

Comparación de nematicidas en el cultivo de tabaco durante tres años

J. J. MORENO, M.^a E. VERDEJO, J. A. PÉREZ, A. ARIAS, D. MARTÍNEZ DE VELASCO
y M.^a D. BALVÍN

En la comarca de la Vera (Extremadura, España) se ensayó durante tres años consecutivos (1990-92) la eficacia de distintas materias activas contra nematodos del género *Meloidogyne* en tabaco Virginia, cv. K-326

Para ello se compararon, en parcelas distribuidas en bloques al azar, los nematicidas fenamifos, cadusafos, aldicarb, dicloropropeno y benfuracarb, valorando el grado de nodulación de la raíz, la altura y el aspecto de la planta y la cosecha.

La mejor eficacia la obtuvo el cadusafos, no alcanzando un nivel tan alto en cuanto a cosecha debido a su fitotoxicidad, variable con la dosis y el momento de aplicación. El dicloropropeno, a pesar de su eficacia media, presentó la mejor cosecha. El fenamifos y el aldicarb tuvieron niveles medios en rendimientos y en ataque a raíz, variando según los años. El benfuracarb no difirió del testigo ni en eficacia nematicida ni en cantidad de cosecha.

Durante 1990 y 1991 el ataque de nematodos fue importante, pero en 1992 resultó inferior porque las temperaturas máximas fueron bajas en el inicio del cultivo.

J. J. MORENO, M.^a E. VERDEJO, J. A. PÉREZ, A. ARIAS, D. MARTÍNEZ DE VELASCO y M.^a D. BALVÍN. Servicio de Sanidad Vegetal, Junta de Extremadura, c/ Alfonso VIII, n.º 19-4.º K, 10600 Plasencia (Cáceres).

Palabras clave: Tabaco, *Meloidogyne* sp., nematicidas.

INTRODUCCION

Los nematodos formadores de nódulos en las raíces (*Meloidogyne* sp.) causan importantes disminuciones de cosecha en las distintas zonas tabaqueras del mundo, estimándose en un 15 % las pérdidas anuales (SHEW, 1991).

Aunque quizás esta plaga exista en el suelo desde que se cultiva el tabaco, hasta 1892 no se confirmó su presencia en Java. Desde entonces se realizaron algunos estudios sobre *Meloidogyne* sp., pero no fue hasta los años 50 cuando empezó a considerarse un problema en zonas tabaqueras de Estados Unidos y como consecuencia se hicieron grandes esfuerzos para encontrar me-

didias de control eficaces en la lucha contra estos nematodos (LUCAS, 1975).

En España los diagnósticos más antiguos de nematodos en tabaco datan de 1931 en Baleares y Cataluña. En las comarcas tabaqueras de la provincia de Cáceres y debido a distintas condiciones favorables para el desarrollo de esta plaga, los ataques se han intensificado desde 1965, llegando a afectar al menos al 40 % de las plantas y en ocasiones al 80 % (LLANOS, 1982), existiendo zonas donde es imprescindible realizar un tratamiento contra nematodos para conseguir una cosecha aceptable. Actualmente las especies identificadas en estas zonas son *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood y *M. arenaria* (Neal) Chitwood

(ESPÁRAGO, 1993) y *M. javanica* (Treub) Chitwood (LAGUNA, 1989)

Los métodos actuales de lucha para combatir a *Meloidogyne* sp. son: rotación de cultivos, utilización de variedades resistentes, medidas culturales (levantar los tocones al final de la campaña, eliminar las malas hierbas, ya que muchas especies albergan los nematodos durante el invierno) y tratamientos al suelo con nematicidas. Lo más aconsejable es utilizar simultáneamente varios de estos métodos, siempre que ello sea posible.

El empleo de nematicidas es el método de mayor rapidez de acción, muy adecuado para combinar con cualquiera de los otros sistemas de control, además de ser capaz de combatir otros organismos patógenos del terreno. Estos productos se han venido utilizando desde hace más de un siglo (THENARD en 1869; citado por LUCAS, 1975), y desde que empezaron a desarrollarse no han cesado las investigaciones para mejorar su eficacia y encontrar nuevas materias activas.

Los primeros nematicidas fueron fumigantes (DD y EDB), que se inyectan en el suelo y hacen su efecto al volatilizarse y extenderse en la masa del mismo. Para una buena actuación deben existir condiciones adecuadas de humedad y temperatura.

Más tarde han aparecido otros tipos de compuestos no fumigantes, tales como los organofosforados y carbamatos, que al no tener tan alta fitotoxicidad como los fumigantes pueden aplicarse en el trasplante o posteriormente. Estos productos se distribuyen en el suelo mediante distintos sistemas, según sean granulados o líquidos.

En ensayos realizados para ver la eficacia de nematicidas fumigantes y no fumigantes en el control de *Meloidogyne javanica* en el cultivo del tabaco en Florida, se obtuvo que el DD junto con EDB dieron los mejores resultados, mientras que el aldicarb resultó escasamente eficaz; el fenamifos varió según los años y su eficacia fue mayor al aumentar las dosis (GARCÍA y RICH, 1983). En Verona en ensayos similares para *Meloidogyne* sp., el DD resultó más efectivo que los dos

nematicidas sistémicos fenamifos y aldicarb (CASTELLI *et al.*, 1989).

En evaluaciones de nematicidas contra *M. incognita* realizadas en Tifton en 1987 y 1988, el número de nódulos en raíces al final del cultivo del tabaco disminuyó en las parcelas tratadas con 1,3-dicloropropeno y fenamifos respecto a las testigos, pero no se encontraron diferencias significativas en rendimiento de cosecha entre los distintos tratamientos (JOHNSON y WRIGHT, 1987 y 1988; JOHNSON A. W., 1989).

En 1990 en Florida, el fenamifos y el 1,3-dicloropropeno incrementaron el vigor de las plantas y el rendimiento del cultivo y redujeron el índice de nódulos en las raíces (RICH y HODGE, 1990)

La eficacia nematicida de los productos sistémicos se ha comprobado por NORDMEYER y DICKSON (1985) contra *M. javanica*, *M. arenaria* y *M. incognita*. El fenamifos comparado con otras materias activas, también ha demostrado su efectividad contra *M. incognita* en Cuba (TERÁN y PÉREZ, 1987) y en Blackstone (Virginia) al incrementar los rendimientos significativamente con respecto al testigo (JOHNSON C. S., 1989).

La eficacia del aldicarb para controlar *M. incognita* ha sido corroborada en la India (HUSSAINI, 1986) y se ha visto la significativa disminución de la población de nematodos en raíces a los 45 días después del tratamiento y el aumento significativo de los rendimientos en más del 80 % con respecto a las parcelas sin tratar (NAGANATHAN, 1986). Contra distintas especies de *Meloidogyne* en Florida, el aldicarb también aumentó significativamente los rendimientos además de reducir el número de nematodos, aunque al final de la cosecha los índices de nódulos en raíz eran altos y no diferían entre tratamientos (NOXDMYER *et al.*, 1982).

El cadusafos (FMC 67825), producto de más reciente aparición y que actúa por contacto, presentó el menor índice de ataque de raíz comparado con otros nematicidas en Tifton en 1986. Sin embargo, los rendimientos de cosecha no fueron los mejores (JOHNSON y WRIGHT, 1987).

De acuerdo con todo lo expuesto anteriormente y para buscar soluciones a la lucha contra *Meloidogyne* sp. en la zona tabaquera de Cáceres, se realizó este ensayo en el ámbito del convenio de colaboración entre el Servicio de Protección de los Vegetales de la Junta de Extremadura y la Compañía Española de Tabaco en Rama (CETARSA), comparando la eficacia nematocida de las principales materias activas utilizadas en la zona (MORENO *et al.*, 1990, 1991 y 1992).

MATERIAL Y METODOS

Diseño del ensayo

El ensayo se situó en la finca Maulique (Toril-Vegas del Tiétar), en un suelo de textura suelta (franco-arenosa) y con antecedentes de gran ataque de nematodos del género

Meloidogyne en tabaco durante los años precedentes (Figura 1).

Se diseñó en bloques al azar con 8 tratamientos (Cuadro 1) y 4 repeticiones.

La parcela elemental se formó con 5 líneas de tabaco de 15 metros de longitud, de las cuales las tres centrales se utilizaron para los controles, dejándose las dos laterales como bordes de seguridad.

El marco de plantación utilizado fue el de la finca (1,20 m × 0,5 m.), con pasillos entre bloques de 1,5 m. Se utilizó tabaco Virginia, cv. K-326.

El ensayo se repitió durante tres años consecutivos en el mismo lugar, coincidiendo la distribución de las parcelas y tratamientos.

Materias activas

Las características de los nematocidas y las dosis utilizadas se resumen en el Cuadro 1.



Fig. 1.—Nódulos de *Meloidogyne* sp. sobre raíz de tabaco. (Foto: A. Arias).

Cuadro 1.—Características de los productos, dosis y momento de la aplicación

Tratamientos	Dosis (kg.m.a./ha)			Días de diferencia entre la aplicación y el trasplante		
	1990	1991	1992	1990	1991	1992
1 Fenamifos 40 % p/v LE.	10	10	10	-5	-1	-3
2 Fenamifos 10 % GR.	10	10	10	-5	-1	-3
3 Cadusafos (1)	12	10	14	-5	-11	-21
4 Cadusafos 10 % GR.	12	12	14	-5	-11	-11
5 Aldicarb 10 GR.	4	4	3,5	-5	+1	+2
6 Dicloropropeno (2)	99	99	106,2	-11	-25	-20
7 Benfuracarb 5 % MGR. (3)	1,5	1,5	-	-5	+1	-
8 Testigo	-	-	-	-	-	-

Son significativamente diferentes los tratamientos que difieren en todas sus letras.

(1) En el tratamiento 3 en 1990 se utilizó la formulación cadusafos 25 % LE., en 1991 cadusafos 10 ME y en 1992 cadusafos 10 % GR.

(2) En el tratamiento 6 en 1990 y 1991 se utilizó la formulación dicloropropeno 110 % p/v y en 1992 dicloropropeno 118 % LF.

(3) En 1992 no se aplicó ningún producto en el tratamiento 7 por no haber podido conseguir el benfuracarb.

En 1990 y 91 se utilizaron las formulaciones en gránulos y líquido de fenamifos y cadusafos, con objeto de comparar la posible diferencia de eficacia entre ambas.

En 1992 sólo se usó la formulación en gránulos de cadusafos, aplicándolo en dos fechas (11 y 21 días antes del trasplante) para comprobar una posible disminución de fitotoxicidad, alargando el período entre la aplicación y el trasplante.

Las formulaciones granuladas de fenamifos y cadusafos se distribuyeron de forma manual a voleo, incorporándose con un pase de grada. Sus formulaciones líquidas se aplicaron disueltas en agua con una mochila pulverizadora manual de presión previa y boquilla cónica, y se incorporaron con pase de grada igualmente.

El aldicarb se aplicó en 1990 de igual modo que el cadusafos y el fenamifos en gránulos, y en 1991 y 92 se distribuyó en bandas en las proximidades de la línea de cultivo y se incorporó mediante una labor de azada.

El benfuracarb se aplicó e incorporó de igual modo que el aldicarb.

El dicloropropeno se aplicó mediante inyector manual a 20 cm de profundidad. La distancia entre inyecciones fue de 30 cm ×

30 cm, incorporando 0,81 cc en cada una, con un total de 1.000 aplicaciones por parcela elemental (111.111 aplicaciones por ha).

Valoración de raíces

En 1990 y 91 se valoró, al final del cultivo, el grado de ataque de nematodos en la raíz de todas las plantas de los 3 surcos de control. En 1992 las plantas del surco central se valoraron aproximadamente a mitad del ciclo de cultivo y el resto al final del mismo. En ambos casos se utilizó la escala siguiente (Figura 2):

- 0 Raíces sin nudos o agallas.
- 1 Algunas pequeñas agallas, difíciles de encontrar.
- 2 Sólo pequeñas agallas pero claramente visibles. Las raíces principales están limpias.
- 3 Agallas más grandes y visibles. Las raíces principales están limpias.
- 4 Predominan las agallas grandes, pero las raíces principales están limpias.
- 5 El 50% de las raíces están infestadas. Ennudamiento en parte de las raíces principales. Sistema radicular reducido.

- 6 Ennudamiento de las raíces principales.
- 7 La mayoría de las raíces principales están anudadas o con agallas.
- 8 Todas las raíces principales están anudadas. Se ven pocas raíces limpias.
- 9 Todas las raíces fuertemente anudadas. Normalmente la planta está muriendo.
- 10 Todas las raíces fuertemente anudadas. No hay sistema radicular. Normalmente la planta está muerta

Para calcular el índice de ataque en raíz se utilizó la fórmula:

$$IAR = \Sigma(n_i \cdot x_i^2)/n$$

Siendo:

- IAR = Índice de ataque en raíz por parcela.
 n = N.º de plantas valoradas por parcela.
 x_i = Grado de ataque según la escala (0-10)
 n_i = N.º de plantas con ataque x_i.

En 1992 además de valorar el grado de ataque se realizó una valoración del aspecto de la raíz según la escala siguiente:

- 0 Apenas sistema radicular de ningún tipo, sin capacidad de absorción.
- 1 Sistema radicular pequeño con algunas raíces secundarias o bien mediano sin ninguna raíz secundaria.
- 2 Sistema radicular pequeño con muchas raíces secundarias o mediano con pocas raíces secundarias.
- 3 Sistema radicular mediano con bastantes raíces secundarias o grande con pocas raíces secundarias.
- 4 Sistema radicular mediano con muchas raíces secundarias o grande con bastantes raíces secundarias.
- 5 Sistema radicular grande con muchas raíces secundarias.

Altura y aspecto de las plantas

En 1990 se midió la altura de la planta en dos momentos: 47 y 62 días después del

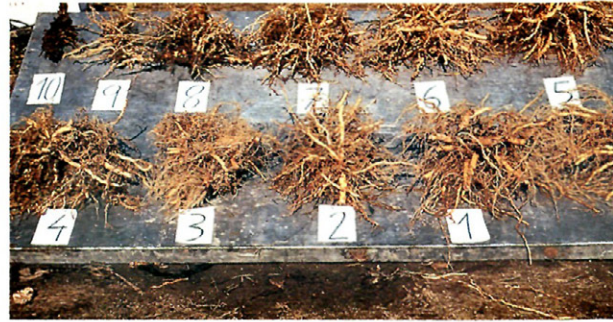


Fig. 2.-Escala de valoración del ataque de nemátodos en raíz. (Foto: M. E. Verdejo).

trasplante, para lo que se utilizó un listón graduado.

En 1991 y 92 se desestimó realizar estas mediciones, ya que la manipulación de las plantas había provocado la difusión de ataque del virus TMV. Para sustituirlas se realizaron valoraciones visuales sobre el conjunto de la parcela, en las que se tuvo en cuenta el porte, vigor y uniformidad, dando una nota de 0 a 5 en función de dichas magnitudes.

Cosecha

En 1992, aproximadamente en la mitad del ciclo de cultivo, se contaron y pesaron las hojas de todas las plantas del surco central de cada parcela, que luego iban a ser arrancadas para valorar sus raíces. Las hojas de las plantas de los otros surcos de control se recogieron en repeles sucesivos a medida que iban madurando, tal y como se hace normalmente en el campo. Estas hojas se pesaron y contaron igualmente y con ello se obtuvo el peso verde por planta y por hoja, así como el momento medio de la recolección calculado mediante la expresión:

$$DM = \Sigma(P_i \cdot D_i)/P_t$$

Siendo:

DM = Días medios desde el trasplante a la recolección.

P_i = Peso verde del repele i por parcela.

- P_i = Peso total de la parcela.
 D_i = N.º de días transcurridos desde el trasplante al repele i .
 i = 1... n
 n = n.º de repeles

Otras valoraciones

Durante los 3 años y una vez terminada la cosecha, se midió el diámetro del tronco de las plantas de control a 20 cm del suelo, así como la altura sobre el suelo de las plantas despuntadas. El despunte se realizó a una altura variable en función del vigor de cada planta.

Todos los resultados se sometieron al análisis de la varianza y al test LSD, obteniendo correlaciones entre las variables más impor-

tantes, calculando las rectas de regresión y los coeficientes de correlación.

RESULTADOS

Valoración de raíces

En la valoración realizada en 1992, aproximadamente en la mitad del ciclo de cultivo, todos los tratamientos habían disminuido significativamente el ataque de nematodos en la raíz con respecto al testigo. Esta reducción fue especialmente acusada en el caso del cadusafos, que obtuvo una eficacia prácticamente del 100 %, si bien se apreciaron síntomas de fitotoxicidad (necrosis) en las raíces más viejas de las plantas tratadas (Cuadro 2).

Los restantes tratamientos presentaban un ataque de nematodos medio, sin grandes di-



Fig. 3.—A la derecha plantas de tabaco fuertemente atacadas por nematodos. (Foto: J. J. Moreno).

Cuadro 2.—Resultados de las valoraciones realizadas en las raíces durante los tres años del ensayo

Tratamientos (1)	Indice ataque raíz final (Eficacia Abbott %)			Aspecto raíz final (índice %)	I.A.R. mitad ciclo (Ef. Abbott %)	Aspecto raíz mitad ciclo (índice %)
	90	91	92			
1. Fenamifos 40% p/v LE	70,5 C	30,2 C	32,4 BC	162 B	73,1 BC	112 ABC
2. Fenamifos 10% GR	69,5 C	22,5 BC	23,8 B	153 B	55,2 B	108 ABCD
3. Cadusafos	72,0 C	86,5 E	97,5 E	223 A	100,0 D	119 AB
4. Cadusafos 10% GR	70,9 C	89,8 E	96,4 E	198 AB	99,7 D	77 D
5. Aldicarb 10% GR	32,0 B	67,5 D	42,0 C	167 B	73,1 BC	112 ABC
6. Dicloropropeno	59,4 C	56,6 D	58,6 D	232 A	78,7 CD	135 A
7. Benfuracarb 5% MGR	0 A	10,4 AB	0 A	82 C	4,7 A	85 CD
8. Testigo	0 A	0 A	0 A	100 C	0 A	100 BCD

Son significativamente diferentes los tratamientos que difieren en todas sus letras.

(1) Ver en el Cuadro n.º 1 los productos y dosis en cada año.

ferencias entre ellos excepto las parcelas tratadas los años anteriores con benfuracarb, cuyo ataque era similar al del testigo.

La valoración del ataque realizada al final del cultivo resultó altamente significativa en todos los casos (Cuadro 2).

En los tres años del ensayo todos los tratamientos disminuyeron significativamente el ataque de nematodos excepto el benfuracarb, que siempre se encontró al nivel del testigo.

El dicloropropeno presentó una eficacia media próxima al 60 %, que se mantuvo constante durante los tres años.

El aldicarb varió su eficacia cada año en concordancia con las dosis aplicadas: en 1990 fue baja (32 %) por aplicarse 40 kg/ha a todo terreno; en 1991 la eficacia fue aceptable (67%) aplicando 40 kg/ha en bandas, disminuyendo en 1992 al reducir la dosis a 35 kg/ha, también en bandas.

El fenamifos se comportó aceptablemente en 1990 con eficacias de alrededor del 70 %, sin embargo en 1991 y 1992 su eficacia fue muy baja (entre 20 y 30 %). En ningún caso se encontraron diferencias significativas entre las dos formulaciones ensayadas (gránulos y líquido).

El cadusafos tuvo una gran eficacia, que fue incrementándose durante los tres años del ensayo, acumulándose los efectos hasta

llegar a ser próxima al 100 % en 1992. Al igual que ocurriera con el fenamifos, no se encontraron diferencias significativas entre las formulaciones líquida y en gránulos. Tampoco se encontraron diferencias de eficacia debidas a la fecha de aplicación del producto. No obstante se observó la presencia de raíces necrosadas, achacable al efecto fitotóxico del producto, ya mencionado (Figura 4).

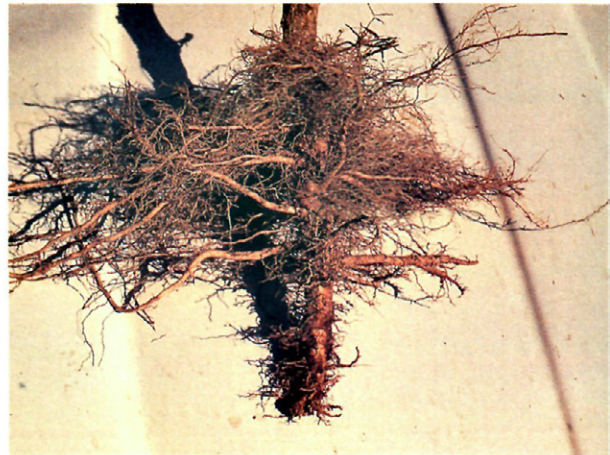


Fig. 4.—Raíz de tabaco con síntomas severos de fitotoxicidad en la parte inferior provocados por el tratamiento de cadusafos. (Foto: J. A. Pérez).

En la valoración del aspecto de la raíz realizada en 1992 a mitad del ciclo de cultivo, únicamente las raíces de las plantas tratadas con dicloropropeno presentaron significativamente mejor aspecto que las del testigo. En esta valoración se encontró una gran diferencia entre las plantas tratadas con cadusafos 21 días antes del trasplante y las tratadas 11 días antes, lo que indica que el efecto fitotóxico del cadusafos fue menor cuanto más tiempo transcurrió entre la aplicación del producto y el trasplante.

Al final del cultivo las raíces de las plantas tratadas con dicloropropeno y con cadusafos aplicado 21 días antes del trasplante, presentaron significativamente mejor aspecto que el resto, excepto las tratadas con cadusafos aplicado 11 días antes del trasplante, que habían mejorado ostensiblemente desde la primera valoración

Altura de la planta

En la medición de las plantas realizada en 1990, 47 días después del trasplante, únicamente se encontraron diferencias significativas entre las tratadas con dicloropropeno que presentaron la mayor altura, y las tratadas con cadusafos, pero no hubo ninguna diferencia significativa con el testigo (Cuadro 3) En la llevada a cabo 15 días más tarde la diferen-

cia de altura entre las plantas tratadas con dicloropropeno y el resto ya fue significativa. Las tratadas con cadusafos continuaron midiendo menos que el resto, aunque sin diferencias significativas con el testigo.

Aspecto visual de las plantas

En las valoraciones visuales del aspecto de la parte aérea de las plantas, realizadas en 1991, los resultados concordaron en general con el efecto nematocida observado para cada producto en la valoración de raíces. Esta concordancia fue más acusada a medida que avanzaba el ciclo de cultivo; sin embargo las parcelas tratadas con cadusafos presentaron peor aspecto del esperado a tenor de su eficacia nematocida, aunque fue mejorando a lo largo del tiempo (Cuadro 4).

En 1992 las plantas testigo presentaron un buen aspecto y ningún producto lo mejoró significativamente en ninguna de las valoraciones visuales realizadas; sin embargo el cadusafos mostró siempre el peor aspecto de las parcelas tratadas y en mayor medida en el tratamiento más próximo al trasplante.

Cosecha

El dicloropropeno tuvo la mejor cosecha en los tres años, a pesar de no ser el más eficaz en la valoración de raíces (Cuadro 5).

Cuadro 3.—Resultados de las mediciones de altura de las plantas en 1990

Tratamientos (1)	T + 47 (2)		T + 62	
	cm	Indice %	cm	Indice %
1. Fenamifos 40% p/v LE	30,1 AB	95	62,4 BC	101
2. Fenamifos 10% GR	30,8 AB	97	66,3 B	107
3. Cadusafos	26,8 B	84	54,9 C	88
4. Cadusafos 10% GR	27,4 B	86	56,2 C	91
5. Aldicarb 10% GR	34,0 AB	107	65,2 B	105
6. Dicloropropeno	37,8 A	119	76,8 A	124
7. Benfuracarb 5% MGR	31,9 AB	101	58,7 BC	95
8. Testigo	31,7 AB	100	62,1 BC	100

Son significativamente diferentes los tratamientos que difieren en todas sus letras.

(1) Ver en el Cuadro n.º 1 los productos y dosis en cada año.

(2) T + n = Fecha del trasplante + días transcurridos entre el trasplante y la evaluación.

Cuadro 4.-Valoraciones visuales del aspecto de las plantas

N.º tratamientos (1)	Valoraciones visuales de aspecto de las plantas (Índice %)						
	1991			1992			
	T + 65	T + 91	T + 121	T + 28	T + 44	T + 63	T + 94
1. Fenamifos 40% p/v LE	144 ABC	233 AB	283 CD	89 A	92 A	103 AB	136 A
2. Fenamifos 10% GR	144 ABC	200 B	317 BC	78 B	85 A	107 AB	91 ABC
3. Cadusafos	111 BC	217 AB	383 ABC	33 C	46 B	67 C	73 BC
4. Cadusafos 10% GR	111 BC	233 AB	433 AB	44 BC	38 B	33 D	55 C
5. Aldicarb 10% GR	167 AB	267 AB	433 AB	67 BC	100 A	104 AB	109 AB
6. Dicloropropeno	178 A	300 A	500 A	78 AB	115 A	122 A	136 A
7. Benfuracarb 5% MGR	133 ABC	183 BC	183 DE	78 AB	92 A	89 BC	64 BC
8. Testigo	100 C	100 C	100 E	100 A	100 A	100 AB	100 ABC

Son significativamente diferentes los tratamientos que difieren en todas sus letras.

(1) Ver en el Cuadro 1 las materias activas y dosis en cada año.

(2) T + n = Fecha del trasplante + días transcurridos entre el trasplante y la evaluación.

Cuadro 5.-Cosecha verde (en gramos) por planta obtenida en los tres años del ensayo

N.º de tratamiento (1)	1990		1991		1992	
	g.	Índice (%)	g.	Índice (%)	g.	Índice (%)
1. Fenamifos 40% p/v LE	949 C	144	940 BC	163	1313 BC	119
2. Fenamifos 10% GR	964 C	146	904 BC	156	1177 ABC	106
3. Cadusafos	709 AB	107	1045 BC	181	1114 AB	101
4. Cadusafos 10% GR	727 AB	110	1151 CD	199	1068 A	96
5. Aldicarb 10% GR	826 BC	125	1012 BC	175	1167 ABC	105
6. Dicloropropeno	984 C	149	1362 D	236	1375 C	124
7. Benfuracarb 5% MGR	613 A	93	757 AB	131	1000 A	90
8. Testigo	660 AB	100	578 A	100	1108 AB	100

Son significativamente diferentes los tratamientos que difieren en todas sus letras.

(1) Ver en el Cuadro 1 los productos y dosis en cada año.

En 1990, sólo el dicloropropeno y las dos formulaciones de fenamifos obtuvieron una cosecha significativamente mejor que el testigo; este resultado concuerda con el obtenido en la valoración de raíces. Los dos cadusafos no difirieron del testigo debido a su fitotoxicidad, tampoco el aldicarb por la baja dosis aplicada (al ser repartida a todo el terreno) ni el benfuracarb debido a la mala eficacia nematicida mostrada.

En 1991, el efecto de los nematodos sobre el testigo fue más severo, presentando todos

los tratamientos cosechas significativamente mejores que aquél, excepto el benfuracarb. Cabe resaltar el aumento de cosecha del aldicarb al aplicar la dosis en bandas y de los dos cadusafos seguramente por haber persistido menor tiempo su fitotoxicidad al ser aplicados antes que en 1990.

En 1992, el testigo tuvo una cosecha aceptable, probablemente debido a que el clima frío, sobre todo en el inicio del cultivo, dificultó la acción de los nematodos y su influencia sobre la cosecha (Figura 6). Sólo el

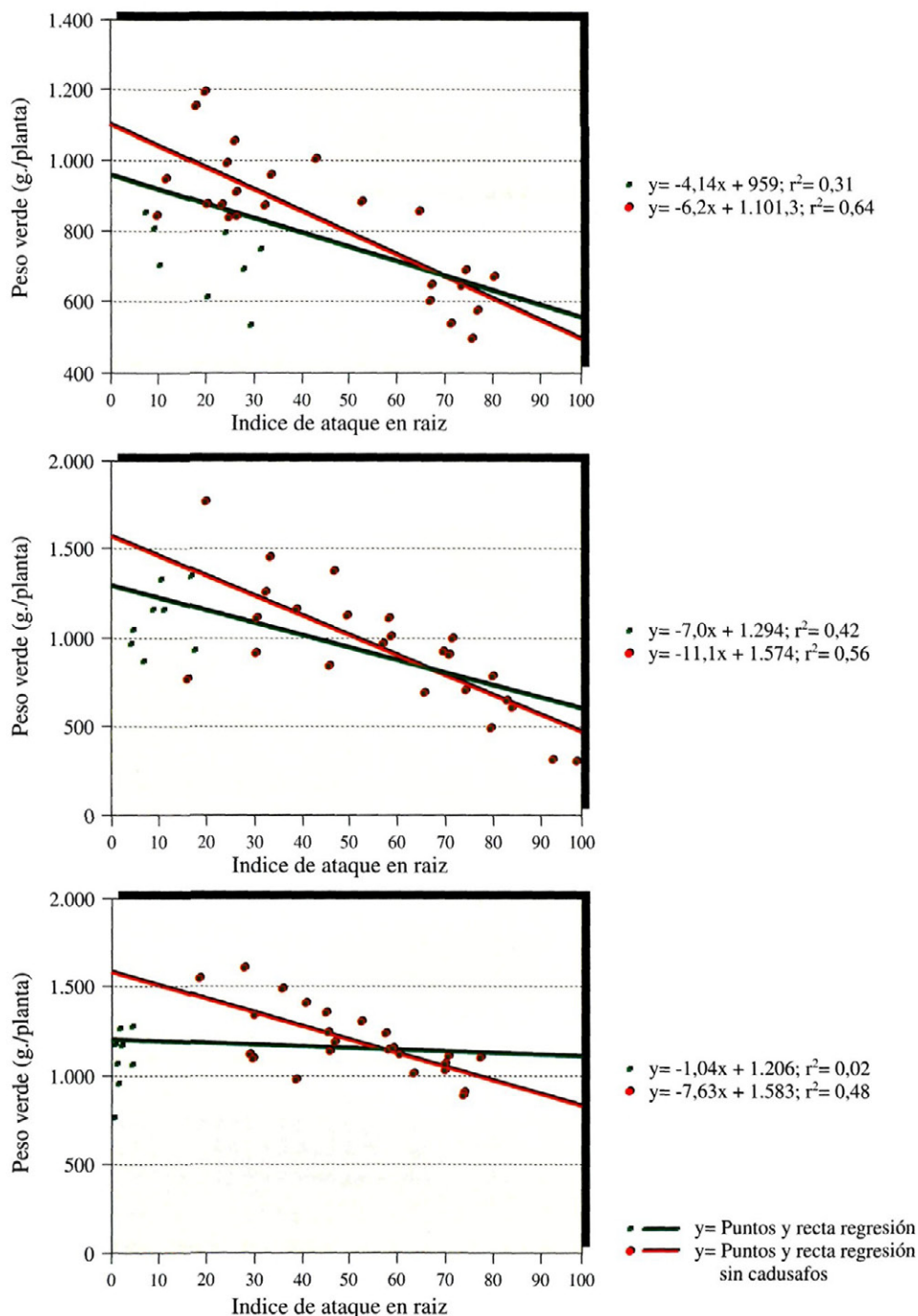


Fig. 5.-Correlaciones entre el ataque en raíz y el peso de la cosecha (gramos/planta) en los tres años del ensayo. Se observa que la recta de regresión obtenida sin considerar el cadusafos aumenta la correlación inversa.

dicloropropeno mejoró significativamente la cosecha respecto al testigo. El cadusafos volvió a presentar una cosecha escasa pese a su buena eficacia nematicida.

En 1990 y 1991 se encontró una correlación altamente significativa entre el Índice de Ataque en Raíz (IAR) al final del cultivo y el peso verde de la cosecha; sin embargo, en 1992 esta correlación no fue significativa. No obstante, si no se tienen en cuenta los puntos correspondientes a las parcelas tratadas con cadusafos, las correlaciones aumentan y son altamente significativas en los 3 casos (Figura 5).

Otros resultados

No se incluyen los resultados del resto de las valoraciones realizadas (altura de despunte, diámetro del tallo, peso verde por hoja y momento medio de recolección), debido a que en general son paralelos a los presentados y no aportan nada nuevo.

DISCUSION

Un mayor grado de nodulación de las raíces no se correspondió todos los años con una menor cosecha. Este efecto podría explicar las discrepancias observadas entre distintos autores; así, mientras en ensayos realizados en Florida un tratamiento con aldicarb aumentó la cosecha en más del 80 % (NAGANATHAN, 1986), en Tifton unas disminuciones significativas del ataque con respecto al testigo no supusieron aumento de cosecha (JOHNSON y WRIGHT, 1987 y 1988).

Este fenómeno podría deberse a las diferencias en las condiciones climáticas según los años, que harían que en zonas o años con primaveras más frescas el ataque fuese más tardío, cuando la planta hubiese logrado desarrollar ya un sistema radicular suficiente para alimentarla.

También existen discrepancias entre distintos autores sobre la eficacia nematicida del aldicarb y el fenamifos (GARCÍA y RICH;

1983; NORDMEYER y DICKSON, 1985; JOHNSON C. S., 1989; HUSSAINI, 1986; NAGANATHAN, 1986; TERÁN y PÉREZ, 1987). Esta variabilidad de eficacia también se observó en este ensayo, si bien en el caso del aldicarb fue debida a las distintas dosis aplicadas, obteniéndose una eficacia mayor al aumentar la dosis o concentrarla en bandas.

El dicloropropeno siempre produjo la mejor cosecha, con una eficacia nematicida de las mejores, resultado que coincide con los publicados por otros autores (GARCÍA y RICH, 1983; CASTELLI *et al.*, 1989).

El cadusafos siempre presentó el menor ataque de nematodos en la raíz pero sin producir la mejor cosecha, resultado que concuerda con el obtenido en un ensayo realizado en Tifton (JOHNSON y WRIGHT, 1985).

CONCLUSIONES

Analizados los resultados obtenidos en los tres años de duración del ensayo, se llega a las siguientes conclusiones:

La acción de los nematodos y en consecuencia la eficacia de los productos nematicidas, varía en función de las condiciones climáticas de cada año. Las temperaturas máximas de 1992 en el inicio del cultivo, inferiores a las de 1990 y 1991, ocasionaron un ataque de nematodos más bajo, (Figura 6).

El comportamiento de los productos fue el siguiente:

FENAMIFOS líquido y gránulo.—No se encontraron diferencias significativas en cuanto a la eficacia nematicida mostrada por ambas formulaciones. Esta eficacia fue muy variable: aceptable en 1990 e insuficiente en 1991 y 1992. En 1992 perdió mucha eficacia entre la valoración realizada aproximadamente en la mitad del ciclo de cultivo y la realizada al final.

En 1990 aumentó la cosecha con respecto al testigo, situándose al nivel de los mejores, coincidiendo con su efecto nematicida ese año. En 1991 el aumento de cosecha respecto al testigo fue superior, pero inferior a otros productos que también se comportaron

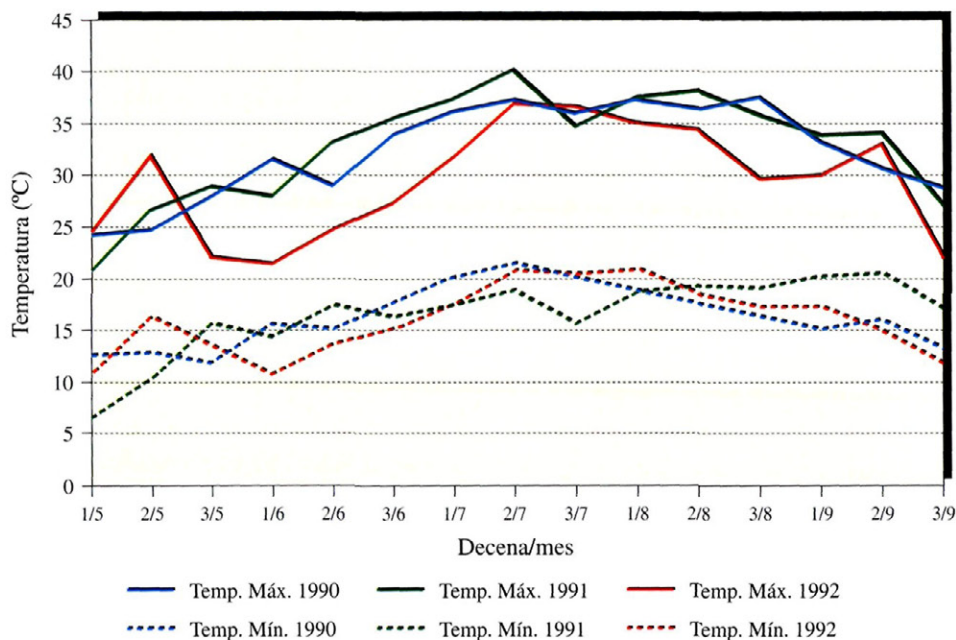


Fig. 6.—Temperaturas máximas y mínimas del observatorio de Talayuela durante el período de cultivo de tabaco, en los tres años en que se realizó el ensayo. Se aprecian las bajas temperaturas registradas desde el final de mayo hasta el principio de julio. (Fuente: Instituto Nacional de Meteorología, y elaboración propia).

mejor como nematocidas. En 1992 su cosecha no se diferenció significativamente de la del testigo, pero tampoco de la obtenida por el resto de los tratamientos, debido al menor efecto que produjeron este año los ataques de nematodos sobre la cantidad de cosecha a consecuencia de temperaturas más bajas en los meses de mayo y junio.

CADUSAFOS.—Aumentó su eficacia nematocida a lo largo de los tres años del ensayo, acumulándose los efectos hasta llegar a obtener en 1992 una eficacia casi del 100%. Sin embargo, presentó una fitotoxicidad que le impidió obtener una cosecha en concordancia con su excelente efecto nematocida. La fitotoxicidad fue más acusada cuanto mayor fue la dosis utilizada y cuanto más cercana al trasplante la aplicación del producto.

ALDICARB.—Su eficacia nematocida en 1992 fue menor que en 1991, posiblemente por haberse disminuido la dosis. Al igual que ocurrió con el fenamifos, disminuyó

mucho su eficacia entre la valoración de mitad del ciclo y la final. En los tres años obtuvo una cosecha media, inferior a la producida por el dicloropropeno, pero superior a la del testigo, tanto más cuanto mayor fue la dosis aplicada.

DICLOROPROPENO.—Su eficacia nematocida fue similar en los tres años del ensayo, no demasiado alta, pero suficiente para producir cada año la mayor cosecha de todos los productos ensayados.

BENFURACARB.—Tanto en 1990 como en 1991, su eficacia nematocida y la cantidad de cosecha producida no difirieron de las del testigo.

AGRADECIMIENTOS

Al equipo directivo y técnico de CETARSA, y en especial a D. Heliodoro Pérez Carbonell y D. Inocencio Blanco Martín por su

colaboración en todo cuanto fue necesario para la realización de estos ensayos.

A D. Ramón Gómez Romero, propietario de la finca «Maulique», por ponerla a nuestra disposición, así como a los empleados de dicha finca por su cooperación.

A los obreros contratados para colaborar en los trabajos de campo, D. Carlos Espino-

sa San Román, D. Ceferino Díaz Campos, D. Félix Díaz Ramos, D. Francisco Javier Calero Calero, D. José Espinosa San Román y D.^a Guadalupe Rodríguez Avila.

A D. Agustín Pérez Romero por el tratamiento informático de las figuras.

ABSTRACT

MORENO, J. J., M.^a E. VERDEJO, J. A. PÉREZ, A. ARIAS, D. MARTÍNEZ DE VELASCO y M.^a D. BALVÍN, 1994: Comparación de nematocidas en el cultivo de tabaco durante tres años. *Bol. San. Veg. Plagas*, 20(4): 941-954.

In the area of La Vera (Extremadura, Spain), for three consecutive years (1990-92) the efficacy of different active ingredients to control root-knot nematode (*Meloidogyne* sp.) on flue-cured tobacco was tested.

In plots designed at random blocks, fenamiphos, cadusafos, aldicarb, dichloropropene and benfuracarb were compared. Rootgall indice, plant height and appearance as well as yield, were evaluated.

Cadusafos (FMC 67825) got the best nematicide efficacy, but it did not get a very high level in yield because of its toxicity, depending on the dose and the application moment. Dichloropropene, despite its middle efficacy, was the best in yield. Fenamiphos and aldicarb got middle levels in quantity of harvest and root-gall indice, depending on the years. Benfuracarb did not differ from untreated plot, neither in nematicide efficacy nor in yield.

In 1990 and 1991 the nematode attack was important, but in 1992 it resulted lower because of maximum temperatures were low at the beginning of the crop.

Key words: Tobacco, *Meloidogyne* sp., nematicides.

REFERENCIAS

- CASTELLI, F.; MICELI, F.; PIRO, F.; CRISTANINI, G. y TACCONI, R., 1989: Prove di lotta contro il nematode galligeno (*Meloidogyne* spp.) su tabacco Virginia Bright. *Informatore Fitopatologico*, 1/1989: 55-61.
- ESPARRAGO, G., 1993: Comunicación personal.
- GARCÍA, M. R. y RICH, J. R., 1983: Efficacy of selected fumigant and non fumigant nematocides to control *Meloidogyne javanica* in Florida tobacco. *Nematropica*, 13(2): 125-134.
- HUSSAINI, S. S., 1986: Efficacy of non volatile nematicides for control of *Meloidogyne incognita* in F.C.V. tobacco. *Indian Journal of Nematology*, 16(1): 100-101.
- JOHNSON, A. W. y WRIGHT, W. C., 1985: Evaluation of nematicides on nematode control and yield of flue-cured tobacco, 1985. *Fungicide and Nematicide Test*, 41: 81-82.
- JOHNSON, A. W. y WRIGHT, W. C., 1987: Effect of nematicides on nematode control, growth and yields of flue-cured tobacco, 1986. *Fung. and Nemat Test*, 42: 170.
- JOHNSON, A. W. y WRIGHT, W. C., 1988: Evaluation of nematicides on root-knot nematode control and yield of flue-cured tobacco, 1987. *Fungicide and Nematicide Tests*, 43: 177.
- JOHNSON, A. W., 1989: Evaluation of nematicides on root-knot nematode control and yield of flue-cured tobacco, 1988. *Fungicide and Nematicide Tests*, 43: 144.
- JOHNSON, C. S., 1989: Evaluation of four nematicides for rootknot nematode control in flue-cured tobacco, 1988. *Fungicide and Nematicide test*, 44: 145.
- LAGUNA, M.^a DEL R., 1989: Acción de nematodos *Meloidogyne* spp. y hongos de suelo, *Fusarium* spp. y *Thielaviopsis basicola* en tabaco. Tesis Doctoral E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid: 220 pp.
- LUCAS, G. B., 1975: *Diseases of tobacco*. Raleigh, North Carolina. Biological Consulting Associates. 3.^a edición: 621 pp.
- LLANOS, M., 1982: Los nematodos del tabaco. N.º 17/82 HD. Ministerio de Agricultura. Madrid: 24 pp.
- MORENO, J. J.; BALVIN, D.; PÉREZ, J. A.; ARIAS, A. y MARTÍNEZ DE VELASCO, D., 1990: Memoria de los ensayos realizados en tabaco, año 1990. Servicio de Protección de los Vegetales. Badajoz. Memoria mecanografiada: 69 pp.
- MORENO, J. J.; BALVIN, D.; PÉREZ, J. A.; ARIAS, A. y MARTÍNEZ DE VELASCO, D., 1991: Memoria de los

- ensayos realizados en tabaco, año 1991. Servicio de Protección de los Vegetales. Badajoz. Memoria mecanografiada: 71 pp.
- MORENO, J. J. y VERDEJO, M. E., 1992: Memoria de los ensayos realizados en tabaco. Año 1992. Servicio de Protección de los vegetales. Badajoz. Memoria mecanografiada: 91 pp.
- NAGANATHAN, T. G., 1986: Control of root-knot nematode on tobacco with non-volatile nematicides. *Nematología Mediterránea*, **14**(2): 285-286.
- NORDMEYER, R. R.; RICH, J. R. y DICKSON, D. W., 1982: Effect of ethoprop, carbofuran and aldicarb on flue-cured tobacco infected with three species of *Meloidogyne*. *Nematropica*, **(2)**: 199-204.
- NORDMEYER, R. y DICKSON, D. W., 1985: Management of *Meloidogyne javanica*, *M. arenaria* and *M. incognita* on flue-cured tobacco with organophosphate, carbamate and avermectin nematicides. *Plant Disease*, **69**: 67-69.
- RICH, J. R. y HODGE, C. H., 1990: Eficacia de nematocidas fumigantes selectos y fenamifos para el manejo de *Meloidogyne javanica* en tabaco cultivado en Florida. *Nematropica* (1990), **20**(2):121-127
- SHEW, H. D. y LUCAS, G. B., 1991: Compendium of tobacco diseases. Minnesota. American Phytopathological Society: 68 pp.
- TERÁN, O. G. y PÉREZ, M., 1987: Lucha química de *Meloidogyne incognita* en plantaciones de tabaco. *Cienc. Tec. Agraria Protección de Plantas*, **10**(2): 15-21.

(Aceptado para su publicación: 22 Febrero 1994)