

# Evaluación de nematicidas y de métodos de aplicación en el combate de nematodos fitoparásitos y en la producción y calidad de la lechuga\*1/ ————— JOSE MATTEY F, ROGER LOPEZ CH\*\*

## ABSTRACT

The effects of the nematicides fenamifos (5 kg ai/ha), fensulfotbion (5 kg ai/ha), ethoprop (10 kg ai/ha), aldicarb (10 kg ai/ha) and two commercial formulations of carbofuran (6 kg ai/ha), applied either broadcast or in 10 cm wide bands, on the yield and quality of lettuce, cv. 'White Boston', were studied on a sandy-clay-loam soil, infested with 14 and 58 specimens of *Meloidogyne hapla* and *Helicotylenchus* sp./100 ml, respectively. No significant differences were found between nematicides and the control, or between the two application methods, on the yield and diameter of the heads. One of the formulations of carbofuran (Furadan) significantly increased the percentage of first grade heads as compared with ethoprop and fensulfotbion; the inverse was true regarding the second grade heads. All nematicides significantly reduced the number of knots/roots system caused by *M. hapla*. The soil populations of this species were not affected by any of the treatments, but there were some significant differences among nematicides on the *Helicotylenchus* sp. population, 43 days after transplanting.

## Introducción

EN COSTA RICA la producción de lechuga (*Lactuca sativa* L.) está concentrada en el Valle de El Guarco, provincia de Cartago, en un área donde es frecuente encontrar sembradíos en que se presenta la enfermedad de los nódulos radicales causados por *Meloidogyne hapla* Chitwood, 1949. Esta enfermedad ha causado daños de gran importancia económica en otros países, lo que ha motivado el que se le combatiera mediante la aplicación de productos químicos (5, 7, 11). En vista de la carencia de información en nuestro país sobre varios aspectos relacionados con este problema, se llevó a cabo esta investigación, que tuvo como objetivos el evaluar el efecto de seis nematicidas sobre la producción y calidad de la lechuga, así como sobre las poblaciones de *M. hapla* y *Helicotylenchus* sp. También se trató de evaluar el posible efecto de dos métodos de aplicación de los nematicidas, vg., en bandas o sobre toda el área, ya que estos métodos podrían afectar la eficacia de los productos.

## Materiales y métodos

Durante el inicio de la estación lluviosa de 1977 se realizó un ensayo en el área de Tejar de El Guarco, provincia de Cartago, en un suelo franco arcilloso-arenoso infestado con una población media de 58 y 14 especímenes de *Helicotylenchus* sp. y *M. hapla*/100 ml de suelo, respectivamente. Esta área tiene una temperatura promedio de 19 C, una altitud de 1377 m.s.n.m., y una precipitación anual promedio de 1502 mm.

Se evaluaron los nematicidas granulados fenamifos (Nemacur, 5 kg ia/ha), fensulfotbion (Terracur P, 5 kg ia/ha), ethoprop (Mocap, 10 kg ia/ha), aldicarb (Temik, 10 kg ia/ha) y carbofuran (en dos formulaciones comerciales conocidas como Furadan y Curater\*, 6 kg ia/ha); además, se dejó un testigo al que no se le aplicó nematicida alguno. Todos los productos se aplicaron dos días antes del trasplante en dos métodos, a saber: a) distribuidos uniformemente sobre toda el área (al voleo), y b) en bandas de 10 cm de ancho, al centro de las cuales se sembraron posteriormente las plántulas (en bandas); en ambos casos los productos

\* Recibido para publicación 17 de marzo de 1978

1/ Parte de una tesis presentada por el primer autor ante la Escuela de Fitotecnia de la Universidad de Costa Rica como requisito parcial para optar al grado de Ingeniero Agrónomo.

\*\* Laboratorio de Nematología, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

\* Para efectos de este trabajo se denominará como carbofuran F al Furadan, y como carbofuran C al Curater, respectivamente.

fueron incorporados a 10 cm de profundidad. Se utilizó un diseño de parcelas divididas con cinco repeticiones, en el que los nematocidas fueron las parcelas pequeñas y los métodos de aplicación las parcelas grandes. En cada parcela pequeña se sembraron 50 plántulas de cultivar 'White Boston' de 40 días de edad, a 20 cm entre sí; las 24 plantas centrales constituyeron la parcela efectiva, mientras que las 26 restantes formaron los bordes.

Se hicieron tres muestreos para cuantificar las poblaciones de nematodos, el primero dos días antes y el segundo 28 días después del trasplante; el tercero se hizo seis días después de la cosecha. En cada parcela se tomó suelo de cinco puntos previamente seleccionados hasta obtener 500 ml; éstos se cuartearon en el laboratorio y se tomó una submuestra de 100 ml, la que se procesó por el método de cernido y centrifugación en solución azucarada (2). Los nematodos recuperados se pasaron a un vaso de precipitación con 50 ml de agua, y la suspensión se homogeneizó con un inyector de burbujas de aire por 30 segundos; luego se extrajo una alícuota de 10 ml y se colocó en un recipiente graduado; los conteos se hicieron al microscopio estereoscópico, usando un aumento de 45 X.

La fertilización y otras prácticas de cultivo fueron las usuales de esta zona.

Treinta y ocho días después del trasplante se colectaron las cabezas de lechuga, se midió su diámetro y se anotó su peso en forma individual; las cabezas se clasificaron en dos categorías: A) primera, o cabezas

con un peso mayor o igual a 115 g o una relación peso (onzas)/diámetro mayor de 0,5; B) segunda, o cabeza con un peso menor de 115 g o una relación peso/diámetro menor de 0,5. Posteriormente se determinó el porcentaje de cada categoría para cada parcela.

Se tomaron al azar seis sistemas radicales de cada parcela y se contó el número de nódulos causados por *M. bapla*, luego se calculó el número promedio/sistema radical. En el caso de los porcentajes de cada categoría, los datos originales se sometieron a la transformación angular antes de ser analizados; los datos de las poblaciones de *M. bapla* en el segundo y tercer muestreos sufrieron la transformación de  $(X+1)^{1/2}$ . El análisis estadístico para cada variable evaluada se hizo en la computadora del Centro de Informática de la Universidad de Costa Rica. En todos los casos se utilizó la prueba de amplitud múltiple de Duncan para comparar entre sí los promedios de los tratamientos para cada parámetro.

### Resultados

En el Cuadro 1 se presentan los promedios de rendimiento, diámetro de las cabezas y porcentajes de primera y segunda categoría para cada tratamiento. No hubo diferencias significativas entre los dos métodos de aplicación en el peso, diámetro y porcentajes de cabezas de cada categoría; tampoco se encontraron diferencias significativas entre nematocidas en el peso y diámetro de las cabezas; el carbofuran F aumentó significativamente el porcentaje de lechugas de primera, en

Cuadro 1.—Efecto de varios nematocidas y dos métodos de aplicación en el rendimiento y calidad de lechuga, cv 'White Boston', en la región de Tejar de El Guarco

Método de aplicación	Peso promedio g/cabeza	Peso total kg/ha	Diámetro cm	Categoría (%) *	
				Primera	Segunda
En banda	139,7 a **	25841,8 a	8,7 a	60,5 a	39,1 a
Al voleo	142,8 a	25304,2 a	8,9 a	63,4 a	36,6 a
Nematocidas					
Carbofuran C	144,8 a	26475,8 a	9,1 a	61,5 ab	38,5 ab
Carbofuran F	150,4 a	26549,0 a	9,0 a	69,4	30,6 b
Ethoprop	133,0 a	24659,4 a	8,4 a	59,4 b	40,6 a
Fenamifos	146,5 a	28179,2 a	8,8 a	68,2 ab	31,8 a
Aldicarb	136,7 a	23616,7 a	8,7 a	61,9 ab	38,1 ab
Fensulfothion	138,9 a	24647,9 a	8,8 a	59,4 b	40,6 ab
Testigo	138,6 a	24893,8 a	8,7 a	61,1 ab	38,9 ab

\* Primera: plantas de 115 g o más g. con una relación peso (onzas)/diámetro mayor de 0,5. Segunda: plantas de menos de 115 g o plantas con relación peso (onzas)/diámetro menor de 0,5.

\*\* Promedio de cinco repeticiones. Promedios de una misma variable seguidos por la misma letra, no difieren significativamente entre sí de acuerdo con los resultados de la prueba de amplitud múltiple de Duncan ( $P = 0,05$ ).

Cuadro 2.—Efecto de varios nematicidas y dos métodos de aplicación sobre las poblaciones de *Helicotylenchus* sp y las poblaciones y número de nódulos radicales causados por *Meloidogyne hapla* en lechuga, cv 'White Boston'.

Método de aplicación	Nemátodos/100 ml de suelo						Número de nódulos radicales
	Helicotylenchus sp Días después trasplante			Meloidogyne hapla Días después trasplante			
	0	30	45	0	30	45	
En banda	62,6 a*	73,9 a	115,9 a	28,7 a	2,8 a	1,1 a	0,6 a
Al voleo	50,3 a	76,0 a	106,0 a	24,3 a	1,9 a	1,1 a	0,6 a
Nematicidas							
Carbofuran C	44,0 bc	60,5 a	86,0 a	25,0 ab	1,7 a	1,7 a	0,2 a
Carbofuran F	68,5 ab	79,0 a	69,0 a	25,0 ab	3,2 a	0,3 a	0,4 a
Ethoprop	82,0 a	71,0 a	96,0 a	50,0 a	4,3 a	1,0 a	0,3 a
Fenamifos	58,5 abc	89,5 a	118,5 ab	30,0 ab	1,3 a	96,0 a	0,4 a
Aldicarb	30,0 c	46,0 a	78,5 a	21,0 b	1,7 a	1,2 a	0,5 a
Fensulfothion	64,5 abc	78,5 a	180,0 c	24,0 ab	2,3 a	2,2 a	0,4 a
Testigo	47,5 bs	97,0 a	148,5 bc	10,0 b	2,4 a	2,2 a	1,4 a

\* Promedio de cinco repeticiones. Promedios en una misma columna, seguidos por una misma letra, no difieren significativamente entre sí, de acuerdo con los resultados de la prueba de amplitud múltiple de Duncan ( $P = 0.05$ ).

comparación con el ethoprop y el fensulfothion, y una situación inversa se presentó en el caso de lechugas de segunda.

El número promedio de larvas de *M. hapla* y especímenes de *Helicotylenchus* sp. en cada muestreo, y de nódulos radicales causados por *M. hapla* al momento de la cosecha, para cada tratamiento, se presentan en el Cuadro 2. En el primer muestreo se observó que el número de larvas de *M. hapla* en parcelas tratadas con ethoprop fue significativamente mayor que en las parcelas testigo y en las tratadas con aldicarb. En el segundo y tercer muestreo no se encontraron diferencias significativas entre nematicidas en el número de larvas, pero todos los productos redujeron significativamente el número de nódulos/sistema radical; sin embargo, esta reducción fue de poca cuantía. No hubo diferencias significativas entre los dos métodos de aplicación en el número de larvas en los tres muestreos, o en el número de nódulos/sistema radical.

El número de *Helicotylenchus* sp. en el primer muestreo fue significativamente mayor en parcelas tratadas con ethoprop que en las tratadas con carbofuran C, aldicarb o las testigo; en el segundo muestreo no hubo diferencias significativas entre nematicidas, mientras que en el tercero se encontró que el fensulfothion causó un incremento significativo en comparación con los demás nematicidas. Los métodos de aplicación no tuvieron efecto alguno sobre las poblaciones de este nematodo, en ninguno de los tres muestreos.

### Discusión

El análisis de los resultados indicó que las densidades iniciales de las dos especies de nematodos no causaron alteraciones apreciables en el desarrollo de los testigos, lo cual podrían explicar el que no hubo diferencias apreciables en rendimiento entre las parcelas tratadas y las no tratadas, o entre los dos métodos de aplicación de los nematicidas. Se sabe que *Helicotylenchus* spp., aún en poblaciones muy altas, se comporta generalmente como un patógeno débil (6), mientras que se requiere una población de 200 larvas de *M. hapla*/kg de suelo para que la lechuga se vea afectada (7); estas observaciones parecen confirmarse en el presente estudio.

En apariencia, la textura y humedad del suelo eran favorables para el ataque de *M. hapla* (8, 10), mientras que la temperatura no lo era, ya que ésta fue de 19,8 C como promedio, y algunas observaciones previas (12, 13, 14) han indicado que la temperatura óptima para esta especie es 24 C, y que temperaturas inferiores tienden a disminuir el daño causado en lechuga, así como el desarrollo y reproducción de *M. hapla*.

Las poblaciones de larvas de *M. hapla* en el suelo se redujeron tanto en las parcelas tratadas como en las no tratadas, lo que podría atribuirse a que éstas invadieron las raíces; estos resultados concuerdan con

los obtenidos por otros autores (5). Por otra parte, la reducción en las parcelas tratadas también pudo haber sido causada por los nematicidas, ya que aún cuando las poblaciones iniciales eran mayores que en los testigos el número de nódulos/sistemas radical fue menor.

El comportamiento de las poblaciones de *Helicotylenchus* sp fue inverso al de las poblaciones de *M. hapla*, toda vez que su densidad aumentó tanto en las parcelas tratadas como en las testigo; algo similar (3) se ha observado en suelos tratados con fumigantes, y ha sido atribuido a una menor competencia con otros organismos, un mejor desarrollo de las plantas, lo cual aumenta la disponibilidad de alimento, y a una reducción de los enemigos naturales. Otras observaciones (1, 4, 9) han demostrado que las poblaciones de *Helicotylenchus* spp. no responden en forma predecible a la aplicación de nematicidas; en este estudio el incremento de las poblaciones iniciales pudo ser causado por un lavado rápido de los nematicidas lo que les permitió reestablecerse y aumentar posteriormente sus densidades; también podría ser que las dosis utilizadas no los afectaron.

Finalmente, es interesante hacer notar que, pese a la mayor concentración de los productos en la rizosfera de lechuga cuando fueron aplicados en bandas que cuando lo fueron al voleo, no se observó síntoma alguno de toxicidad, lo que parece indicar que el uso de uno u otro método dependería, en gran parte, de las ventajas prácticas que presente cada uno de ellos para los agricultores.

#### Resumen

En un suelo de textura franco-arcilloso-arenoso, infestado con 14 y 58 especímenes de *Meloidogyne hapla* y *Helicotylenchus* sp/100 ml, respectivamente, se evaluó el efecto de los nematicidas fenamifos (5 kg ia/ha), fensulfothion (5 kg ia/ha), ethoprop (10 kg ia/ha), aldicarb (10 kg ia/ha) y carbofuran en dos formulaciones comerciales (6 kg ia/ha), aplicados en bandas o sobre toda el área, sobre el rendimiento y calidad de la lechuga, cv 'White Boston'. No hubo diferencias significativas entre los nematicidas y el testigo, o entre los dos métodos de aplicación, en el peso y diámetro de las cabezas. Una de las formulaciones de carbofuran (Furadan) incrementó significativamente el porcentaje de cabezas de primera, en comparación con el ethoprop y el fensulfothion; una situación inversa se presentó con las cabezas de segunda. Todos los productos redujeron significativamente el número de nódulos/sistema radical causados por *M. hapla*. Las poblaciones de esta especie en el suelo no fueron afectadas significativamente por los diversos tratamientos, mientras que con las poblaciones de *Helicotylenchus* sp se observaron algunas diferencias significativas entre nematicidas, 43 días después del trasplante.

#### Literatura citada

- 1 BIRCHFIELD, W y MARTIN, W J. Sweet potato (*Ipomoea batatas* 'Centenial') Spiral nematode; *Helicotylenchus* sp. Efficacy of several nematicides in controlling parasitic nematodes on sweet potato. Fungicide and Nematicide Tests, Results of 1976 32: 223 1977.
- 2 CAVENESS, F.E y JENSEN, H.J. Modifications of the centrifugal flotation technique for the isolation and concentration of nematodes and their eggs from soil and plant tissue. Proceedings of the Helminthological Society of Washington 22 (1): 87-89 1955.
- 3 HARRISON, M.B. Influence of nematocidal treatments on nematode population. Phytopathology 57: 650-652 1967.
- 4 MARTIN, W J y BIRCHFIELD, W. Sweet potato (*Ipomoea batatas* Centenial) Reniform nematode, *Rotylenchulus reniformis*. Spiral nematode; *Helicotylenchus dibyteri*. Control of reniform and spiral nematodes on sweet potatoes. Fungicide and Nematicide Tests, Results of 1976 32:221. 1977.
- 5 OLIHOFF, I.H.A. y POTTER, J.W. Relationship between population densities of *Meloidogyne hapla* and crop losses in summer maturing vegetables in Ontario. Phytopathology 62:981-986 1972.
- 6 PINOCHET, J., RASKI, D.J. y JONES, N.O. Effects of *Helicotylenchus pseudorobustus* on Thompson seedless grape. Plant Disease Reporter 60: 528-529. 1976.
- 7 POTTER, J.W. y OLIHOFF, I.H.A. Yield losses in fall maturing vegetables relative to population densities of *Pratylenchus penetrans* and *Meloidogyne hapla*. Phytopathology 64: 1072-1077 1974.
- 8 SLEETH, B y REYNOLDS, H.W. Root-knot nematodes infestation as influenced by soil texture. Soil Science 80: 459-461 1955.
- 9 STURGEON, R.V., Jr y PRATT, P.W. Bentgrass (*Agrostis* sp.) Spiral nematode (*Helicotylenchus* sp.). Fungicide and Nematicide Tests, Results of 1972 28: 161. 1973.
- 10 VAN GUNDY, S.D. Ecology of root knot nematodes. In Proceedings of the Research Planning Conference on root-knot nematodes, *Meloidogyne* spp. International Meloidogyne Project. Raleigh, North Carolina State University. 1976 pp. 64-74.
- 11 WONG, T.K., HARPER, F.C. y MAI, W.F. Soil fumigation for controlling root-knot of lettuce on organic soil. Plant Disease Reporter 54: 368-370. 1970.
- 12 ————— y MAI, W.F. Effect of temperature on growth, development and reproduction of *Meloidogyne hapla* in lettuce. Journal of Nematology 5: 139-142 1973.
- 13 ————— y MAI, W.F. *Meloidogyne hapla* in organic soil: effects of environment on hatch, movement and root invasion. Journal of Nematology 5: 130-138 1973.
- 14 ————— y MAI, W.F. Pathogenicity of *Meloidogyne hapla* to lettuce as affected by inoculum level, plant age at inoculation and temperature. Journal of Nematology 5: 126-129 1973.