

COMBATE QUIMICO DE NEMATODOS FITOPARASITOS EN TABACO DE SOL 1

Róger López Ch. y Juvenal Fonseca B.*

ABSTRACT

Chemical control of plant-parasitic nematodes on air-cured tobacco. The effects of the nematicides DD (183.8 l/ha), fenamifos (4.6 kg a.i./ha), ethoprop (6.5 kg a.i./ha) and fensulfothion (4.6 kg a.i./ha) on the yield and value of the air-cured tobacco cultivar "Tijerillo Vena Blanca" and on the control of plant-parasitic nematodes were studied on the Puriscal area of Costa Rica. All nematicides, except fensulfothion, significantly increased the yield; the quality of the cured leaf was not affected, but the gross value of the crop was increased. However, only the application of DD was considered to be economically feasible. The four chemicals significantly reduced the *Meloidogyne* sp. populations on the soil four weeks after planting, as well as the root-knot index at harvest. DD was the only one that significantly reduced the populations of *Helicotylenchus* sp. at harvest time.

INTRODUCCION

La producción de tabaco de sol en Costa Rica se ha concentrado, tradicionalmente, en el cantón de Puriscal. Varios factores han causado disminuciones apreciables en el rendimiento y calidad del tabaco producido en esta área, como la baja fertilidad de los suelos, los factores climáticos (principalmente el viento) y el ataque de diversos insectos y patógenos. Con referencia a estos últimos, algunas observaciones de campo y resultados de análisis de laboratorio indicaban que en muchas fincas se presentaban ataques severos de nemátodos fitoparásitos, en especial los pertenecientes al

género *Meloidogyne* Goeldi, 1887. Estos nemátodos se caracterizan por incitar a la formación de nódulos radicales (9, 10); además, las plantas afectadas son más pequeñas y susceptibles al ataque de otros patógenos (9, 10), se marchitan prematuramente y sus hojas son amarillentas y delgadas. Su importancia en este cultivo ha sido destacada por varios investigadores en otros países (8, 9, 11, 12). El daño causado ha sido de tal magnitud que ha motivado el desarrollo de medidas de combate basadas en la siembra de cultivares resistentes (8, 9, 10, 12, 13), prácticas culturales diversas (5, 8, 9, 10, 12, 14) y la aplicación de nematicidas (7, 8, 9, 10, 11, 12, 13). Debido a la diferencia de precios existentes entre los varios tipos de tabaco cultivados en el país, y a otros factores, como el tamaño de las fincas y su topografía, se consideraba que la aplicación del nematicida sólo podría ser aplicada por agricultores que sembraron tabaco estufado o burley, mientras que no existía certeza de que los cultivadores de tabaco de sol pudieran afrontar los gastos involucrados en tal operación (L.G. Jiménez, E. Cordero, comunicación personal, 1971). Esta carencia de información motivó este estudio,

1 Recibido para su publicación el 20 de marzo de 1978.

* Investigador y Jefe de Zona de Puriscal, respectivamente. Departamento de Agricultura. Republic Tobacco Co. San José. Costa Rica. Dirección actual del primer autor: Laboratorio de Nematología, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

cuyos objetivos fueron la evaluación de la eficacia de varios nematicidas para disminuir las poblaciones de nemátodos fitoparásitos e incrementar el rendimiento y valor del tabaco de sol. También se deseaba determinar si, bajo condiciones de una alta infestación del suelo, el incremento del valor de la cosecha mediante la aplicación de los nematicidas podría superar los gastos de su aplicación y permitir obtener una ganancia adecuada.

MATERIALES Y METODOS

Este estudio se realizó durante la cosecha 1971-1972 en un terreno localizado en el cantón de Puriscal. Esta zona tiene una temperatura promedio de 22 C, precipitación anual promedio de 2530 mm y una altitud de 1102 msnm. El suelo donde se plantó el ensayo es de textura arcillosa, tenía 3% de M.O., pH de 5.5 y estaba infestado con *Meloidogyne* sp., *Helicotylenchus* sp. y *Pratylenchus* sp. Las poblaciones iniciales de los dos primeros se indican en el Cuadro 2; los de *Pratylenchus* fueron muy bajas e irregulares, como se indica más adelante.

El semillero se preparó de la manera usual y el suelo se fumigó con bromuro de metilo (55 g/m²) previo a la riega de la semilla. Se utilizó el cultivar "Tijerillo Vena Balca" por ser susceptible al ataque de *Meloidogyne* sp. y por ser la variedad más utilizada en la zona. Antes de la aplicación de los nematicidas se eliminaron los residuos de una cosecha previa de maíz y se limpió con pala el terreno.

Los productos evaluados fueron el DD (DD Shell), 183,8l/ha, el ethoprop (Mocap 10% G), 6,5 kg i.a./ha, el fensulfothion (Terracur P 5% G), 4,6 kg i.a./ha, y el fenamifos (Nemacur 5% G), 4,6 kg i.a./ha, de acuerdo a la recomendación de las casas distribuidoras. El DD se aplicó con un inyector manual en puntos separados de 25 cm entre sí y a 20 cm de profundidad, tres semanas antes del trasplante. Los nematicidas granulados se aplicaron en una banda de 40 cm de ancho, inmediatamente antes del trasplante. Se dejó un testigo al que no se le aplicó nematicida.

Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones; cada parcela experimental

consistió de 20 plantas sembradas en una sola hileras. Las distancias de siembra utilizadas fueron de 1,32 m entre lomillos y 0,50 m entre plantas (14920 plantas/ha). La fertilización, combate de otros patógenos e insectos, prácticas de cultivos, cosecha y curado de las hojas, fueron las usuales para la zona. Las hojas curadas se clasificaron y pesaron para determinar la calidad y el rendimiento. Con estos datos se realizó el análisis estadístico correspondiente y los promedios se compararon entre sí mediante la prueba de amplitud múltiple de Duncan. Con base en los promedios obtenidos para rendimiento y calidad se calculó el ingreso bruto/ha.

Se tomaron muestras de suelo de cada parcela para cuantificar las poblaciones de nemátodos fitoparásitos presentes y sus fluctuaciones cronológicas; la primera muestra se tomó antes de la aplicación de los nematicidas; la segunda y tercera muestras se tomaron 4 y 14 semanas después del trasplante, respectivamente. En cada parcela se tomó suelo de 10 puntos escogidos al azar, hasta obtener 500 ml. Una vez en el laboratorio, se cuarteó la muestra y se tomó una alícuota de 100 ml, la cual se procesó por el método de cernido y centrifugación en solución azucarada (2); los nemátodos recuperados se identificaron y contaron en cámaras de plexiglas (6). También se evaluó la severidad del ataque de *Meloidogyne* sp. al final de la cosecha, en base al porcentaje del sistema radical con nódulos. Para ésto se extrajeron las raíces de ocho plantas, escogidas al azar dentro de cada parcela, y a cada una se le asignó un valor, de acuerdo a la siguiente escala:

- O = sin nódulos
- 1 = 1-20% raíces con nódulos
- 2 = 21-40% raíces con nódulos
- 3 = 41-60% raíces con nódulos
- 4 = 61-80% raíces con nódulos
- 5 = 81-100% raíces con nódulos

Posteriormente se determinó el valor promedio para cada parcela; estos valores, además de los obtenidos en los conteos de nemátodos, se transformaron sistemáticamente en $\sqrt{X+1}$ para su análisis estadístico. Los promedios se compararon entre

sí de la misma manera descrita para el rendimiento y calidad.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos en rendimiento, calidad e ingreso bruto se presentan en el Cuadro 1. Todos los productos, excepto el fensulfothion, aumentaron significativamente el rendimiento; el DD y el fenamifos fueron superiores al ethoprop, el que a su vez produjo mejores resultados que el fensulfothion y el testigo. No se presentaron diferencias significativas en calidad entre los tratamientos. El de DD presentó el mayor ingreso bruto, con una diferencia de ₡ 1634,60/ha con relación al testigo. Con el fenamifos, ethoprop y fensulfothion se obtuvieron aumentos de ₡ 1006,00, ₡ 702,80 y ₡ 81,90/ha, respectivamente, en comparación con el testigo.

En el Cuadro 2 se presentan los resultados de los tres muestreos de nemátodos fitoparásitos, así como el del índice de nódulos radicales. En el primer muestreo, efectuado antes de la aplicación de los nematicidas, se encontraron unos pocos especímenes del género *Pratylenchus* en algunas parcelas; sin embargo, tanto en el segundo como en el tercer muestreo no se observaron nemátodos de este género, por lo que no se incluyeron en los análisis estadísticos.

Todos los nematicidas redujeron significativamente las poblaciones de *Meloidogyne* sp. cuatro semanas después del trasplante. Se observó un incremento de las poblaciones en el tercer muestreo, 14 semanas después del trasplante. Aún cuando las reducciones debidas a los nematicidas no fueron estadísticamente significativas, sí fueron apreciables en magnitud. Se encontró un menor número de larvas de *Meloidogyne* sp. en parcelas tratadas con DD; esta reducción fue del 94% en comparación con el testigo sin tratar; con los otros productos se obtuvieron reducciones que oscilaron entre un 75% para el ethoprop y un 66% para el fenamifos.

Por otra parte, un somero análisis económico del uso de cada producto (L.G. Jiménez, comunicación personal, 1972) indicó que con el DD se

obtuvo una ganancia neta de ₡ 617.30/ha, sin incluir los gastos por la compra del inyector manual necesario para la aplicación de producto, mientras que con el fenamifos no se obtuvo ganancia alguna. Con el ethoprop y el fensulfothion se obtuvieron pérdidas de ₡ 99 y ₡ 911/ha, respectivamente. Estos análisis parecieran confirmar la observación de que la aplicación de nematicidas no es una práctica económicamente rentable en tabaco curado al sol, excepto en el caso del DD. Más aún, dadas las posibilidades económicas de los agricultores de este cultivo, se podría considerar que incluso la aplicación de este producto es un factor de riesgo económico considerable. Es de destacar que estos análisis se basaron en los precios pagados durante la cosecha 71-72 y que el valor del tabaco curado al sol ha aumentado considerablemente en años recientes, lo cual variaría estas apreciaciones.

El índice de nódulos radicales indicó un daño relativamente severo en los testigos, lo cual podría explicar los bajos rendimientos obtenidos en estas parcelas. En parcelas tratadas con fenamifos se encontró el índice menor. Es interesante anotar que en parcelas tratadas con DD este índice fue mayor que en las que se aplicaron los productos granulados; a pesar de esto, el rendimiento con DD superó a los otros nematicidas. Estos resultados sugieren que el rendimiento se vio afectado por otros factores diferentes al ataque de *Meloidogyne* sp. Algunos autores (1) han observado que el índice de nódulos radicales tomado al final de la cosecha no refleja fielmente la eficacia de los productos en el combate de *Meloidogyne* spp. y en el rendimiento del tabaco, mientras que los tomados uno o dos meses después del trasplante son más precisos en este sentido; esto podría explicar también la aparente contradicción en los resultados obtenidos en esta investigación.

Las poblaciones de *Helicotylenchus* sp. aumentaron significativamente en parcelas tratadas con fenamifos, cuatro semanas después del trasplante, si bien disminuyeron en el tercer muestreo; no se pudo determinar la causa de este fenómeno. En parcelas tratadas con DD no se encontraron especímenes de *Helicotylenchus* sp. 14 semanas después del trasplante; en las tratadas con los otros nematicidas su número fue reducido y menor que en las parcelas testigo.

Los tres nematicidas granulados redujeron sig-

nificativamente el índice de nódulos radiales, mientras que el fumigante DD fue estadísticamente igual al testigo y a los productos granulados.

DISCUSION

La interpretación de los resultados indica que el DD fue el nematicida que demostró el mejor rendimiento e ingreso bruto, con una diferencia apreciable sobre los productos granulados y el testigo sin tratar; estos resultados concuerdan con los obtenidos por otros autores (1, 7, 11, 12, 13), quienes han señalado la superioridad de este fumigante sobre los nematicidas granulados. Las diferencias en calidad fueron de poca importancia, lo que pareciera indicar que el efecto detrimental de los nemátodos fue únicamente sobre el peso, pero no sobre otras características que determinan la calidad de las hojas. Este resultado no concuerda con informes previos (4, 8, 9) de que la aplicación de nematicidas aumenta el valor de la hoja curada.

Finalmente, el que no se recuperaran especímenes de *Pratylenchus* sp. en el suelo, en el segundo y tercer muestreos, podría atribuirse a que éstos son nemátodos endoparásitos de las raíces (3, 8) que a menudo completan su ciclo de vida sin salir de las mismas y al hecho de que las poblaciones detectadas inicialmente eran muy bajas y no estaban presentes en todas las parcelas.

RESUMEN

Se evaluó el efecto de los nematicidas DD, fenamifos, ethoprop y fensulfothion en la producción de tabaco de sol en la zona de Puriscal. Todos los productos, excepto el fensulfothion, aumentaron significativamente el peso, y también incrementaron el ingreso bruto, pero sólo con el DD se obtuvo una ganancia neta. No hubo diferencias en la calidad de la hoja curada entre los diversos tratamientos. Tanto las poblaciones de *Meloidogyne* sp. y *Helicotylenchus* sp. como el índice de nódulos radiales causados por *Meloidogyne* sp. fueron reducidos por la aplicación de los nematicidas.

Cuadro 1. Efecto de cuatro nematicidas en el rendimiento, calidad e ingreso bruto de tabaco de sol, cv. Tijerillo Vena Blanca, en la zona de Puriscal.

Tratamiento	Dosis (ia/ha)	Rendimiento (kg/ha)	Calidad (¢/kg)	Costo de aplicación (¢/ha)	Ingreso bruto (¢/ha), **	Relación beneficio/costo
DD	183,8 l	1798,2 a***	5,10 a	1015,2	9170,8	1,61
Fenamifos	4,6 kg	1681,5 a	5,08 a	1065,3	8542,2	0,94
Ethoprop	6,5 kg	1606,0 b	5,13 a	800,8	8239,0	0,88
Fensulfothion	4,6 kg	1499,6 c	5,08 a	1065,3	7618,3	0,08
Testigo	—	1489,3 c	5,06 a	—	7536,2	—

* Con base en los precios pagados durante la cosecha 71-72.

** No se hizo análisis estadístico para esta variable.

*** Promedio de cuatro repeticiones. Promedios en una misma columna, seguidos por una misma letra, no difieren significativamente entre sí, de acuerdo a los resultados de la prueba de rangos múltiples de Duncan ($P = 0,05$).

Cuadro 2. Efecto de cuatro nematicidas sobre las poblaciones de nemátodos fitoparásitos y el índice de nódulos radicales causados por *Meloidogyne* sp. en tabaco de sol, cv. Tijerillo Vena Blanca.

Tratamiento	Nemátodos/100 ml suelo						Índice de nódulos radicales*
	<i>Meloidogyne</i> sp.			<i>Helicotylenchus</i> sp.			
	Semanas después del trasplante						
	0	4	14	0	4	14	
DD	434 b**	13 a	88 a	37 a	38 a	0 a	1,75 ab
Fenamifos	162 a	189 b	501 a	162 c	376 b	38 ab	0,50 a
Ethoprop	159 a	64 a	638 a	69 b	89 a	38 ab	1,25 a
Fensulfothion	128 a	201 b	589 a	128 c	138 ab	63 ab	1,50 a
Testigo	144 a	439 c	1474 a	19 a	75 a	101 b	3,25 b

* Basado en la siguiente escala: 0 = sin nódulos; 1 = 1-20%; 2 = 21-40%; 3 = 41-60%; 4 = 61-80%; 5 = 81-100% del sistema radical con nódulos.

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

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen la colaboración de los señores Enrique Cordero y Cecilio Mora en el trabajo de campo; también expresan su gratitud al Ing. Adrián Figueroa, Sección de Nematología del Ministerio de Agricultura y Ganadería, por el procesamiento de las muestras de suelo y la identificación de los nemátodos fitoparásitos y al Ing. Edgar Cordero por su ayuda en varias etapas de la investigación.

LITERATURA CITADA

1. BRODIE, B.B. y DUKES, P.D. The relationship between tobacco yield and time of infection with *Meloidogyne javanica*. *Journal of Nematology* 4(2):80-83. 1972.
2. CAVENESS, F.E. y JENSEN, J.H. Modification of the centrifugal flotation technique for the isolation and concentration of nematodes and

their eggs from soil and plant tissues. *Proceedings of the Helminthological Society of Washington* 22:87-89. 1955.

3. CHRISTIE, J.R. Plant nematodes, their bionomics and control. Gainesville, Agricultural Experiment Station, University of Florida, 1959. 256 p.
4. CLARK, F. y MYERS, J.M. Fumigation and equipment for nematode control in soils for flue-cured tobacco. University of Florida, Agricultural Experiment Stations. Circular S-27. 1951. 11 p.
5. GAINES, J.G. Multiple crop system of rotations for root disease control in flue-cured tobacco. *Tobacco science* 12:186-191. 1968.
6. JIMENEZ, M.F. Método rápido para la construcción de cámaras para conteo de nemátodos. *Nematrópica* 2(1):19-20. 1972.
7. JOHNSON, A.W. y SHEPHERD, J.L. Tobacco (*Nicotiana tabacum* "Hicks"). Root-knot nematodes (*Meloidogyne incognita*). Fungicide and nematicide tests results of 1972 28:182. 1973.

8. LUCAS, G.B. Disease of tobacco. 2 ed. New York, Scarecrow Press, 1965. 778 p.
9. MILNE, D.L. Nematodes of tobacco. *In* J.M. Webster, ed. Economic nematology. New York, Academic Press, 1972. pp. 159-186.
10. NUSBAUM, C.J, y TODD, F.A. The role of chemical soil treatments in the control of nematode-disease complexes of tobacco. *Phytopathology* 60(1):7-12. 1970.
11. SINGH, N.D. Effects of nematicides on the nematode populations and yield of tobacco. *Nematológica* 5(1):13-17. 1975.
12. TODD, F.A. Tobacco disease control practices for 1972. *In* Tobacco information for 1972. The North Carolina Agricultural Extension Service. Miscellaneous Extension Publication no. 73. 1971. pp. 36-52.
13. _____. El fumigante de suelo telone C en el tratamiento múltiple de enfermedades del tabaco. *Biokemia* 19:1-9. 1972.
14. _____. y ROBERTSON, R.L. Operation reduce six pests. North Carolina Agricultural Extension Service. Miscellaneous Extension Publication no. 10A. 1965. s.p.