÁEZ, E.; SÁNCHEZ, A.; TORRES, M., 1998. *Plagas y enfermedades en cultivos hortícolas de la provincia de Almería: control racional*. Informaciones Técnicas 50/98. Dir. Gral. Investigación y Formación Agraria. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Sevilla. I.S.B.N. 84-89802-32-7 (356 pp.).
- BELDA, J. E., 1994. *Biología, ecología y control de Spodoptera exigua* (Hübner, 1808) (Lep.: Noctuidae) en cultivo de pimiento en invernadero. Tesis Doctoral. Universidad de Granada. 177 pp.
- CABALLERO, P.; ZUIDEMA, D.; SANTIAGO-ÁLVAREZ, C.; VLAK, J. M., 1992a. Biochemical and biological characterization of four isolates of *Spodoptera exigua* nuclear polyhedrosis virus. *Biocontrol Science and Technology*, 2: 145-157.
- CABALLERO, P.; ALDEBIS, H. K.; VARGAS-OSUNA, E.; SANTIAGO-ÁLVAREZ, C., 1992b. Epizootics caused by a nuclear polyhedrosis virus in populations of *Spodoptera exigua* in southern Spain. *Biocontrol Science and Technology*, 2: 35-38.
- CABELLO, T.; SÁEZ, E.; GÓMEZ, V.; ABAD, M. M.; BELDA, J., 1990. Problemática fitosanitaria en cultivos hortícolas intensivos de Almería. *Agrícola Verge*, 104: 640-646.
- GELERNTER, W. D.; TOSCANO, N. C.; KIDO, K.; FEDERICI, B. A., 1986. Comparison of a nuclear polyhedrosis virus and chemical insecticides for control of the beet armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) on head lettuce. *Journal of Economic Entomology*, 79: 714-717.
- SMITS, P. H.; VAN DE VRIE, M.; VLAK, J. M., 1987. Nuclear polyhedrosis virus for control of *Spodoptera exigua* larvae on glasshouse crops. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 43: 73-80.
- SMITS, P. H.; VLAK, J. M., 1988. Selection of a nuclear polyhedrosis viruses as biological control agents of *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae). *Entomophaga*, 33: 299-308.

(Recepción: 20 diciembre 1999)

(Aceptación: 06 julio 2000)

