

RESPUESTA DEL TABACO ESTUFADO A LA APLICACION DE NEMATOCIDAS [RESPONSE OF FLUE CURED TOBACCO TO APPLICATION OF NEMATOCIDES], Martín A. Carrillo A. y Róger López Ch., Laboratorio de Nematología, Escuela de Fitotecnia, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

Aceptado:

27.VII.1979

Accepted:

RESUMEN

En Pérez Zeledón, Costa Rica, se evaluó el efecto de aldicarb, fensulfotion, phenamiphos, dos formulaciones de carbofurán, dos de ethoprop y dos tratamientos con oxamyl (el primero consistió en dos aspersiones al follaje, y el segundo en la inmersión de las raíces en una solución durante 10 min, inmediatamente antes del trasplante), en dosis de 5, 4, 5, 6, 6, 7, 7, 0,65 kg ia/ha, y 1500 ppm i.a., respectivamente, sobre el rendimiento y otras variables del tabaco estufado, cv. Speight G-28. No se encontró diferencia significativa alguna entre los tratamientos nematocidas y el testigo en el rendimiento, la calidad y el ingreso bruto, aunque se obtuvo una ganancia neta considerable con una de las formulaciones del carbofurán (Furadan) y el fensulfotion. Algunos productos causaron una reducción significativa del índice de nódulos radicales incitados por *Meloidogyne incognita*, y de las poblaciones de éste y otros nematodos en el suelo.

Claves: Nicotiana tabacum, combate de nematodos, nematodos noduladores.

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 Ing. Agrónomo.

INTRODUCCION

El tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) es la principal fuente de ingresos para más de mil familias costarricenses, las que alternan esta actividad con otros cultivos como el maíz y el arroz. De acuerdo con una investigación reciente (3), la enfermedad de los nódulos radicales, causada por nematodos del género *Meloidogyne* Goeldi, 1887, es la más importante en las cuatro principales zonas productoras costarricenses. El uso de productos químicos para combatir nematodos en tabaco estufado es una práctica generalizada en algunos países (5, 8, 9) donde se han obtenido incrementos notables en el rendimiento mediante su aplicación. En nuestro país no existían datos que demostraran el efecto beneficioso de la aplicación de nematocidas en tabaco estufado, lo que motivó esta investigación, que tuvo como objetivo evaluar el efecto de nueve tratamientos nematocidas sobre el rendimiento, la calidad y el ingreso bruto del tabaco estufado, así como sobre las poblaciones de nematodos y la severidad de su ataque.

MATERIALES Y METODOS

Se plantó un ensayo en Peñas Blancas de Pérez Zeledón, provincia de San José, Costa Rica. Esta área tiene una altitud de 590 m.s.n.m., precipitación anual de 1784

mm y temperatura media de 24 C. El suelo es de origen aluvial, textura francoarenosa, topografía plana, pH 5,1, con 6,7% de materia orgánica y estaba infestado con *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White, 1919) Chitwood, 1949.

Se utilizó una distancia de 1,45 m entre hileras y 0,41 m entre plantas. Cada parcela incluía cuatro hileras de siembra con 14 plantas del cultivar 'Speight G-28' cada una. La parcela útil estuvo constituida por las ocho plantas centrales de cada una de las hileras centrales en cada parcela total.

Se evaluaron nueve tratamientos nematocidas y un testigo, distribuidos en diseño de bloques al azar con cinco repeticiones. Los productos evaluados fueron phenamiphos (5 kg ia/ha), aldicarb (5 kg ia/ha), ethoprop, en formulaciones líquida y granulada (7 kg ia/ha, ambas), fensulfothion (4 kg ia/ha) y carbofurán, en dos presentaciones comerciales* (Furadan y Curater, 6 kg ia/ha, ambas). También se evaluó dos tratamientos con oxamyl, uno de los cuales consistió en asperjar dos veces el producto (0,65 kg ia/ha) al follaje de las plantas, seis y 13 días después del trasplante (oxamyl (aspersión)), mientras que el otro consistió en sumergir las raíces de las plantas en una solución de 1500 ppm de ia durante 10 min, inmediatamente antes de su trasplante (oxamyl (inmersión)). Los productos granulados se distribuyeron sobre las hileras de siembra en bandas de 0,50 m de ancho, inmediatamente antes del trasplante; la formulación líquida de ethoprop se aplicó sobre las hileras con una regadera de mano, previa dilución en agua.

Se hicieron tres muestreos de suelo para determinar la variación cronológica de *M. incognita* y otros nematodos en el suelo, el primero un día antes de la aplicación de los tratamientos nematocidas, y el segundo y tercero 45 y 112 días después del trasplante, respectivamente. En cada parcela se tomó suelo de seis puntos; en el laboratorio se procesó una submuestra de 100 cm³ por el método de cernido y centrifugación en solución azucarada (1). Se hizo una evaluación del índice de nódulos radicales 45 y 112 días después del trasplante; en cada caso se tomaron al azar seis plantas de cada parcela y se les asignó un valor de acuerdo con la siguiente escala: 0 = sin nódulos; 1 = 1-25%; 2 = 26-50%; 3 = 51-75%; y 4 = 76-100% de raíces con nódulos; luego se determinó el valor promedio para cada parcela y tratamiento.

Los datos obtenidos en los recuentos de nemátodos se transformaron mediante la fórmula $(x + 0,5) \frac{1}{2}$ para su análisis estadístico.

RESULTADOS

Los resultados de rendimiento, calidad, ingreso bruto y otras variables se presentan en el Cuadro 1. No hubo diferencias significativas entre tratamientos en el rendimiento, la calidad o el ingreso bruto. Los resultados del análisis económico indicaron que el phenamiphos y los dos tratamientos con oxamyl produjeron pérdidas apreciables; los demás productos si aumentaron el ingreso bruto en comparación con el testigo, destacándose en este sentido el carbofurán F, el que fue seguido por el fensulfothion. La relación beneficio/costo fue negativa en el caso del phenamiphos y los dos tratamientos con oxamyl, mientras que el valor más alto de este cociente fue obtenido con el carbofurán F.

En el Cuadro 2 se presentan los valores promedios del índice de nódulos radicales causados por *M. incognita*, y los de las densidades de nematodos en el suelo. En la primera evaluación se encontró que en las parcelas testigo el índice de nódulos fue significativamente mayor que en las parcelas tratadas con ethoprop líquido, phenami-

*En este trabajo se designará como carbofurán C al Curater y como carbofurán F al Furadan.

Cuadro 1. Efecto de nueve tratamientos nematocidas sobre el rendimiento, la calidad, el ingreso bruto y otras variables de tabaco estufado, cv, Speight G-28, en Pérez Zeledón, Costa Rica.

Tratamiento	Rendimiento (kg/ha)	Calidad (%/ha)	Ingreso bruto (\$/ha)	Costo aplicación (\$/ha)	Ganancia neta (\$/ha)	Relación beneficio/ costo
ethoprop L ^x	2478 a y	13,5 a	32931 a	754	1314	1,74
ethoprop G ^x	2468 a	13,7 a	33696 a	874	1959	2,24
phenamiphos	2306 a	13,3 a	31196 a	958	- 623	-0,65
carbofuran F ^x	2511 a	13,9 a	37036 a	1126	5047	4,48
fensulfothion	2489 a	14,2 a	35420 a	817	3741	2,92
aldicarb	2328 a	15,0 a	34030 a	1956	1211	0,62
carbofuran C ^x	2446 a	13,4 a	32941 a	1168	911	0,78
oxamyl (aspersión)	2263 a	12,9 a	28879 a	258	-2241	-8,66
oxamyl (inmersión)	2349 a	13,6 a	28718 a	284	-2428	-8,54
testigo	2273 a	13,6 a	30862 a	---	---	---

^x Ethoprop L es una formulación de concentrado emulsificable, mientras que ethoprop G es una formulación granulada. Carbofuran C corresponde al producto comercial Curater y Carbofuran F al producto comercial Fureadan.

y 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 (F= 0,05).

Cuadro 2. Variación cronológica del índice de nódulos radicales causados por *Meloidogyne incognita* y de las densidades de poblaciones de este y otros nemátodos en tabaco estufado, cv. Speight G-28, en la evaluación de nueve tratamientos nematocidas en Pérez Zeledón, Costa Rica.

Tratamiento	Índice de nódulos radicales x	nematodos/100 cc de suelo					Nemátodos de vida libre				
		Larvas de <i>M. incognita</i>		<i>Helicotylenchus</i> sp.		días después del trasplante					
		0	45	112	0			45	112	0	45
ethoprop L z	0,03 c y	0,43 b	10a	1,4abc	75ab	47a	15a	12abc	90a	10 b	26ab
ethoprop G z	0,37ab	0,37 b	6a	2,6abc	71ab	39a	22a	9abc	86a	10 b	23ab
phenamiphos	0,08 c	0,27 b	10a	2,6abc	37ab	46a	21a	12abc	129a	15 b	21ab
fensulfothion	0,17abc	0,30 b	39a	1,0 c	25ab	35a	15a	5 bc	79a	14 b	26ab
oxamyl (aspersión)	0,13abc	0,24 b	10a	2,2abc	56ab	37a	13a	6 bc	115a	30a	39a
oxamyl (inmersión)	0,40ab	0,47 b	8a	3,0ab	106a	62a	18a	20ab	125a	38a	36a
carbofuran C z	0,10 bc	0,37 b	16a	1,0 c	20 b	37a	12a	3 c	113a	16 b	9 b
carbofuran F z	0,26ab	0,47 b	12a	1,2 bc	95a	73a	28a	8 bc	149a	14 b	32a
aldicarb	0,20abc	0,33 b	12a	3,0ab	15 b	40a	19a	4 c	119a	15 b	20ab
testigo	0,43a	1,10a	13a	3,2a	123a	27a	19a	30a	89a	45a	43a

x - Basado en la siguiente escala: 0 = sin nódulos; 1 = 1-25%; 2 = 26-50%; 3 = 51-75%; y 4 = 76-100% de raíces con nódulos.

y - 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 ($P=0,05$).

z - Ethoprop L es una formulación de concentrado emulsificable, mientras que ethoprop G es una formulación de producto granulado. Carbofuran C corresponde al producto comercial Curater, mientras que Carbofuran F corresponde al producto comercial Furadan.

phos y carbofurán C; las diferencias entre las parcelas tratadas con ethoprop granulado, carbofurán F, los dos tratamientos con oxamyl, el aldicarb y el fensulfothion no fueron significativas; tampoco hubo diferencias significativas entre estos últimos cuatro tratamientos y el ethoprop líquido y el phenamiphos. En la segunda evaluación todos los tratamientos nematocidas redujeron significativamente el índice de nódulos radicales en comparación con el testigo, pero las diferencias entre ellos no fueron significativas.

En referencia a la densidad de larvas de *M. incognita*, se encontró que no hubo diferencias significativas entre parcelas en el primer recuento, mientras que sí se hallaron algunas diferencias significativas entre tratamientos tanto en el segundo como en el tercer recuento.

No hubo diferencias significativas entre tratamientos en cuanto a las densidades de *Helicotylenchus* sp. en el primer y segundo recuentos, mientras que en el tercero el aldicarb, el carbofurán C, el carbofurán F, el fensulfothion y el oxamyl (aspersión) redujeron significativamente su densidad en comparación con el testigo. Las diferencias entre parcelas en las densidades de nematodos de vida libre en el primer recuento no fueron significativas; en el segundo se encontraron densidades significativamente mayores en las parcelas testigo y en las tratadas con oxamyl que en las demás parcelas. En el tercer recuento el carbofurán C causó una reducción significativa de la densidad de estos nematodos en comparación con el carbofurán F, los dos tratamientos con oxamyl y el testigo.

DISCUSION

A pesar de no haber existido diferencias significativas entre tratamientos en el rendimiento, la calidad y el ingreso bruto, los resultados del análisis económico inducen a concluir que la práctica de aplicar algunos nematocidas es económicamente rentable, siendo el tratamiento más satisfactorio el carbofurán F, ya que con éste se obtuvo la mayor ganancia neta y el valor más alto de la relación beneficio/costo. Este resultado podría atribuirse a una reducción de larvas de *M. incognita* en el suelo y a un posible combate de insectos, tanto del follaje como del suelo. Además, en otros cultivos se ha notado que el carbofurán F, sin reducir drásticamente la nematofauna en el suelo, ha producido incrementos ostensibles en la producción (11, 14); es posible que algo similar a lo anteriormente citado haya sucedido en este caso.

Todos los tratamientos nematocidas se comportaron similar al testigo en cuanto a la calidad, a excepción del oxamyl (aspersión), que tuvo un valor bajo en esta variable, lo que podría ser atribuido a un posible efecto tóxico.

Las dos formulaciones de ethoprop promovieron resultados similares entre sí, lo que pareciera indicar que ambas fueron igualmente eficaces bajo las condiciones en que se aplicaron, por lo que el uso de una u otra por parte de un agricultor, dependería de las facilidades con que cuente éste para realizar la aplicación. Al comparar entre sí las dos formulaciones de carbofurán, el análisis económico indicó que fue más ventajoso el utilizar el carbofurán F que el carbofurán C, lo que podría deberse a diferencias en el tamaño de los gránulos o en la naturaleza de los materiales inertes utilizados en la preparación de los mismos, lo que permitiría una mejor y más rápida liberación del principio activo en el caso del carbofurán F.

En relación al índice de nódulos radicales, los resultados indicaron que en las dos evaluaciones los valores fueron relativamente bajos, lo que pareciera confirmar la observación de que el cultivar 'Speight G-28' es resistente, al menos en forma parcial, al ataque de *M. incognita* (13). Este cultivar deriva su resistencia del cultivar "NC-95",

el que se caracteriza por presentar una reacción de hipersensibilidad que degenera las células nodrizas en que se alimentan las larvas de esta especie (12); ahora bien, si el número de larvas que penetra las raíces es considerable, la necrosis causada por la reacción de hipersensibilidad puede provocar daños en las raíces y una merma en la producción (4,6). Este fenómeno pareciera ser el responsable, al menos parcialmente, del relativo bajo rendimiento del testigo en este estudio. Por otra parte, los datos obtenidos demuestran que el cultivar utilizado permitió, aunque en un grado bajo, la reproducción de *M. incognita*, lo que a su vez podría ser causa de una disminución en el rendimiento. En las parcelas tratadas con nematicidas, el que el índice de nódulos radicales fuera significativamente menor que en los testigos pudo deberse a la acción nematicida de los productos, lo que, aunado a la resistencia del cultivar, redujo el número de larvas que invadió las raíces y se pudo desarrollar.

En comparación con las densidades encontradas en el primer recuento, las densidades de larvas de *M. incognita* presentes en el segundo fueron ostensiblemente menores, lo que concuerda con lo encontrado por otros autores (7,10), quienes lo han atribuido al efecto nematicida de los productos aplicados, y a la invasión de las raíces por parte de las larvas supervivientes. En el tercer recuento las densidades fueron, generalmente, mayores que en el primer y segundo recuentos, lo que concuerda con lo anotado por Harrison (2).

En apariencia el tabaco no fue hospedante de *Helicotylenchus* sp. ya que su densidad disminuyó casi en forma continua, incluso en las parcelas testigo, lo que pareciera restarles importancia con relación a un posible daño que pudieran causar en esta planta.

ABSTRACT

A field study was carried out in Pérez Zeledón, Costa Rica, to evaluate the effects of aldicarb, fenulfuthion, phenamiphos, two formulations of carbofuran, two of ethoprop and two treatments with oxamyl (one consisted of two foliar applications of the chemical, and the other was a bare-root dip treatment during 10 min), in doses of 5, 4, 5, 6, 6, 7, 7, 0.65 kg a.i./ha and 1,500 ppm, respectively, on the yield and other variables of flue-cured tobacco, cv. Speight G-28, and on control of nematodes. No significant differences were found between nematicide treatments and control on yield, quality and gross income, although a considerable net profit was obtained with one carbofuran formulation (Furadan) and fenulfuthion. Some chemicals significantly reduced the root-knot index caused by *Meloidogyne incognita* and population densities of this and other nematodes in the soil.

Key words: *Nicotiana tabacum*, chemical control, southern root-knot nematode.

LITERATURA CITADA

1. Caveness, F. A. y H. J. Jensen. 1955. Proc. Helminth. Soc. Wash. 22: 87-89;
2. Harrison, M. B. 1967. Phytopathology 57: 650-652;
3. López, R. 1978. Turrialba 28 (4): 279-282;
4. López, R., D. W. Dickson y R. C. Littell. 1977. Nematropica 7 (2): 36-44;
5. Lucas, G. B. 1965. Diseases of Tobacco. New York, Scarecrow Press. 778 pp;
6. Madamba, C. P., J. N. Sasser y L. A. Nelson. 1965. N. C. Agr. Exp. Sta. Bull. 169. 34 pp;
7. Matthey, J. y R. López. 1978. Turrialba 28 (2): 15-18;
8. Milne, D. L. 1972. In J. M. Webster (Ed.) Economic Nematology, New York, Academic Press, pp 159-186;
9. Nusbaum, C. J. y F. A. Todd. 1970. Phytopathology 60: 7-12;
10. Olthof, T. H. y J. W. Porter. 1973. Phytopathology 63: 577-582;
11. Padilla, C. A. y R. López. 1979. Agron. Costarr. 3 (2): (en prensa);
12. Powell, N. T. 1952. Phytopathology 43: 290 (Abstr.);
13. Todd, F. A. In Tobacco Information for 1978. 1978. N. C. Agr. Ext. Serv. pp. 35-55;
14. Valle, J. y A. Ayala. 1976. Nematropica 6 (1): 55-59.