

## Compatibilidad de los Nematodos Entomopatógenos (Rhabditida: Steinernematidae y Heterorhabditidae) con el Oxamilo

A. PALOMO SORIANO Y F. GARCÍA DEL PINO

Se analiza la compatibilidad de los nematodos entomopatógenos y el oxamilo con el fin de conocer la posibilidad de su aplicación conjunta en un Control Integrado de Plagas. Mediante estudios de mortalidad e infectividad, se analizó la respuesta de los nematodos entomopatógenos *Steinernema sp.* (S2) y *Heterorhabditis bacteriophora* (P4) al ser expuestos a diversas concentraciones de oxamilo, comparándola con la del nematodo libre bacteriófago *Pelodera teres*. Las dos especies de nematodos entomopatógenos resultaron significativamente más resistentes que la especie no entomopatógena, obteniendo una baja mortalidad, especialmente de *Heterorhabditis bacteriophora*. Se ha puesto de manifiesto la importancia de la doble cutícula de las formas infectivas, tanto para sobrevivir a los efectos negativos del oxamilo como para mantener su capacidad de infectar al hospedador. A partir de los resultados obtenidos, y teniendo en cuenta las concentraciones actuales de aplicación en campo del oxamilo, se puede considerar factible su aplicación con las especies de nematodos entomopatógenos estudiadas.

A. PALOMO SORIANO Y F. GARCÍA DEL PINO. Unidad de Zoología. Departamento de Biología Animal, Biología Vegetal y Ecología. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Barcelona. 08193 Bellaterra. Barcelona.

**Palabras Clave:** nematodos entomopatógenos, compatibilidad pesticidas, oxamilo, *Steinernema*, *Heterorhabditis*., toxicidad pesticidas.

**Compatibility of entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Steinernematidae and Heterorhabditidae) with the oxamyl**

### INTRODUCCIÓN

Los nematodos entomopatógenos constituyen uno de los agentes de control biológico más prometedores para ser utilizados en los programas de Lucha Integrada (Fig. 1 y 2). Por ello, presenta un gran interés el estudio de la compatibilidad de los nematodos entomopatógenos con los diferentes productos agroquímicos aplicados a los cultivos.

Hay diversos estudios que indican que los nematodos entomopatógenos son relativamente insensibles a un amplio rango de plaguicidas (Welch, 1971 ; Dutky, 1974 ; Levy y Miller, 1977 ; Ishibashi y Takii, 1993 ; Zhang *et al.*, 1994). No obstante, se

ha observado que algunos compuestos organofosforados y carbamatos inducen parálisis parciales, reducen la infectividad y inhiben su desarrollo (Prakasa *et al.*, 1975 ; Fedorko *et al.*, 1977 ; Hara y Kaya 1982, 1983 ; Kaya *et al.*, 1993 ; Rovesti *et al.*, 1988; Rovesti y Deseo 1990).

El presente trabajo pretende estudiar, mediante estudios de mortalidad e infectividad, la compatibilidad entre el pesticida oxamilo y dos especies de nematodos entomopatógenos, comparando los resultados con un nematodo bacteriófago, con el fin de valorar la viabilidad de utilizar de forma conjunta los nematodos entomopatógenos y el oxamilo.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Los nematodos utilizados en el presente estudio son dos especies de nematodos entomopatógenos: *Steinernema sp.* (cepa S2 del grupo de *S. anomali*) y *Heterorhabditis bacteriophora* (cepa P4); y la especie bacteriófaga *Pelodera teres* Schneider, 1866.

Las dos especies entomopatógenas son cepas asiladas en Cataluña y fueron reproducidas en laboratorio en placas de Petri sobre larvas del lepidóptero *Galleria mellonella* siguiendo la técnica de Dutky *et al.* (1964). Las formas infectivas así obtenidas fueron guardadas a una temperatura entre 7 y 10°C en disolución de 0'1% de formol hasta el momento de su utilización. La viabilidad de los nematodos después de su almacenamiento fue comprobada antes de su aplicación.

El plaguicida utilizado, oxamilo 24% p/v (Vydate L, Du Pont), se trata de un insecticida-acaricida-nematicida de la familia de los carbamatos.

### Estudio de mortalidad

Los nematodos entomopatógenos *Heterorhabditis bacteriophora* y *Steinernema sp.* y el nematodo bacteriófago *Pelodera teres* se expusieron a 500, 1.000, 2.000, 5.000 y 10.000 ppm del producto comercial oxamilo diluido con agua bidestilada, obteniéndose

un pH resultante de 4'5. Estas diluciones se realizaron en pocillos de vidrio (4 x 4 x 1'5 cm), a los que se traspasaron unas 100 formas infectivas vivas, y se mantuvieron en una estufa a 25°C (Fig. 3). Se realizaron 9 réplicas por concentración para cada una de las 3 especies y 9 réplicas más como control.

A las 24, 48, 72 y 96 horas de exposición se observó bajo un microscopio el estado de una muestra aleatoria de 10 formas infectivas de cada pocillo.

### Estudio de infectividad

Los estudios de infectividad se realizaron únicamente a las especies entomopatógenas, utilizándose la larva del lepidóptero *Galleria mellonella* como insecto hospedador. Estos estudios pretenden analizar el efecto del oxamilo en la capacidad de infectar insectos de las formas infectivas de las especies nematodos de entomopatógenos estudiadas. Se realizaron dos tipos de ensayos:

Ensayos en arena. Para los ensayos en arena se utilizaron placas de cultivo celular (Corning cell wells) (12 x 8 x 2 cm), que contienen celdas cilíndricas de 16 mm de diámetro cada una (Fig. 4). Primeramente se expusieron entre 200 y 300 formas infectivas de cada una de las dos especies entomopatógenas a 500, 1.000, 2.000, 5.000 y 10.000 ppm de oxamilo durante 24 horas.



Fig. 1. Larva de gusano cabezudo, *Capnodis tenebrionis*, parasitada por nematodos entomopatógenos.

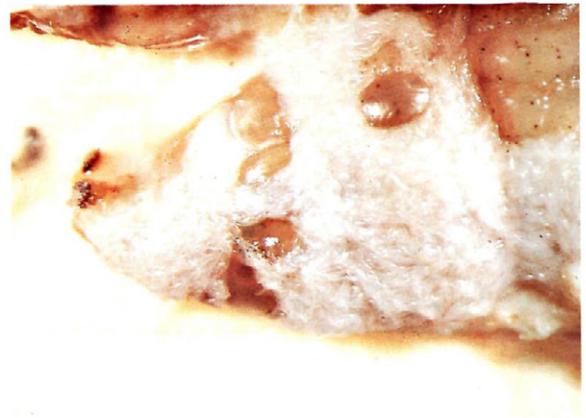


Fig. 2. Formas infectivas de nematodos entomopatógenos saliendo del cadáver de un insecto.

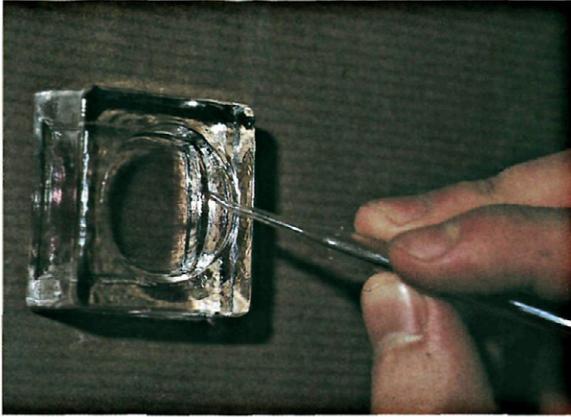


Fig. 3. Pocillos de vidrios utilizados para los estudios de exposición directa de los nematodos al oxamilo.

Posteriormente, se colocaron 10 formas infectivas vivas en el fondo de estas celdas y se cubrieron con 2 cm<sup>3</sup> de arena de playa esterilizada saturada de agua, sobre la cual colocó una larva de *Galleria mellonella* viva. Una vez tapadas y dadas la vuelta, estas placas se trasladaron a la estufa donde se mantenían a 25 °C. Se realizaron 10 réplicas por concentración y especie y 10 más como control. Las larvas eran revisadas diariamente y las muertas se colocaban, de forma independiente, en placas de Petri, para ser diseccionadas una semana después anotando si se observaba o no reproducción de los nematodos en su interior.

**Ensayos de inyección.** En este ensayo, se expusieron 100 formas juveniles únicamente de la especie *Steinernema sp.* a 500, 1.000, 2.000, 5.000 y 10.000 ppm de oxamilo durante 24 horas. Posteriormente, se hicieron tres lavados de estas formas juveniles con agua bidestilada, y se inyectaron 4 formas infectivas a 10 larvas de *Galleria* para cada concentración y para el control mediante una jeringa de precisión de 10 microlitros (Fig. 5). Una vez inyectadas las larvas eran colocadas individualmente en placas de Petri a 25 °C y, al igual que el caso anterior, se observaron cada 24 horas y se diseccionaron una semana después de su muerte.



Fig. 4. Celdas utilizadas para evaluar la infectividad de los nematodos sobre larvas de *Galleria mellonella* en los ensayos en arena.

### Análisis estadísticos

En el estudio de mortalidad, las diferencias entre las medidas de los porcentajes de supervivencia en función de los parámetros considerados (especie, concentración y tiempo) se analizaron, previa transformación en arcosen de la raíz cuadrada de los citados porcentajes, mediante un Análisis de la Varianza ANOVA de medidas repetidas. Posteriormente, para observar las diferencias entre las medidas par a par se realizó un test de rango múltiple de Fisher.

En los estudios de infectividad, las diferencias entre el porcentaje de parasitismo en función de la concentración de oxamilo a la que se expusieron las formas infectivas de los nematodos, se analizaron mediante la prueba  $\chi^2$  (CROSSTABS, SPSS-PC).

## RESULTADOS

### Estudio de mortalidad

Los nematodos entomopatógenos de la especie *Heterorhabditis bacteriophora* presentan una mayor resistencia al oxamilo, alcanzando un 80% de supervivencia a la máxima concentración del producto (10.000 ppm), mientras que no se observaba ninguna

reducción de su supervivencia a concentraciones inferiores a 500 ppm (Cuadro 1 y Fig. 6A). Las formas infectivas de *Steinernema* sp. se ven ligeramente afectadas a las concentraciones menores de oxamilo (2'3% de mortalidad a 500 ppm), manteniendo una supervivencia aceptable a las mayores concentraciones (62'2% a 10000 ppm). La especie no entomopatógena, *Pelodera teres* se ve más afectada a la exposición al oxamilo que las anteriores especies. Un 26'7% de las formas infectivas mueren al ser expuestas a 500 ppm, y únicamente el 50% de los nematodos sobreviven a concentraciones superiores a 10.000 ppm. (Cuadro 1 y Fig. 6C).

La resistencia al oxamilo es significativamente diferente para las tres especies (Cuadro 2), siendo mayor en *H.bacteriophora* que en *Steinernema* sp, y ésta, a su vez, superior a la observada en *Pelodera teres* (Cuadro 3). A media que aumenta la concentración de oxamilo, disminuye significativamente la supervivencia de los nematodos (Cuadro 4).

Por lo que concierne a la influencia del tiempo de exposición al oxamilo en la supervivencia de los nematodos, como se observa en el Cuadro 1, este no parece afectar a ninguna de las 3 especies estudiadas. La mayor

mortalidad se concentra en las primeras 26 horas en todas las concentraciones, no observándose un incremento significativo de la mortalidad entre las 24 y las 96 horas de exposición (Figura 6).

El oxamilo provoca que las formas infectivas que sobreviven presenten un aspecto retorcido anormal, que no respondan a estímulos mecánicos (cuando lo hacían antes de la exposición), y que pasen de tener un movimiento sinusoidal (observable en el control) a un movimiento más lento y no coordinado. Estos efectos sub-letales se dan en las tres especies y, se ha observado que se acentúan a medida que se incrementa la concentración. Se ha visto también, que estos efectos son reversibles, y si las formas infectivas se lavan con agua bidestilada, incluso las sometidas a 10.000 ppm, recuperan la movilidad normal.

### Estudios de infectividad

Ensayos en arena. Se observa que el oxamilo no afecta a la capacidad de las formas infectivas de *Steinernema* sp (S2) de infectar a las larvas de *Galleria mellonella* en el estudio de arena, no obteniéndose diferencias significativas en la capacidad de infectividad entre las formas infectivas del control y las sometidas a las diferentes concentraciones de oxamilo ( $\chi^2= 1'63$  y  $p=0'74\%$ ) (Cuadro 5).

Se ha detectado la muerte de las larvas de *Galleria mellonella* expuestas en arena a *Steinernema* sp. (S2) entre el 1er y el 6º día de exposición (100% de las larvas parasitadas), con una mayor infectividad el 1er y 2º día (41-63% de las larvas parasitadas).

En el caso de *Heterorhabditis bacteriophora* (P4) sí se han podido observar efectos significativos en la capacidad de infectividad de las formas infectivas expuestas al oxamilo, ya que únicamente en el control se ha observado desarrollo de los nematodos en el interior de las larvas de *Galleria mellonella* (Cuadro 5).

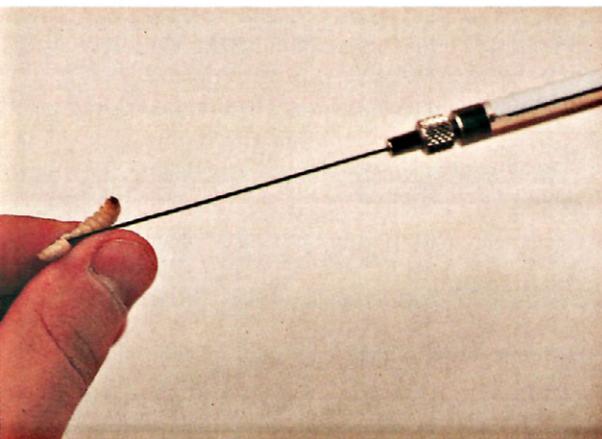
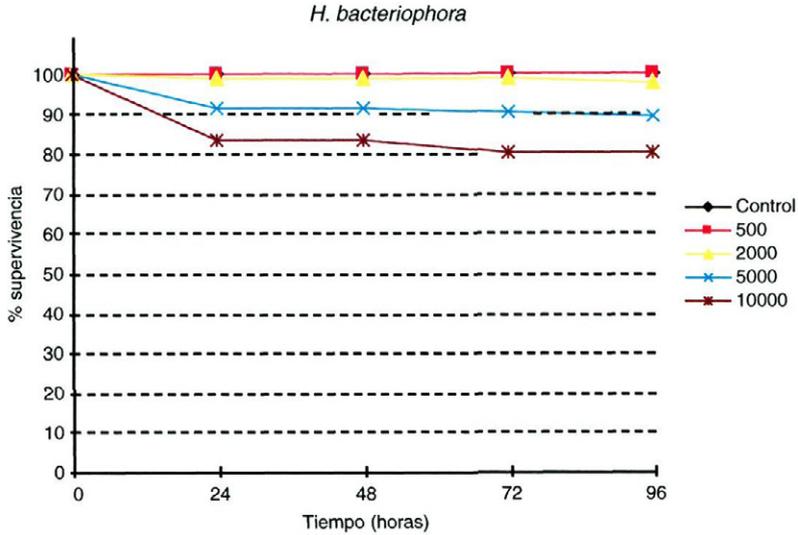


Fig. 5. Inyección de los nematodos entomopatógenos en las larvas de *Galleria mellonella*.

Fig. 6. Supervivencia de las diferentes especies de nematodos estudiadas en función de la concentración de oxamilo.

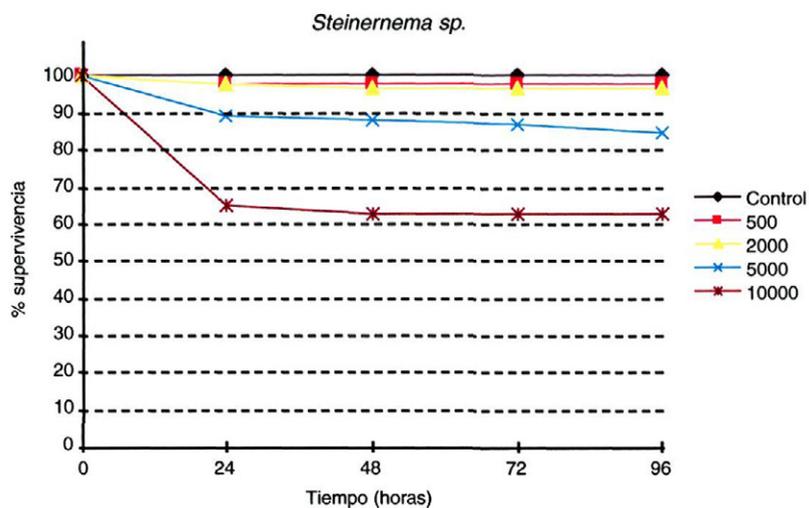


A: *Heterorhabditis bacteriophora*.

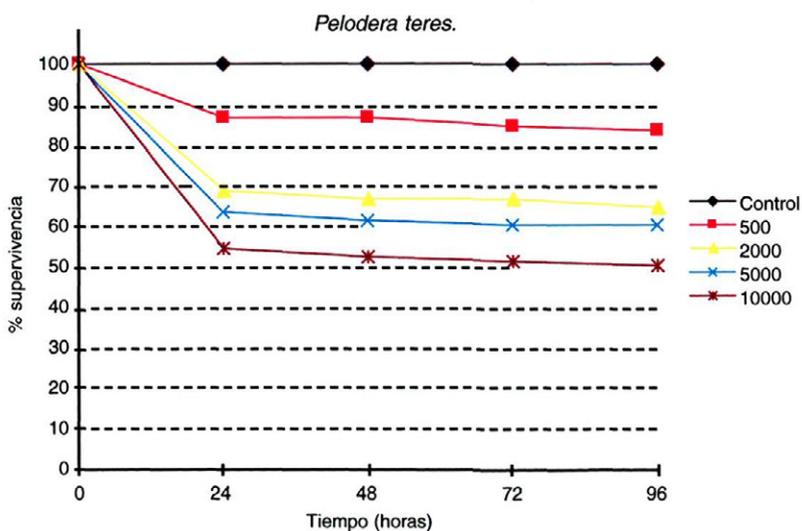
Cuadro 1. Porcentaje medio de individuos de las especies *Heterorhabditis bacteriophora* (HB), *Steinernama sp.* (S2) y *Pelodera teres* (NE) que sobreviven a la exposición de oxamilo en función de la concentración y el tiempo de exposición.

CONCENTRACIÓN.		TIEMPO DE EXPOSICIÓN (horas)			
(ppm)		24	48	72	96
Control	HB	100	100	100	100
	S2	100	100	100	100
	NE	100	100	100	100
500	HB	100	100	100	100
	S2	97'7	97'7	97'7	97'7
	NE	86'6	86'6	84'4	83'3
2.000	HB	98'8	98'8	98'8	97'7
	S2	97'7	96'6	96'6	96'6
	NE	68'8	66'6	66'6	64'4
5.000	HB	91'1	91'1	90	88'9
	S2	88'8	87'7	86'6	84'4
	NE	63'3	61'1	60	60
10.000	HB	83'3	83'3	80	80
	S2	64'4	62'2	62'2	62'2
	EN	54'4	52'2	51'1	50

Fig. 6. Supervivencia de las diferentes especies de nematodos estudiadas en función de la concentración de oxamilo.



**B: *Steinernema sp.* (grupo *glasseri*)**



**C: Nematodo bacteriófago *Pelodera teres***

**Cuadro 2. Análisis ANOVA de medidas repetidas que muestra la influencia de la especie de nematodo, la concentración y el tiempo de exposición al oxamilo en la supervivencia de los nematodos.**

FACTORES.	F-VALUE	P-VALUE
Especie	4'23E2	0'0001
Concentración	4'6E2	0'0001
Especie + concentración	41'055	0'0001
Tiempo	1'465	0'2236
Tiempo + especie	0'074	0'9985
Tiempo + concentración	0'164	0'9994
Tiempo + especie	0'066	1'0000

Los datos han sido transformados al arcosen de la raíz cuadrada del porcentaje.  
Los factores tienen influencia significativa para valores de  $p < 0,05$ .

**Cuadro 3. Supervivencia media de las formas infectivas de las tres especies de nematodos estudiadas a las 96 horas del tratamiento. Medias seguidas por la misma letra no presentan diferencias significativas, según el test de Fisher para  $p < 0,05$ .**

ESPECIE	MEDIA (%)	DES. STD.	ERROR ST.
<i>Pelodera teres</i>	73'0 a	18'488	1'378
<i>Steinernema. sp</i> (S2)	88'9 b	16'235	1'210
<i>H..bacteriophora</i> (P4)	94'1 c	8'830	0'658

**Cuadro 4. Supervivencia media de las formas infectivas de los nematodos en función de la concentración de oxamilo ensayada a las 96 horas del tratamiento. Medias seguidas por la misma letra no presentan diferencias significativas, según el test de Fisher para  $p < 0,05$ .**

CONCENTRACIÓN (ppm)	MEDIA (%)	DES. STD.	ERROR STD.
Control	100 a	0	0
500	94'3 b	7'522	0'724
2.000	87'3 c	15'550	1'496
5.000	79'5 d	15'518	1'493
10.000	65'5 e	16'541	1'592

La mortalidad de las larvas de *Galleria mellonella* por *H.bacteriophora* en la serie control, se daba a partir del 3er día de contacto entre los nematodos y la larva del insecto hospedador.

Ensayos de inyección. Los resultados de las pruebas de inyección sobre las formas infectivas de *Steinernema* sp. (S2) ponen de manifiesto que las formas infectivas que han

tenido contacto con el oxamilo, para ser inmediatamente inyectadas en las larvas del insecto hospedador, son incapaces de desarrollarse en su interior. Únicamente la serie control ha dado resultados positivos de reproducción, con un 60% de los casos en que se produjo desarrollo de las formas infectivas.

Cuadro 5. Número de larvas de *Galleria mellonella* infestadas en arena por formas infectivas de *Steinernema* sp. (S2) y *H. bacteriophora* expuestas a diversas concentraciones de oxamilo.

CONCENTRACIÓN ppm	LARVAS INFESTADAS	
	<i>Steinernema</i> sp (S2)	<i>H. bacteriophora</i>
Control	8 / 10	9 / 10
500	7 / 10	0 / 10
2.000	8 / 10	0 / 10
5.000	9 / 10	0 / 10
10.000	7 / 10	0 / 10

## DISCUSIÓN

Las formas infectivas de las especies de nematodos entomopatógenos presentan una elevada supervivencia al oxamilo, al contrario de las de la especie no entomopatógena, que son mucho más sensibles. Estas diferencias, que coinciden con el estudio realizado por Fedorko *et al.* (1977) se pueden justificar por diversos motivos. En primer lugar, las formas infectivas de *Steinernema* sp. y de *H.bacteriophora* son formas de resistencia y no se alimentan hasta parasitar al hospedador, presentando el ano y la boca cerrados. En cambio, con *Pelodera teres* se ha experimentado con formas juveniles que sí presentan la boca y el ano abiertos al tener que alimentarse en el medio, por lo que, además de por contacto, el plaguicida puede actuar por ingestión.

Además, hay que tener en cuenta que las dos especies entomopatógenas presentan, a diferencia de *Pelodera teres*, una doble cutícula, que da al nematodo una mayor protección ante la exposición a un tóxico (Timper *et al.*, 1991). Entre las dos especies entomo-

patógenas, se observa que *H.bacteriophora* era ligeramente más resistente que *Steinernema* sp. Timper y Kaya (1989) observaron que *H.bacteriophora* tiene una capacidad de mantener la doble cutícula muy superior a diferentes especies del género *Steinernema*. De esta forma, el porcentaje de formas infectivas de *H.bacteriophora* con doble cutícula es superior al de *Steinernema* sp., lo que podría explicar las diferencias en la supervivencia de las dos especies.

En nuestro estudio queda muy clara la relación existente entre la concentración de oxamilo y el efecto sobre los nematodos. Al igual que observaron Fedorko *et al.* (1977), Hara y Kaya (1982 y 1983), Rovesti y Deseo (1990), Gauger y Campbell (1991) y Patel y Wright (1996) a mayor concentración de oxamilo se observa un mayor efecto en la mortalidad para todas las especies.

Las especies entomopatógenas analizadas en nuestro estudio presentan un menor efecto al oxamilo que el detectado por otros autores en otras especies del género *Steinernema*. De esta forma, Fedorko *et al.* (1977) observó una CL50 del oxamilo a las 24

horas sobre *Steinernema carpocapsae* de 5000 ppm. Igualmente, Hara y Kaya (1983), después de analizar los efectos de los 75 pesticidas sobre *Steinernema carpocapsae*, concluyeron que, aunque el oxamilo era de los menos tóxicos, provocaba resultados de mortalidad significativos a concentraciones superiores a 1.000 ppm. En nuestro estudio, para *Steinernema* sp. se obtuvo una supervivencia a las 24 horas del 88'8% a 5.000 ppm y del 64'4% a 10.000 ppm, no observándose una mortalidad significativa a concentraciones de 1.000 ppm. Estas diferencias pueden ser debidas a que no se utilizaron las mismas especies. La cepa S2 de *Steinernema* sp. Utilizada en nuestro estudio presenta aproximadamente el doble de tamaño que *Steinernema carpocapsae* (1.000-1.200  $\mu\text{m}$  por 500-600  $\mu\text{m}$  del último), por lo que *Steinernema* sp. tiene una menor superficie de contacto respecto a su volumen y, por tanto, una mayor capacidad de metabolización del producto, lo que podría explicar que sea mucho menos sensible a la exposición que *Steinernema carpocapsae*.

Según un estudio de Gauger y Campbell (1991) sobre diferentes especies de nematodos entomopatógenos, a partir de las 50 ppm, el oxamilo pasa de ser activador del movimiento de las formas infectivas a inhibirlo, produciendo parálisis e incoordinación, tal y como observamos en nuestro estudio a concentraciones superiores a 500 ppm.

Observamos que si las formas infectivas que presentaban estos movimientos incoordinados eran lavadas con agua bidestilada durante unos minutos, la mayoría de ellas, incluso las que habían estado sometidas a las concentraciones más elevadas, recuperaban su movimiento inicial. Consideramos que esta recuperación es debida a que, algunos pesticidas, como es el caso de los carbamatos tienen efectos reversibles, recuperando su movilidad e infectividad mediante un lavado con agua o su colocación en tierra (Fedoroko *et al.*, 1977 ; Hara y Kaya, 1983 y Rovesti y Deseo, 1988).

En el presente estudio se observó que el oxamilo producía un efecto de choque sobre

las formas infectivas de las especies estudiadas, concentrándose la mortalidad en las primeras 24 horas para mantenerse después prácticamente constante. Este efecto es contrario a los resultados de Fedoroko *et al.* (1977) y Hara y Kaya (1983) que observaron en estudios sobre la compatibilidad entre diversos plaguicidas y el nematodo entomopatógeno *Steinernema carpocapsae*, que la mortalidad de los juveniles se incrementa con el tiempo de exposición al oxamilo.

Los estudios de infectividad de las larvas del lepidóptero *Galleria mellonella* en arena, nos muestran que las formas infectivas de *Steinernema* sp., previamente expuestas a diversas concentraciones del oxamilo, mantienen su capacidad de infectar a las larvas de *Galleria*, sin tener la concentración de oxamilo una influencia significativa en los resultados.

Las formas infectivas de la familia Steinernematidae presentan una doble cutícula, pero tienen una gran facilidad de perder la cutícula externa al entrar en contacto con la arena, debido al rozamiento físico (Timper y Kaya, 1989 ; Timper *et al.*, 1991).

También se ha podido comprobar que el lavado con agua de las formas infectivas recupera su movilidad inicial, lo que le puede facilitar la localización del hospedador.

Por estos hechos, consideramos que *Steinernema* sp. mantiene su capacidad infectiva sobre las larvas de *Galleria mellonella*, debido a la eliminación del oxamilo de la superficie del nematodo a causa de la pérdida de la cutícula externa del segundo estado larvario. Esta pérdida se habría producido durante los desplazamientos de los nematodos por la arena en busca del hospedador, provocando que las formas infectivas se viesen liberadas de la exposición al oxamilo, lo que les permitiría parasitar a las larvas del insecto.

La inyección en las larvas de *Galleria mellonella* de las formas infectivas del nematodo *Steinernema* sp. sometidas a diferentes concentraciones de oxamilo, impide el desarrollo y reproducción de estos nema-

todos. A pesar de que las formas infectivas habían sido lavadas con agua antes de la inyección, este lavado no parece haber sido suficiente para evitar los efectos del oxamilo. Las formas infectivas inyectadas mantienen la doble cutícula, al no haberse podido desprender de la cutícula exterior, siendo en esta cutícula externa donde se encuentran adheridos los restos del oxamilo que impiden el desarrollo y la reproducción de los nematodos en el interior del hospedador.

Las formas infectivas de *Heterorhabditis bacteriophora* expuestas al oxamilo, aunque penetran en el interior de la larva de *Galleria* y le producen la muerte, son incapaces de reproducirse en su interior. Según el estudio realizado por Timper *et al.* (1991), las formas infectivas de *H. bacteriophora* sólo

pierden la cutícula exterior si se somete a los nematodos a hipoclorito sódico, no observándose la pérdida por rozamiento con la arena. Este hecho podría explicar los resultados obtenidos, ya que el producto químico adherido evitaría la capacidad de las formas infectivas de esta especie de reproducirse.

Considerando las concentraciones actuales de aplicación en campo (entre 500 y 2.000 ppm), podemos afirmar que es factible el uso conjunto de las especies de nematodos entomopatógenos estudiadas y el oxamilo. Estos resultados aportan nuevos datos sobre la gran potencialidad que tienen estos nematodos para su utilización conjunta con productos fitosanitarios en Programas de Control Integrado de Plagas.

#### ABSTRACT

The viability of using entomopathogenic nematodes and oxamyl was studied to see if it is possible to use both in an integrated pest management system. The behaviour and infectivity of the infective juveniles (IJs) of two species of entomopathogenic nematodes, *Steinernema* sp strain S2 (*glasseri* group) and *Heterorhabditis bacteriophora* (strain P4), were determined after exposure to the insecticide-acaricide-nematicide oxamyl, comparing the results with the non-entomopathogenic species *Pelodera teres*. Both entomopathogenic species were strongly more resistant than the non-entomopathogenic one, showing a very low mortality rate, specially *Heterorhabditis bacteriophora*. The importance of the second-stage cuticle of the infective juveniles to resist to oxamyl exposure and to maintain their infective pathogenicity was asserted. Taking into account the results and the concentration in which oxamyl is actually used on fields, it was concluded that it is possible to combine both treatments

#### REFERENCIAS

- DUTKY, S., 1974: Nematode parasites. *Proceedings of the Summer Institute on biological Control of Plant Insects and Diseases*. University Press of Mississippi. Jackson. pp. 576-590.
- DUTKY, S., J. THOMPSON, y G. CANTWELL, 1964: A technique for mass propagation of the DD-136 nematode. *J. Insect Pathol.*, **6**: 417-422.
- FEDORKO, A., A. KAMIONEK, J. KOZLOWSKA, y E. MIAOWSKA, 1977: The effect of vydate-oxamyl on nematodes of different ecological groups. *Polish Ecological Studies*, **3**(2): 89-93.
- GAUGLER, R. y J. CAMPBELL, 1991: Behavioural response of the entomopathogenic nematodes *Steinernema carpocapsae* i *Heterorhabditis bacteriophora* to oxamyl. *Applied Biology*, **119**: 131-138.
- HARA, A. H. y H. K. KAYA, 1982: Effect of selectes insecticides on the in vitro development of the entomogenous nematodes *Neoalectana carpocapsae*. *Journal of Nematology*, **14** (4):486-491.
- HARA, A. H. y H. K. KAYA, 1983: Toxicity of selected organophosphate and carbamate pesticides to infective juveniles of the entomogenous nematode *Neoalectana carpocapsae*. *Environmental Entomology*, **12**: 496-501.
- ISHIBASHI, N. y S. TAKII, 1993: Effects of insecticides on movement, nictation and infectivity of *Steinernema carpocapsae*. *Journal of Nematology*, **25**: 204-213.
- KAYA, H., T. BURLANDO, y G. THURSTON, 1993: Two entomopathogenic nematode species with different search strategies for insect suppression. *Environ. Entomol.*, **22**: 859-864.

- LEVY, R. y W. MILLER, 1977: Susceptibility of the mosquito nematode *Romanomermis culvivorax* (Mermithidae) to pesticides and growth regulators. *Environ. Entomol.*, **6**: 447-448.
- PATEL, M. N. y D. J. WRIGHT, 1996: The influence of neuroactive pesticides on the behaviour of entomopathogenic nematodes. *Journal of Helminthology*, **70**: 53-61.
- PRAKASA RAO, P. S., P. K. DAS y G. PADHI, 1975: Note on compatibility of DD-136 (*Neoplectana dutkyi*), an insect parasitic nematode, with some insecticides and fertilisers. *Indian J. Agric. Sci.*, **45**: 275-277.
- ROVESTI, L., E. W. HEINZPETER, F. TAGLIENTE, y K. V. DESEO, 1988: Compatibility of pesticides with the entomopathogenic nematode *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar. *Nematologica*, **34**: 462-476.
- ROVESTI, L. y K. V. DESEO, 1990: Compatibility of chemical pesticides with the entomopathogenic nematodes, *Steinernema carpocapsae* Weiser and *S.feltiae* Filipjev. *Nematologica*, **36**: 237-245.
- TIMPER, P. y H. K. KAYA, 1989: Role of the Second-Stage Cuticle of Entomogenous Nematodes in Preventing Infection by Nematophagous Fungi. *J. of Invertebrate Pathology*, **54**: 314-321.
- TIMPER, P., H. K. KAYA, y B. JAFFEE, 1991: Survival of Entomogenous Nematodes in Soil Infested with the Nematode-Parasitic Fungus *Hirsutella rhossiliensis* (Deuteromycotina : Hyphomycetes). *Biological Control*, **1**: 42-50.
- WELCH, H., 1971: Various target species : attempts with DD-136. En : Biological Control Programmes against Insects and Weeds. *Tech. Comm., CIBC* **4**: 62-66.
- ZHANG, L., T. SHONO, S. YAMANAKA, y H. TANABE, 1994: Effects of insecticides on the entomopathogenic nematode *Steinernema carpocapsae* Weiser. *Applied Entomology and Zoology*, **29**: 539-547.

(Recepción: 14 junio 2000)

(Aceptación: 5 septiembre 2000)