

EVOLUCION DE LAS POBLACIONES DE *Heterodera avenae* (NEMATODA) Y SU EFECTO EN EL DESARROLLO Y RENDIMIENTO DE TRIGO EN ROTACION Y MONOCULTIVO

M.^a D. Romero, A. Valdeolivas, C. Lacasta y A. Duce

Centro de Ciencias Medioambientales. (CSIC).
Serrano, 115 dpdo. 28006 Madrid.

RESUMEN

Se analizan los resultados de los experimentos de campo para valorar la eficacia de la rotación de cultivos como método de control del nematodo de los cereales *H. avenae* para lo cual se hace un estudio de las poblaciones del nematodo y de su efecto en el rendimiento y otros parámetros agronómicos de trigo.

Las poblaciones del nematodo experimentan descensos importantes en presencia de no hospedadores, quedando reducidas a 0.5 huevos + J₂ g de suelo⁻¹ en tres años de monocultivo, lo que representa una reducción del 97.8%. En presencia de trigo ascienden hasta un tope de unos 30 h + J₂ g de suelo⁻¹ en rotación y 43.7 h + J₂ g de suelo⁻¹ en monocultivo y a partir de ahí descienden quedando en este caso a los cinco años a 4.5 h + J₂ g de suelo⁻¹. Los descensos en las poblaciones del nematodo al final del experimento oscilan entre el 60 y el 80% (excepcionalmente el 90% en una parcela) ya sea en rotación o en monocultivo de trigo.

Todos los parámetros estudiados quedan afectados por el ataque del nematodo; las pérdidas de rendimiento de grano alcanzan un 50-60% en monocultivo de trigo y no llegan a un 10% en rotación. En ninguno de los casos parece existir una correlación entre poblaciones del nematodo y pérdidas en el rendimiento de trigo.

Palabras clave: Rotación, *Heterodera avenae*, dinámica de poblaciones, rendimiento de trigo.

SUMMARY

EVOLUTION OF *Heterodera avenae* POPULATIONS AND ITS EFFECT ON WHEAT GROWTH AND YIELD IN ROTATION AND MONOCULTURE

Field experiments have been carried out to evaluate the efficiency of crop rotation as a control method for cereal cyst nematode *H. avenae*. Results on the effect on nematode populations and growth and yield parameters are analyzed.

A sharp decrease in nematode populations was observed in non host crops; populations were reduced to 0.5 eggs + J₂ g of soil⁻¹ in three years of vetch cropping, which represents 97.8% of reduction. Wheat cropping led to an increase in nematode populations, which began to decrease when a peak of about 30 eggs + J₂ g of soil⁻¹ in rotation and 43.7 eggs + J₂ g of soil⁻¹ in monoculture were reached. Continuous wheat cultivations did not invariably favour nematode increase; populations fell and were held a

low levels (4.5 eggs + J₂ g of soil⁻¹) after five years monoculture. Decreases in nematode populations of 60-80% (exceptionally 90%) were observed at the end of the experiment in rotation as well as in wheat monoculture.

All growth and yield parameters considered were affected by nematode attack. Yield losses in wheat monoculture reached 50-60%, while in rotation were less than 10%. In both cases no correlation between nematode population and yield losses was found.

Key words: Rotation, *Heterodera avenae*, population dynamics, wheat yield.

INTRODUCCION

Varios géneros y especies de nematodos se han citado como patógenos en los cultivos de cereales (Kort, 1972). Entre ellos *Anguina tritici* (Steinbuch, 1799) Chitwood, 1935, *Ditylenchus dipsaci* (Kühn, 1857) Filipjev, 1936, *Heterodera latipons* Franklin, 1965, *Meloidogyne artiella* Franklin, 1961 y *Pratylenchus* spp. pueden causar pérdidas de distinta consideración; sin embargo en una estimación global, las mayores pérdidas corresponden a *H. avenae* Wollenweber, 1924, distribuida por más de 40 países de los cinco continentes; en Europa está citada en 20 países en todas las latitudes, estando bien representada en países del área mediterránea (Francia, Grecia, Italia, Bulgaria, España, Yugoslavia, Israel, Marruecos, Argelia y Túnez). En Victoria y el Sur de Australia ha sido considerada como el mayor agente causante de pérdidas en los cultivos de trigo (Brown, 1985). En España se encuentra presente en la mayoría de las áreas cerealistas, con unos niveles de infestación a veces muy elevados (Valdeolivas, 1987).

La rotación de cultivos es el método de control más antiguo y uno de los más eficaces, por tratarse de un nematodo específico de gramí-

neas, y aunque su aplicación es limitada para grandes extensiones por la dificultad de encontrar cultivos alternativos a los cereales, figura en todos los programas de lucha integrada.

Los efectos de la rotación sobre las poblaciones de *H. avenae* y sobre el hospedador han sido estudiados por numerosos autores (Stone, 1968; Dixon, 1969; Gair *et al.*, 1969; Meagher y Brown, 1974; Kerry y Crump, 1977; Rivoal y Sarr, 1987... etc.) habiendo observado que el cultivo intensivo de cereal no conduce necesariamente a un aumento de las poblaciones del nematodo, que pueden experimentar un descenso o mantenerse a unos niveles bajos, fenómeno no bien explicado y que se ha atribuido a competencia con otros patógenos (Cook, 1969) o con otros factores bióticos (Kerry y Crump, 1977). Por otro lado, aunque es obvio que el daño producido a las plantas por los nematodos está relacionado con el grado de infestación del suelo, no se conoce con exactitud la naturaleza de esta relación (Seinhorst, 1986), ni siempre es posible establecer una correspondencia entre poblaciones del nematodo y pérdidas en el rendimiento; así de 15 experimentos realizados en U.K. en dos años (Stone, 1968), solo uno

cada año mostró un descenso significativo del rendimiento del cereal asociado a las poblaciones iniciales del nematodo, y en experimentos realizados en tres localidades francesas (Rivoal y Sarr, 1987) esta correlación se observó en dos de ellas.

En este trabajo se presentan los resultados de los experimentos de campo sobre rotación de cultivos, se hace una valoración de su influencia sobre las poblaciones de *H. avenae* y sobre el desarrollo y rendimiento de trigo y se discute su eficacia como método de control de este nematodo.

MATERIAL Y METODOS

Los experimentos se llevaron a cabo en los años agrícolas 1984-85, 1985-86, 1986-87 y 1987-88 en la Finca Experimental "La Higuera" en Santa Olalla (Toledo) en un área infestada espontáneamente por *H. avenae*, que en 1983-84 había estado sembrada de trigo, *Triticum aestivum* L., cv. Anza que se había mostrado muy sensible al ataque del nematodo y que se utilizó también en los años siguientes como hospedador.

Se emplearon 24 parcelas de 50 m² con tres repeticiones por tratamiento, según diseño de bloques completos al azar. Se efectuaron rotaciones con veza, girasol y barbecho (Tabla 1). Como testigo se utilizaron cuatro parcelas de características similares situadas en un área no infestada de la misma finca.

Los análisis de suelo en el área de estudio dieron como resultado: textura franco arenosa; pH = 6.4; materia orgánica = 0.90% bajo contenido en nitrógeno y medio en fósforo y potasio; capacidad de retención de agua = 60 L m⁻².

Se aplicaron tratamientos fertilizantes de NPK (110:120:60 UF ha⁻¹) y herbicida de clortolurón (1.6 L ha⁻¹ de materia activa).

Las condiciones climáticas a lo largo de los cuatro años pueden verse en la figura 1.

De cada una de las parcelas se cogieron cuatro muestras de suelo que se reunieron y homogeneizaron para tomar una muestra media antes de la primera siembra (poblaciones iniciales), repitiéndose el proceso cada uno de los años siguientes después de la recolección (poblaciones finales). Los quistes se extrajeron por el método de Fenwick, y en ellos se determinaron el número de huevos y juveniles de segundo estadio por gramo de suelo ($h + J_2$ g de suelo⁻¹). Los efectos de estas poblaciones sobre el hospedador se midieron cada año en la recolección por los siguientes parámetros: rendimiento de grano y paja (g m⁻²), número de espigas m⁻² y altura media (cm). De estos parámetros, el rendimiento de grano es el más afectado y a la vez el más representativo, ya que engloba al número de espigas m⁻², al número de granos espiga⁻¹ y al peso de 1000 granos (Romero *et al.*, 1989), por lo que le hemos considerado por separado.

Como el reparto de las poblaciones de *H. avenae* en el suelo es muy irregular (Romero *et al.*, 1989) y su

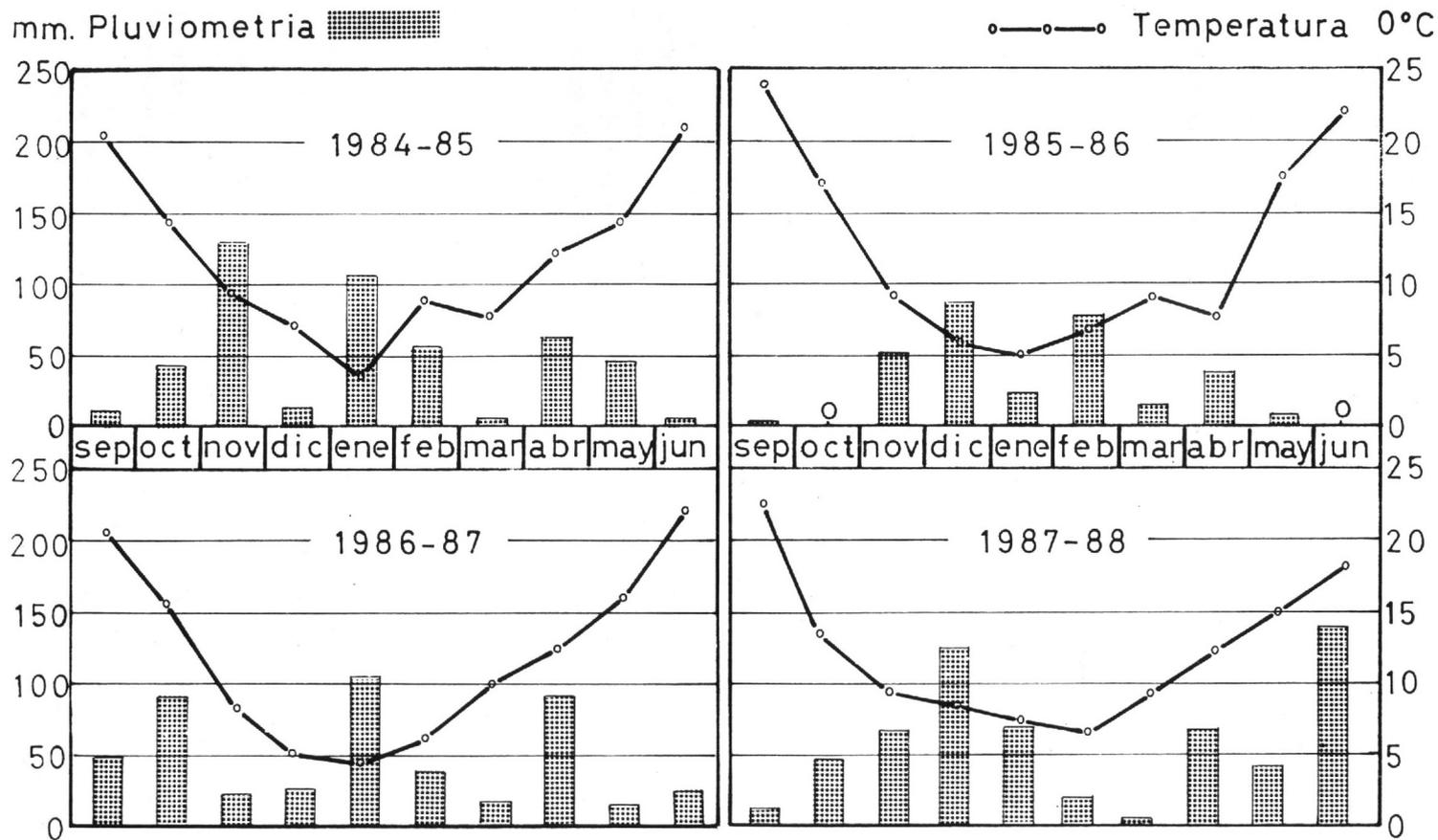


FIG. 1.—Climatología a lo largo de los cuatro años.

TABLA 1

Distribución de parcelas y cultivos en el período de experimentación.
G = girasol; T = trigo; V = veza y B = barbecho.

Referencia	Parcelas	Campañas				
		83-84	84-85	85-86	86-87	87-88
Rotación 1*	2 - 11 - 17	T	T	V	T	V
	5 - 15 - 24	T	T	G	T	G
	8 - 14 - 22	T	T	B	T	B
Rotación 2	1 - 10 - 18	T	G	T	G	T
	4 - 9 - 19	T	B	T	B	T
	6 - 12 - 21	T	V	T	V	T
Monocultivo no hospedador	3 - 13 - 23	T	V	V	V	V
Monocultivo hospedador	7 - 16 - 20	T	T	T	T	T

* La rotación 1 para el año 1985 se ha considerado como monocultivo.

incidencia sobre el hospedador muy variable, no hemos creído oportuno hacer ningún tipo de análisis estadístico con los resultados obtenidos; no obstante éstos muestran claramente las tendencias de las poblacio-

nes en rotación y en monocultivo y sus efectos sobre los diferentes parámetros agronómicos que hemos expresado en porcentajes de diferencias con respecto a los testigos.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la figura 2 se han representado los efectos de la rotación y el monocultivo en las poblaciones del nematodo y en el rendimiento de grano. Los valores de poblaciones y rendimientos corresponden a la media de las parcelas que llevan el mismo cultivo y se han agrupado según la secuencia de hospedador o no hospedador.

De la observación conjunta de las figura 2a y 2b se deduce que los ren-

dimientos de trigo son semejantes en los tres tipos de rotación (girasol veza, barbecho), al igual que la tendencia de las poblaciones que aumentan en presencia de trigo y disminuyen en cultivo no hospedador.

Como puede verse, las poblaciones experimentan importantes descensos en cultivos no hospedadores o barbecho (Figs. 2a, años 1986 y 88 y 2b, años 1985 y 87). En monocultivo de planta no hospedador:

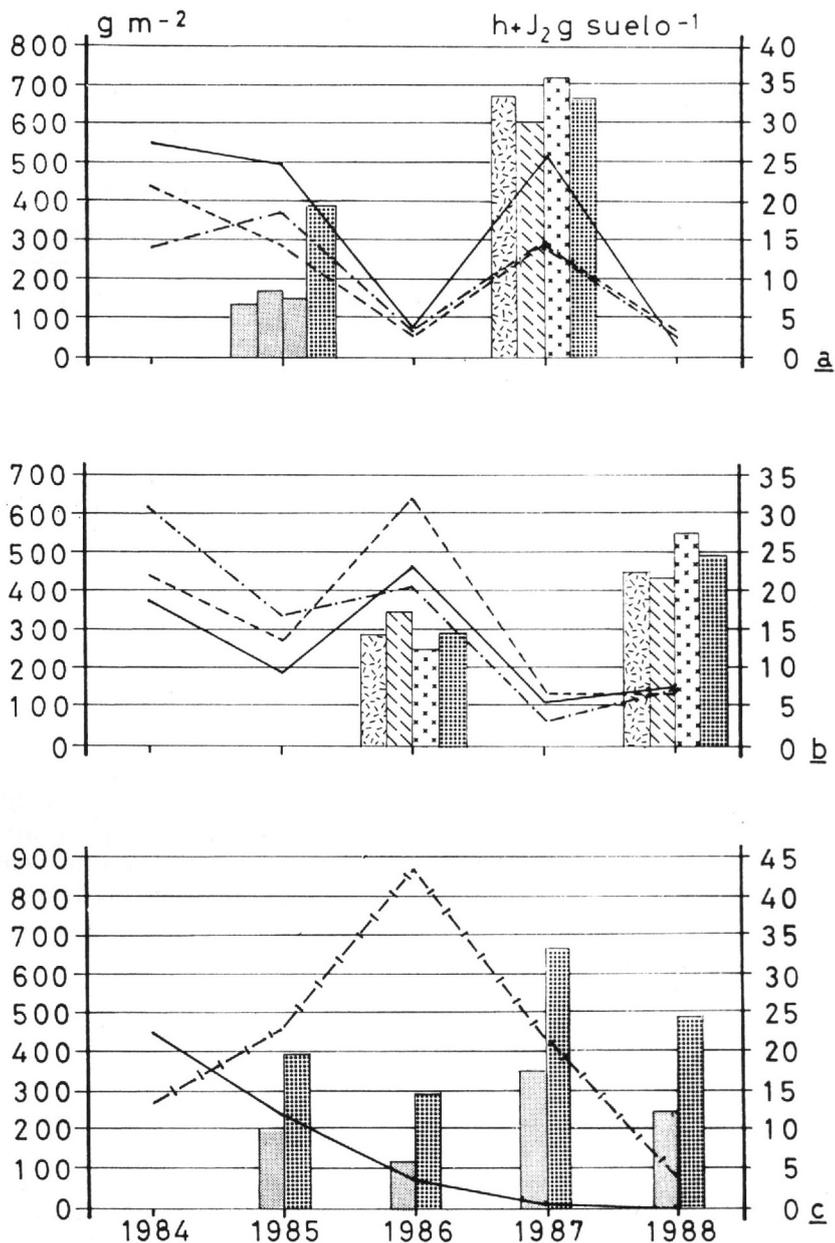


FIG. 2.—Poblaciones de H. avenae y rendimientos de trigo en rotación y en monocultivo. Poblaciones en rotación con veza ———; girasol - - - - -; barbecho - - - - - y monocultivo de trigo -|-|-|. Rendimientos en rotación con veza

* * * * * ; girasol * * * * * ; barbecho // // // ;
 monocultivo de trigo [grid] y testigo [grid]

a = rotación 1; b = rotación 2; c = monocultivos 1 y 2.

(Fig. 2c) las poblaciones se reducen a unos niveles mínimos ($0.5 \text{ h} + J_2 \text{ g de suelo}^{-1}$) en tres años, a semejanza de lo que ocurre en otros países (Millikan, 1938; Rivoal y Sarr, 1987). En las rotaciones 1 y 2, las poblaciones experimentan un ascenso en presencia de trigo que puede llegar a $25\text{-}30 \text{ h} + J_2 \text{ g de suelo}^{-1}$ (Figs. 2a, año 1987 y 2b, 1986). En monocultivo de trigo (Figs. 2a y 2c, año 1985) las poblaciones superiores a $20 \text{ h} + J_2 \text{ g de suelo}^{-1}$ tienden a decrecer, mientras que las inferiores aumentan en el segundo año, lo cual coincide con las observaciones de Stone (1968). El equilibrio podría alcanzarse con poblaciones próximas a $20 \text{ h} + J_2 \text{ g de suelo}^{-1}$ a semejanza de lo que ocurre en las poblaciones francesas (Rivoal y Sarr, 1987); sin embargo, en el tercer año las poblaciones próximas a $20 \text{ h} + J_2 \text{ g de suelo}^{-1}$ ascienden bruscamente hasta $43.7 \text{ h} + J_2 \text{ g de suelo}^{-1}$ (Fig. 2c) a semejanza de las poblaciones australianas que con *Avena fatua*, el mejor hospedador llegan a un tope de $42.2 \text{ h} + J_2 \text{ g de suelo}^{-1}$ (Meagher y Brown, 1974). Al año siguiente bajan hasta alcanzar niveles parecidos a los que tenían antes, y continúan descendiendo al año siguiente, llegando a $4.5 \text{ h} + J_2 \text{ g de suelo}^{-1}$ al igual que ocurre en poblaciones inglesas que llegan a $5.2 \text{ h} + J_2 \text{ g de suelo}^{-1}$ (Dixon, 1969). Este fenómeno del descenso de las poblaciones del nematodo en presencia de monocultivo hospedador ha sido observado en muchos países y comentado en la introducción.

Los porcentajes de descenso de las poblaciones de *H. avenae* en presencia de no hospedadores en las rotaciones 1 y 2 presentan unos valores

medios de 45.5 (36-50) en 1985 mientras que en los restantes años los valores son superiores y semejantes entre sí (80-83%). Los descensos al final del experimento con respecto a las poblaciones iniciales fueron de 60-90%, estando la mayoría en 70-80%. En monocultivo de veza, los descensos alcanzaron el 97.8% en tres años y el 100% al final.

La tasa de reproducción en cultivo hospedador, población final/población inicial (P_f/P_i) fue de 1.0 (0.69-1.6) para 1985, menor que en los años siguientes que fue de 2.5 (1.2-2.5), 4.6 (3.7-5.6) y 1.5 (1.2-2.0) para 1986, 1987 y 1988 respectivamente.

Es de destacar que en 1985 coincidieron los menores descensos de población en no hospedador con la menor tasa de reproducción en trigo lo que significa que por alguna razón desconocida hubo un fallo en la emergencia de J_2 , a pesar de que las condiciones climáticas en noviembre-febrero (Valdeolivas, 1987) parecen las adecuadas.

La Fig. 2 nos muestra también con claridad que los rendimientos de trigo en monocultivo (Fig. 2a, año 1985 y 2c todos los años) son bajos con respecto a los testigos y muy inferiores a los que se obtienen en rotación con independencia de lo que ocurra con las poblaciones de nematodo. Esta aparente falta de relación entre poblaciones de *H. avenae* y rendimiento de trigo podría explicarse si tenemos en cuenta que la acción del nematodo, aunque importante es uno de los muchos factores que inciden en el rendimiento; queda sin valorar el efecto de otros factores bióticos y abióticos que pueden llevar a un desarrollo

favorable de la planta que consiga soportar el ataque con menor detrimento (como ocurrió en 1987), o por el contrario a un crecimiento pobre, lo cual según Meagher y Brown (1974) puede dar como resultado un menor consumo de nutrientes y por consiguiente un mejor aprovechamiento del cultivo de lo que cabría esperar considerando sólo las poblaciones del nematodo.

En las Tablas 2 y 3 se dan los valores medios y errores estándar para cada parámetro y las diferencias % con relación al testigo para rotación y monocultivo.

Como puede apreciarse, todos los parámetros resultan afectados por el ataque del nematodo como corresponde a la sintomatología, plantas más bajas, más débiles, con escaso o nulo ahijamiento, espigas más pequeñas y con menos grano. En las dos rotaciones las pérdidas son muy bajas (no llegan al 10% en rendimiento de grano, excepto en 1986 en la rotación con veza que es 16%). Por el contrario en monocultivo las pérdidas son importantes sobre todo para el rendimiento de grano (Fig. 2a, año 1985 y 2c) y número de espigas m^{-2} (Tabla 3, monocultivo 1 y 2), y esto afecta tanto a las parcelas con solo dos años de monocultivo (Fig. 2a, 1985) como a las de cinco años de monocultivo (Fig. 2c). De los otros parámetros, la altura resulta menos afectada y las diferencias en el rendimiento de paja son muy variables.

Las pérdidas en rendimiento de grano en monocultivo de trigo oscilan entre el 50 y el 60% aproximadamente, y las diferencias con las parcelas de rotación para los mismos años son entre el 40 y el 60% (excepcionalmente el 71.7% en 1986 en rotación con barbecho). Esto coincide con los resultados de Gair *et al.* (1986), los rendimientos en cultivo continuo de cereal eran la mitad que en rotación, ya se pusiera cereal cada dos o cada tres años y este fenómeno se repetía incluso en ausencia de patógenos, aunque con menores diferencias.

Las diferencias entre años en desarrollo y rendimiento de testigos y plantas infestadas (Fig. 2, Tablas 2 y 3) se explican por diferencias climáticas, y en un clima semiárido principalmente por el volumen y distribución de las precipitaciones. En la Fig. 1 puede verse que en la campaña 1985-86, el volumen no llegó a 300 mm, insuficiente para conseguir un desarrollo normal de la planta. En 1984-85 y 1987-88, las precipitaciones fueron más abundantes, pero hubo un déficit hídrico en el mes de marzo, época de la formación de las espigas. En 1986-87 el volumen y distribución de la lluvia fueron más adecuados para satisfacer las necesidades hídricas del trigo con lo que las plantas tuvieron un desarrollo favorable que se tradujo en unos rendimientos satisfactorios.

CONCLUSIONES

En rotación las poblaciones de *H. avenae* experimentan descensos

importantes en presencia de no hospedadores, quedando al final del

TABLA 2

Valores medios, errores estandard y porcentaje de diferencias con respecto al testigo para todos los parámetros en parcelas con rotación.

ROTACION 1 (1987)

Parcelas	Altura			N.º de espigas			Peso paja			Peso grano		
	Infestada	Testigo	%dif.	Infestada	Testigo	%dif.	Infestada	Testigo	%dif.	Infestada	Testigo	%dif.
2-11-17	88.0±9.0	89.0±2.1	-1.2	634.0±51.2	577.1±22.2	+9.8	908.7± 55.9	850.8±32.2	+6.8	721.3±30.6	667.0±23.7	+8.1
5-15-24	87.0±2.1	"	-2.3	564.0±49.8	"	-2.3	842.7± 22.5	"	-3.1	674.0±21.4	"	+1.0
8-14-22	92.0±2.0	"	+3.4	533.3±57.3	"	-7.7	791.0±138.2	"	-7.0	605.7±87.8	"	-9.3

ROTACION 2 (1986)

Parcelas	Altura			N.º de espigas			Peso paja			Peso grano		
	Infestada	Testigo	%dif.	Infestada	Testigo	%dif.	Infestada	Testigo	%dif.	Infestada	Testigo	%dif.
1-10-18	65.7±0.9	64.7±0.5	+1.5	340.0±57.6	346.5±15.3	-1.9	479.8± 59.3	479.0±30.2	+0.2	290.2±57.6	294.3±20.5	-1.4
4- 9-19	63.3±1.2	"	-2.6	372.3±35.6	"	+7.3	570.2± 55.7	"	+19.0	346.5±44.5	"	+11.8
6-12-21	65.0±1.7	"	+0.5	327.7±11.4	"	-5.5	386.8± 73.2	"	-19.3	246.6±40.1	"	-16.2

ROTACION 2 (1988)

Parcelas	Altura			N.º de espigas			Peso paja			Peso grano		
	Infestada	Testigo	%dif.	Infestada	Testigo	%dif.	Infestada	Testigo	%dif.	Infestada	Testigo	%dif.
1-10-18	76.7±1.8	89.0±2.1	-13.8	322.7±23.1	314.7± 8.5	+2.5	496.9± 69.1	538.7±34.9	-7.8	453.1±20.2	483.3±18.4	-6.3
4- 9-19	77.3±1.8	"	-13.5	298.0±20.3	"	-5.3	531.3±121.9	"	-1.5	438.6±37.8	"	-9.2
6-12-21	79.0±2.6	"	-11.2	323.3±21.3	"	+2.7	587.9± 74.1	"	-9.1	549.1±46.9	"	+13.6

TABLA 3

Valores medios, errores estandar y porcentajes de diferencias con respecto al testigo para todos los parámetros en parcelas con monocultivo.

MONOCULTIVO 1

Año	Altura			N.º de espigas			Peso paja			Peso grano		
	Infestada	Testigo	% dif.	Infestada	Testigo	% dif.	Infestada	Testigo	% dif.	Infestada	Testigo	% dif.
1985	58.0±2.6	69.4±2.2	-16.4	330.0± 5.1	444.0± 4.7	-25.7	341.6± 48.6	376.9± 7.3	-9.4	204.9± 52.6	395.4± 6.7	-48.2
1986	57.0±3.8	64.7±0.5	-11.9	263.3±81.5	346.5±15.3	-24.0	401.2±107.1	479.0±30.2	-16.3	118.1± 51.7	294.3±20.5	-59.9
1987	85.3±1.3	89.0±2.1	-4.2	379.3±77.3	577.1±22.2	-34.3	372.3±137.8	850.8±32.2	-56.3	344.0±121.1	667.0±23.6	-48.5
1988	72.3±1.2	89.0±2.1	-18.8	298.7±29.9	314.7± 8.5	-5.1	326.5± 17.0	538.7±34.9	-39.4	243.5± 12.0	483.3±18.4	-49.6

MONOCULTIVO 2 (1985)

Parcelas	Altura			N.º de espigas			Peso paja			Peso grano		
	Infestada	Testigo	% dif.	Infestada	Testigo	% dif.	Infestada	Testigo	% dif.	Infestada	Testigo	% dif.
2-11-17	57.0±1.1	69.4±2.2	-17.9	310.0±21.5	444.0± 4.7	-30.2	305.2± 38.4	376.9± 7.3	-59.5	153.5± 26.6	395.4± 6.7	-61.2
5-15-24	56.0±4.0	"	-19.3	291.7±19.7	"	-34.2	274.0± 28.4	"	-27.3	144.8± 8.9	"	-63.4
8-14-22	58.0±1.5	"	-16.4	303.7±18.1	"	-31.5	298.7± 60.7	"	-20.7	165.0± 54.3	"	-58.3

experimento reducidas en un 60-90% (la mayoría en un 70-80%). En monocultivo de no hospedador quedan reducidas a $0.5 \text{ h} + J_2 \text{ g}$ de suelo⁻¹ en tres años, lo que significa un descenso del 97.8%.

En monocultivo de planta hospedadora las poblaciones ascienden los dos primeros años, sufriendo luego un descenso brusco que continúa los años siguientes, quedando al cabo de cinco años a niveles bajos ($4.5 \text{ h} + J_2 \text{ g}$ de suelo⁻¹).

Las pérdidas de rendimiento en monocultivo de trigo son de aproximadamente 50-60% con independencia de los años que lleve el cultivo y de las poblaciones del nematodo,

mientras que en rotación no superan en general el 10%.

La rotación al 50% de trigo con planta no hospedadora (veza o girasol) o con barbecho es suficiente para conseguir unos rendimientos de trigo semejantes a los del testigo, con independencia de lo que ocurra con las poblaciones del nematodo.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha a través del Convenio con el Centro de Ciencias Medioambientales "Investigaciones sobre técnicas de cultivo, fertilización y control de nematodos en cereales de secano".

BIBLIOGRAFIA

- BROWN, R. H., 1985. The selection and management strategies for controlling nematodes in cereals. *Agric. Ecosystems Environ.*, 12: 371-388.
- COOK, R., 1969. Studies on the interrelation of the cereal-cyst nematode (*Heterodera avenae*) and the take-all fungus (*Ophiolobus graminis*) on barley. *Proceedings 5th British Insecticide Fungicide Conference*, Brighton, 3: 626-634.
- DIXON, G. M., 1969. The effect of cereal cyst eelworm on spring sown cereals. *Pl. Path.*, 18: 109-112.
- GAIR, R., MATHIAS, P. L. and HARVEY, P. N., 1969. Studies of cereal nematode populations and cereal yields under continuous or intensive culture. *Ann. Appl. Biol.*, 63: 503-512.
- KERRY, B. R. and CRUMP, D. H., 1977. Observations on fungal parasites of females and eggs of the cereal cyst nematode *Heterodera avenae* and other cyst nematodes. *Nematologica*, 23: 97-126.
- KORT, J., 1972. Nematode diseases of cereals of temperate climates. En *Economic Nematology*. J. M. Webster (ed.), 97-126. Academic Press London.
- MEAGHER, J. W. and BROWN, R. H., 1974. Microplot experiments on the effect of plants hosts on populations of the cereal cyst nematode (*Heterodera avenae*) and on the subsequent yield of wheat. *Nematologica*, 20: 337-346.
- MILLIKAN, C. R., 1938. Eelworm (*Heterodera schachtii* Schmidt) disease of cereals. *J. Dep. Agric. Victoria, Aust.*, 452-468, 509-520.
- RIVOAL, R. and SARR, E., 1987. Field experiments on *Heterodera avenae* in France and implications for winter wheat performance. *Nematologica*, 33: 460-479.

- ROMERO, M. D., VALDEOLIVAS, A. y LACASTA, C., 1989. Respuesta de dos cultivos de trigo a *Heterodera avenae* en la Región Central de España. *Nematol. mediterr.*, 17: 73-76.
- SEINHORST, W., 1986. Effects of nematode attack on the growth and yield of crop plants. En *Cyst Nematodes*. F. Lamberti and C. E. Taylor (ed.) 191-210. Plenum Press, New York.
- STONE, L. E. W., 1968. Cereal cyst eelworm in spring barley damage assessment experiments 1963-64. *Pl. Path.*, 17: 148-150.
- VALDEOLIVAS, A., 1987. Estudio bioecológico y variabilidad intra específica del nematodo de los cereales *Heterodera avenae*. Wollenweber, 1924 (Nematoda: Heteroderidae) en la España Mediterránea. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Madrid.

Recibido: 20-12-90.

Aceptado: 8-3-91.