

EFICACIA DE NEMATICIDAS FUMIGANTES SELECTOS Y FENAMIFOS PARA EL MANEJO DE *MELOIDOGYNE JAVANICA* EN TABACO CULTIVADO EN FLORIDA[†]

J. R. Rich y C. H. Hodge

University of Florida, IFAS, Agricultural Research and Education Center, Route 2, Box 2181, Live Oak, Florida, 32060, U.S.A.

Aceptado:

9.VII.1990

Accepted:

RESUMEN

Rich J. R., y C. H. Hodge. 1990. Eficacia de nematocidas fumigantes selectos y fenamifos para el manejo de *Meloidogyne javanica* en tabaco cultivado en Florida. Nematropica 20:121-127.

Desde 1985 a 1988 se llevaron a cabo evaluaciones de campo de algunos nematocidas fumigantes selectos y fenamifos para el manejo de *Meloidogyne javanica* en tabaco ahumado cultivado en suelo arenoso de la región norte de Florida, Estados Unidos. Se realizaron dos ensayos en 1985 y uno cada año sucesivo. Los compuestos químicos 1,3-dicloropropeno (1,3-D), metil isotiocianato (MENCs), 1,3-D-MENCs, cloropicrina, bromuro de metilo y fenamifos fueron incluidos en dos o más pruebas. No se encontró ninguna tendencia consistente en la efectividad relativa de los nematocidas fumigantes, aunque en general, todos los compuestos incrementaron el vigor de las plantas, el rendimiento del tabaco y redujeron los índices de agallamiento.

Palabras claves: fenamifos, *Meloidogyne javanica*, nematocidas fumigantes, *Nicotiana tabacum*, tabaco.

ABSTRACT

Rich, J. R., and C. H. Hodge. 1990. Efficacy of selected fumigant nematocides and fenamiphos to manage *Meloidogyne javanica* in tobacco grown in Florida. Nematropica 20:121-127.

Field evaluations of selected fumigant nematocides and fenamiphos for management of *Meloidogyne javanica* in flue-cured tobacco were conducted from 1985 to 1988 on the sandy soils of northern Florida, U.S.A. Two were conducted in 1985 and one test yearly thereafter. Chemicals included in two or more of the tests were 1,3-dichloropropene (1,3-D), methyl isothiocyanate (MENCs), 1,3-D-MENCs, chloropicrin, methyl bromide (MBR), and fenamiphos. No consistent pattern emerged in the relative effectiveness of the fumigant nematocides, but in general, all materials increased plant vigor and tobacco yields and reduced root-knot nematode gall indices.

Key words: fenamiphos, fumigant nematocides, *Meloidogyne javanica*, *Nicotiana tabacum*, tobacco.

[†]Florida Agricultural Experiment Station Journal Series No. R-00572.

INTRODUCCION

El nematodo de las agallas (*Meloidogyne* spp.) es una plaga importante en la producción de tabaco ahumado (*Nicotiana tabacum* L.) en los Estados Unidos de Norteamérica y en el mundo (6). *Meloidogyne arenaria* (Neal) Chitwood, *M. incognita* (Kofoid & White) Chitwood y *M. javanica* (Trueb) Chitwood, son parásitos importantes en el cultivo del tabaco en Florida donde su manejo incluye el uso de plantas resistentes, rotación de cultivos, sanidad y nematicidas (3).

El control químico es una de las maneras más efectivas utilizadas para el manejo de los nematodos en el estado de Florida. Se estima que más del 96% de la superficie cultivada recibe tratamientos con nematicidas (9,10). Este uso extensivo de compuestos químicos es necesario debido a la existencia de suelos predominantemente arenosos, inviernos con temperaturas suaves y la presencia de *M. javanica*. Esta especie es más agresiva que *M. incognita* (1,2) y su frecuencia ha aumentado notoriamente en la región Sureste de los Estados Unidos en la última década (8,9,11). Como consecuencia, los productores de Florida han cambiado de nematicidas no fumigantes que son menos efectivos, al uso de nematicidas fumigantes más efectivos para el control de *M. javanica* (4).

Hace pocos años, el nematicida fumigante mayormente utilizado en el cultivo del tabaco en Florida era dibromuro de etileno y 1,3 dicloropropeno (1,3-D). La utilización del dibromuro de etileno fue prohibida en los Estados Unidos a comienzos de los años 80 y el uso de 1,3-D está restringido en algunos condados del estado de Florida dedicados a la producción de tabaco (3). A raíz de esta situación, se llevaron a cabo ensayos de campo con el propósito de evaluar nematicidas fumigantes comercialmente disponibles en diferentes dosis que puedan ser consideradas como alternativas para el control de nematodos en tabaco.

MATERIALES Y METODOS

Se llevaron a cabo dos ensayos de campo en 1985 y luego ensayos individuales en 1986, 1987 y 1988. El suelo era un Quartzipsamments térmico típico revestido con un contenido de materia orgánica menor del 1% y un pH de 5.6. Los compuestos químicos que fueron incluidos en dos o más pruebas fueron: 1,3-D, metil isotiocianato (MENCs), 1,3-D-MENCs, cloropicrina, bromuro de metilo y fenamifos. Los tratamientos de cloropicrina, 1,3-D-MENCs, 1,3-D y MENCs fueron aplicados de 12 a 28 días después del trasplante, inyectando el producto con subsoladores individuales o dobles a 25 cm de profundidad. El bromuro de metilo se aplicó sobre la hilera con un subsolador con dos puntos de inyección, uno a los 13 cm y el otro a los 36 cm de profundidad. Después de la aplicación del fumigante, se hizo un camellón sobre la hilera donde se inyectó el producto.

La aplicación de fenamifos se realizó cubriendo todo el terreno el día antes del trasplante o el mismo día del trasplante utilizando un rociador de CO₂ acoplado con un aspersor en abanico plano 8004 Teejet. Inmediatamente después de la aplicación, el tratamiento de fenamifos fué incorporado entre los 8 a 12 cm de profundidad por medio de dos pasos de rastra seguido del encamado. El método y dosis de aplicación se presentan en forma más detallada en los cuadros 1 a 4.

Trasplantes del cultivar de tabaco NK 326 fueron espaciados 50 cm aparte en hileras de 1.12 m de ancho. Cada parcela estaba compuesta por dos hileras de 6.7 m de largo. El diseño experimental utilizado fue de bloques completamente al azar con seis repeticiones. Valoraciones de vigor fueron hechas en una escala 0-5, siendo 0 el crecimiento más pobre y 5 el mejor crecimiento del tabaco en la prueba. Al final de la cosecha, los índices de agallamiento de cuatro plantas escogidas al azar de cada parcela fueron: 0 = sin agallas, 1 = < de 25%, 2 = 26-50%, 3 = 51-75, y 4 = > de 75% de agallamiento. Se realizaron tres a cuatro cosechas sucesivas de hojas a medida de que estas iban madurando. Posteriormente, después de su proceso de curado al humo, las hojas fueron pesadas.

RESULTADOS

En el primer ensayo llevado a cabo en 1985, el vigor de la planta al inicio de la temporada aumentó significativamente ($P < 0.05$) en todos los tratamientos excepto el de MENCS en relación al control (Cuadro 1). Todos los tratamientos nematicidas redujeron los índices de agallamiento en la cosecha con 71 L de 1,3-D, mostrando éste los índices más bajos. Se incrementaron significativamente los rendimientos en todos los tratamientos, siendo MENCS el más alto. Resultados similares fueron obtenidos con fenamifos, MENCS y 1,3-D en el segundo ensayo. Cada uno de estos tratamientos aumentó significativamente el vigor de la planta y el rendimiento, y disminuyó el agallamiento en relación al control.

En el ensayo realizado en 1986, no se encontraron diferencias entre los diferentes tratamientos fumigantes (Cuadro 2). Todos ellos redujeron en forma significativa el agallamiento radicular al momento de la cosecha. El tratamiento con 1,3-D mostró el agallamiento más bajo mientras que el de MENCS (40%) resultó con el más alto. Todos los tratamientos mejoraron significativamente los rendimientos de tabaco sobre las parcelas testigo. El tratamiento 1,3-D-MENCS (40%, 20%) produjo el rendimiento más alto con 1 500 kg/ha de incremento sobre el control. Fenamifos también produjo un incremento significativo sobre el testigo, aunque su rendimiento fue inferior al obtenido por los nematicidas fumigantes con excepción de 1,3-D.

En 1987, todos los tratamientos lograron un aumento en el vigor de la planta al inicio de la temporada con excepción de bromuro de metilo

Cuadro 1. Efecto de los nematocidas sobre el vigor de las plantas, índice de agallamiento y rendimiento de tabaco en las dos localidades de prueba infectadas con *Meloidogyne javanica* en 1985.

Nematicida	L o kg i.a./ha	Método de aplicación ^w	Vigor ^x	Índice de agallas ^y	Rendimiento (kg/ha)
Ensayo 1					
MENCs (40%)	45 L	IDS-15	4.2 bc ^z	0.7 bc	3 735 a
1,3-D (94%)	71 L	IDS-15	4.8 a	0.5 c	3 570 a
1,3-D-MENCs (40%, 20%)	30 + 15 L	IDS-15	4.7 a	1.5 b	3 542 a
Fenamifos	6.7 kg	CTI	4.5 ab	0.8 bc	3 526 a
Control	—		3.8 c	2.9 a	2 875 b
Ensayo 2					
Fenamifos (3S)	6.7 kg	CTI	4.5 a	1.2 b	2 865 a
MENCs (40%)	45 L	IDS-10	4.3 a	1.1 b	2 832 a
1,3-D (94%)	71 L	IDS-15	4.6 a	0.9 b	2 679 a
Control	—		3.8 b	2.5 a	1 929 b

^wIDS-15 y IDS-10 representan inyección con doble subsolador a 15 y 10 cm de la hilera central, respectivamente. CTI representa cobertura total incorporada 3 días antes del trasplante.

^xValoraciones de vigor fueron hechas en una escala 0–5, 66 días después del trasplante.

^yÍndices de agallamiento fueron hechas en una escala 0–4 sobre cuatro plantas en cada parcela a los 119 días después del trasplante.

^zLas medias de cada columna seguidas por la misma letra no difieren significativamente al 5% de acuerdo a la Prueba Waller Duncan (*k*-ratio *t*-test).

Cuadro 2. Influencia de los nematocidas sobre el índice de agallamiento y rendimiento del tabaco en un sitio infestado con *Meloidogyne javanica* en 1986.

Nematicida	L o kg i.a./ha	Método de aplicación ^x	Índice de agallas ^y	Rendimiento (kg/ha)
1,3-D-MENCs (40%, 20%)	22 + 11 L	IDS-10	1.2 b ^z	3 784 a
MENCs (40%)	22 L	IDS-10	2.0 b	3 663 ab
Cloropicrina	53 L	ISH	1.8 b	3 572 ab
Bromuro de metilo (66.8%)	100 kg	ISH	1.6 b	3 449 ab
1,3-D-MENCs (70%, 30%)	79 L	IDC-10	1.8 b	3 430 ab
1,3-D (94%)	53 L	ISH	1.1 b	3 250 bc
Fenamifos (3S)	6.7 kg	CTI	1.6 b	2 920 c
Control	—		3.3 a	2 197 d

^xIDS-10, ISH y CTI representan inyección con doble subsolador a 10 cm de la hilera central, inyección sobre la hilera y cobertura total incorporada, respectivamente.

^yÍndices de agallamiento fueron hechas en una escala 0–4 sobre cuatro plantas en cada parcela a los 123 días después del trasplante.

^zLas medias de cada columna seguidas por la misma letra no difieren significativamente al 5% de acuerdo a la Prueba Waller Duncan (*k*-ratio *t*-test).

en dosis de 92 kg/ha (Cuadro 3). El agallamiento radicular se vió reducido solamente en los tratamientos de 1,3-D y fenamifos en comparación con las parcelas testigo. Hubo un aumento significativo de la cosecha sólo en los tratamientos de 1,3-D-MENCS (70%, 30% y 40%, 20%) y 1,3-D. En este último, el aumento sobre el testigo fue de 1 500 kg/ha.

En el ensayo llevado a cabo en 1988, todos los tratamientos químicos incrementaron el vigor de la planta al inicio de la temporada (Cuadro 4). Fenamifos obtuvo la valoración de vigor más baja, mientras que 1,3-D fueron las más altas. El agallamiento radicular se redujo significativamente en todos los tratamientos, excepto en el de 1,3-D-MENCS y cloropicrina. En cuanto a los rendimientos, todos los tratamientos obtuvieron aumentos significativos en tabaco con excepción de fenamifos. Cloropicrina que logró el mayor incremento en rendimiento, obtuvo una cosecha de 1 200 kg/ha más alta sobre el control.

DISCUSION

En una reciente encuesta se encontró que los nematicidas se aplican en el 80% de la superficie cultivada de tabaco en Brasil, Canada, Estados Unidos y Zimbabwe (10). Actualmente los tratamientos con nematicidas son considerados como la manera más eficiente para el manejo de nematodos fitoparásitos en este cultivo.

Estudios anteriores han mostrado que los nematicidas fumigantes 1,3-D y dibromuro de etileno, han proporcionado un control más consis-

Cuadro 3. Influencia de los nematicidas sobre el vigor del tabaco, índice de agallamiento y rendimiento en un sitio infestado con *Meloidogyne javanica* en 1987.

Nematicida	L o kg i.a./ha	Método de aplicación ^w	Vigor ^x	Índice de agallas ^y	Rendimiento (kg/ha)
1,3-D (94%)	79 L	IDS-15	4.2 bc ^z	0.5 e	3 088 a
1,3-D-MENCS (70%, 30%)	32 + 13 L	IDS-10	4.0 a	2.0 bc	2 860 ab
1,3-D-MENCS (40%, 20%)	30 + 15 L	IDS-10	4.3 a	2.6 ab	2 852 ab
MENCS	30 L	IDS-10	4.5 a	1.5 cd	2 653 abc
1,3-D (94%)	79 L	ISH	3.7 abc	1.5 cd	2 549 abc
Fenamifos (3S)	6.7 kg	CTI	3.2 bc	0.8 de	2 323 bc
Bromuro de metilo (66.8%)	92 kg	ISH	3.0 cd	3.4 a	2 162 bc
Control	—		2.2 d	2.1 bc	1 583 c

^wIDS-10, ISH y CTI representan inyección con doble subsolador a 10 cm de la hilera central, inyección sobre la hilera y cobertura total incorporada, respectivamente.

^xValoraciones de vigor fueron hechas en una escala 0-5, a los 45 y 75 días, respectivamente.

^yÍndices de agallamiento fueron hechas en una escala 0-4 sobre cuatro plantas en cada parcela a los 124 días después del trasplante.

^zLas medias de cada columna seguidas por la misma letra no difieren significativamente al 5% de acuerdo a la Prueba Waller Duncan (*k*-ratio *t*-test).

Cuadro 4. Influencia de los nematicidas sobre el vigor del tabaco, indice de agallamiento y rendimiento en un sitio infestado con *Meloidogyne javanica* en 1988.

Nematicida	L o kg i.a./ha	Método de aplicación ^w	Vigor ^x	Indice de agallas ^y	Rendimiento (kg/ha)
Cloropicrina	52 L	ISH	4.5 ab ^z	3.1 ab	3 815 a
1,3-D (94%)	53 L	IDS-15	4.7 a	1.1 c	3 660 a
1,3-D-MENCs (40%, 20%)	30 + 15 L	IDS-10	4.3 ab	3.1 ab	3 504 ab
Bromuro de metilo (66.8%)	100 kg	ISH	4.3 ab	2.8 bc	3 343 ab
Fenamifos	6.7 kg	CTI	3.8 b	2.0 c	3 057 bc
Control	—		2.6 c	3.9 a	2 572 c

^wIDS-15, IDS-10, ISH y CTI representan inyección con doble subsolador a 10 cm y 15 cm de la hilera central, inyección sobre la hilera y cobertura total incorporada, respectivamente.

^xValoraciones de vigor fueron hechas en una escala 0–5, a los 56 días después del trasplante.

^yIndices de agallamiento fueron hechas en una escala 0–4 sobre cuatro plantas en cada parcela a los 110 días después del trasplante.

^zLas medias de cada columna seguidas por la misma letra no difieren significativamente al 5% de acuerdo a la Prueba Waller Duncan (*k*-ratio *t*-test).

tente de *M. javanica* comparado con los nematicidas no fumigantes en Florida (4). Sin embargo, estos últimos (no fumigantes) han resultado ser efectivos en algunas pruebas y años, aunque también se han comportado en forma errática. Como consecuencia (con excepción de fenamifos), los nematicidas no fumigantes no son recomendados para el control de nematodos en tabaco en Florida. Como alternativas de nematicidas fumigantes al 1,3-D, aún falta por evaluar en forma más extensiva en Florida, como también en otros estados del Sureste de los Estados Unidos, compuestos como MENCs, cloropicrina, bromuro de metilo y mezclas de 1,3-D-MENCs en tabaco.

En recientes pruebas MENCs y 1,3-D-MENCs han mostrado una eficacia tan buena o mejor que el 1,3-D. No se encontraron diferencias entre estos dos materiales cuando fueron utilizados en dosis comparables. Sin embargo, los métodos de aplicación fueron diferentes, ya que MENCs y 1,3-D-MENCs fueron aplicados con dos subsoladores separados por 20 cm en vez de un subsolador individual, aplicado sobre la hilera de 1,3-D (3). La baja presión de vapor de MENCs resulta en una menor difusión del compuesto en el suelo en comparación con 1,3-D.

Sólo 2 años de información fué obtenido con cloropicrina en este estudio, el cual proporcionó un control moderado de *M. javanica*, aunque aumentó los rendimientos del tabaco. Las propiedades nematicidas de la cloropicrina han sido conocidas por muchos años (5), pero su uso no ha sido extensivo debido a la dificultad que presenta la manipulación del material. El bromuro de metilo es bien conocido por su acción

nematicida (7). Sin embargo, estos ensayos fueron diseñados para determinar la dosis óptima y eficacia de este compuesto sin el uso de la cobertura plástica que es de un alto costo. Dosis más altas que las utilizadas en estas pruebas son aparentemente necesarias para obtener una efectividad consistente.

La prohibición en el uso de nematicidas registrados puede tener serios efectos sobre el tabaco como también sobre otros cultivos e industrias agrícolas. Los resultados obtenidos en este estudio indican que estos materiales son alternativas viables a los compuestos químicos utilizados en el manejo de nematodos en tabaco.

LITERATURA CITADA

1. ARENS, M. L., y J. R. RICH. 1981. Yield response and injury levels of *Meloidogyne incognita* and *M. javanica* on the susceptible tobacco, 'McNair 944'. *Journal of Nematology* 13:196-201.
2. BARKER, K. R., F. A. TODD, W. W. SHANE y L. A. NELSON. 1981. Interrelationships of *Meloidogyne* species with flue-cured tobacco. *Journal of Nematology* 13:67-79.
3. DUNN, R.A., y J. R. RICH. 1988. Florida Nematode Control Guide. Entomology and Nematology. University of Florida, Gainesville, Florida, U.S.A.
4. GARCIA M., R., y J. R. RICH. 1983. Efficacy of selected fumigant and nonfumigant nematicides to control *Meloidogyne javanica* in Florida tobacco. *Nematropica* 13:125-134.
5. GODFREY, G. H. 1935. Experiments on the control of the root-knot nematode in the field with chloropicrin and other chemicals. *Phytopathology* 26:67-90.
6. LUCAS, G. B. 1975. Diseases of tobacco. Harold E. Parker and Sons: Fuquay-Varina, North Carolina, U.S.A.
7. MATHEWS, D. J. 1920. Report of the work of the W. B. Randall research assistant. Nursery and Market Garden Industry Development Society, Ltd. Experiment and Research Station. Annual Report 5:18-21. Chesnut, Herts., England.
8. RICH, J. R., y N. C. SCHENCK. 1979. Survey of North Florida flue-cured tobacco fields for root-knot nematodes and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *Plant Disease Reporter* 63:952-955.
9. RICH, J. R., y R. GARCIA M. 1985. Nature of the root-knot disease in Florida tobacco. *Plant Disease* 69:972-974.
10. RICH, J. R., J. D. ARNETT, J. A. SHEPHERD y M. C. WATSON. 1989. Chemical control of nematodes on flue-cured tobacco in Brazil, Canada, U.S.A., and Zimbabwe. *Annals of Applied Nematology* 21:609-611.
11. SCHMITT, D. P., y K. R. BARKER. 1988. Incidence of plant-parasitic nematodes in the Coastal Plain of North Carolina. *Plant Disease* 72:107-110.

Recibido para publicar:

13.III.1990

Received for publication: