

## Resistencia de cereales a patotipos españoles de *Heterodera avenae*: una característica agronómica a tener en cuenta

AGUSTÍN SÁNCHEZ y MARÍA CRISTINA ZANCADA

Se describen los problemas planteados por *Heterodera avenae* en los cultivos de cereales, debidos a su amplia distribución, a los daños y pérdidas de rendimiento que provoca, a su supervivencia en el suelo y a la existencia de diferentes patotipos dentro de la especie.

Se hace una revisión de los sistemas de control de esta especie y se pone de manifiesto que le mejor método de lucha contra *H. avenae* es el empleo de variedades resistentes a cada uno de los patotipos, por ser agronómicamente eficaz, ambientalmente adecuado y económicamente factible.

Se enfatiza la necesidad de testar la resistencia de las variedades de cereal de uso nacional a los patotipos de *H. avenae* existentes en España, haciendo constar que ésta debiera figurar en el apartado de resistencia a enfermedades que figura en las fichas de características agronómicas de dichas variedades.

A. SÁNCHEZ y C. ZANCADA. Instituto de Edafología y Biología Vegetal, CSIC, Serrano, 115, Apdo. 28006. Madrid.

### INTRODUCCION

La agricultura presenta una importancia capital para la sociedad, ya que la alimentación humana depende en su casi totalidad de las plantas verdes, que son las únicas capaces de incorporar elementos inorgánicos simples al rango de moléculas orgánicas asimilables por nuestro organismo.

Con la demanda de alimentación creciente, desde que el hombre se hizo sedentario la agricultura ha sido el único medio que nos ha permitido obtener alimentos en cantidades suficientes para atender nuestras necesidades, complementada además con la ganadería que de forma muy directa depende también de ella.

Esta demanda de alimentos en continuo crecimiento obliga a una producción agrícola cada vez mayor, y la tendencia predecible en un futuro próximo sigue en esta línea.

BAWDEN (1948) ya indicaba que, en teoría, este incremento de la productividad agrícola

podría llevarse a cabo de dos modos: bien aumentando la extensión de los cultivos, o bien aumentando el rendimiento de los ya existentes.

Dada la imposibilidad, en la mayoría de los casos, de obtener un mayor número de terrenos cultivables, es evidente que la meta ha de establecerse en el aumento del rendimiento de los ya existentes.

Este aumento ha de basarse, según BAILEY y WADDELL (1979), en los frutos de la investigación científica y en la aplicación de tecnología nueva y mejorada, con vistas a que las técnicas agrícolas sean: 1) agronómicamente eficaces —aumentando la productividad y calidad de los cultivos—; 2) ambientalmente adecuadas —reduciendo y controlando los contaminantes—, y 3) económicamente factibles —compatibilizando las implicaciones económicas con los objetivos perseguidos.

De hecho, como señala BOVEY (1971), en los países industrializados, una escasa pro-

porción de la población, dotada con un equipo perfeccionado, es suficiente hoy en día para asegurar el abastecimiento de todos los habitantes. Este punto, según este autor, sólo ha podido alcanzarse gracias a una mejora constante de los medios de que dispone el cultivador para luchar contra las innumerables enfermedades que amenazan sus cosechas. Dentro de estas enfermedades podemos distinguir dos tipos: las de naturaleza no parasitaria o fisiopatías, debidas a condiciones climáticas, edáficas o atmosféricas anormales, y a lesiones traumáticas, tanto mecánicas como químicas. El otro tipo es el de las enfermedades parasitarias y plagas, a las que, a pesar del control ejercido, se atribuye hoy en día la destrucción de aproximadamente un cuarto de la producción agrícola mundial. Ahora bien, si no se luchara contra estos parásitos, las pérdidas serían mucho más considerables aún y el rendimiento de la agricultura disminuiría sensiblemente. Dentro de estos agentes de enfermedades, los nematodos fitoparásitos provocan daños en los cultivos que tienen una intensidad variable según las regiones, la planta que se cultiva y, naturalmente, la especie de nematodo de que se trate.

### DISTRIBUCION Y PERDIDAS EN CULTIVOS DE CEREALES

Los cultivos de cereales se encuentran fuertemente atacados por nematodos, siendo *Heterodera avenae* (WOLLENWEBER, 1924) la

especie más importante por ocasionar graves pérdidas en el rendimiento de estos cultivos. Así, en la India, donde recibe el nombre de enfermedad de «molya» en trigo y cebada, las pérdidas alcanzan según SIKORA *et al* (1972) el 50%, cantidad que se sobrepasa con frecuencia en Australia, como indican MEAGHER *et al.* (1978). En Alemania, país donde fue descubierta esta especie por KUHN (1874), ha sido calificada por STURHAN (1982) como la más importante con diferencia en todos los suelos agrícolas del país. En Suecia y Holanda es considerada como un problema capital, apareciendo en este último país en el 60% de las muestras recogidas sistemáticamente. En Inglaterra ataca a todos los cereales, y más especialmente a la cebada. En Italia provoca graves daños, sobre todo en trigo, presentándose en el 37% de las muestras de este cereal y en el 33% de las de avena. En Francia, RITTER (1973) indica que el porcentaje general de pérdidas en la mayor parte del país está entre el 5% y el 10%. En cuanto a España, en la Tabla I presentamos una estimación actualizada, realizada con datos del Anuario de Estadística Agraria de 1984 a los que se les ha aplicado el menor porcentaje de pérdidas indicado por la Sociedad Americana de Nematología (1971), y en la que se observa que las posibles pérdidas debidas a *H. avenae* en trigo, cebada, avena y centeno superan los veinte mil millones de pesetas al año en nuestro país.

Su presencia en las áreas cerealistas de los cinco continentes hace que el problema sea de ámbito mundial. En Europa, donde *H.*

Tabla I.—Estimación de pérdidas anuales en cereales debidas a *H. avenae*.

	PRODUCCION			PERDIDAS 5%	
	Miles ha.	Miles Tm.	Millones ptas.	Millones ptas.	Ptas/ha.
Trigo .....	2.305,6	6.052,2	143.800,3	7.190,0	3.118,5
Cebada .....	4.022,9	10.789,1	234.339,2	11.717,0	3.495,1
Avena .....	479,3	787,9	17.042,3	852,1	1.777,8
Centeno .....	230,5	315,0	7.043,4	352,2	1.528,0
Total .....	7.038,3	17.944,2	402.225,2	20.111,3	

*avenae* fue detectada en primer lugar, los estudios se iniciaron durante la primera mitad de este siglo y la Organización Europea y Mediterránea para la Protección Vegetal (OEPP-EPPA) ha reconocido la importancia de los ataques de este parásito, creando el Grupo de Expertos sobre Nematodos Formadores de Quistes en Cereales.

### CARACTERISTICAS BIOLÓGICAS DE *H. AVENAE*

Conocida en todo el mundo como el nematodo de los cereales, *H. avenae* es una especie cosmopolita que, al igual que las restantes de la familia exhibe una característica particular, cual es el que presenta una forma de resistencia, llamada quiste, a lo largo de su ciclo biológico (Fig. 1). LUC *et al.* (1986) definen este quiste como un saco perdurable de color pardo, que deriva de la pared del cuerpo de la hembra madura y que contiene huevos. Esta estrategia ya fue observada por CHATIN (1887), quien indicó que uno se explica fácilmente cómo un quiste de esta estructura puede atravesar la época desfavorable, asegurando una potente protección a los huevos que contiene. Esta realidad se constata al describir someramente el ciclo biológico de esta especie. Las dos primeras fases larvianas L1 y L2 se desarrollan en el

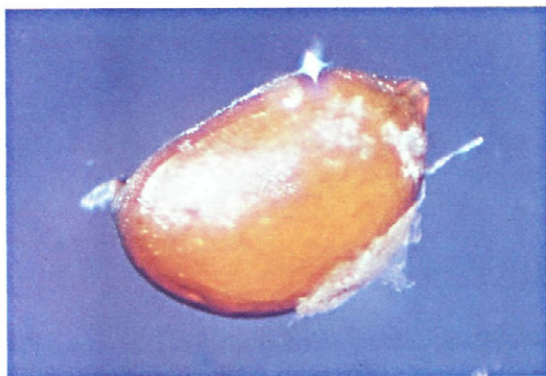


Fig. 1.—Quiste de *Heterodera avenae*.

interior del huevo (Fig. 2a), y es la larva de segunda fase, que es la infectiva, la que emerge del mismo. La eclosión de los huevos (Figs. 2b y 2c) no es del 100% sino menor, por lo que un mismo quiste puede dar larvas infectivas durante varios años. MEAGHER (1974) ha demostrado que, en laboratorio y en condiciones de sequedad, pueden sobrevivir al menos cinco años. Cuando las condiciones de humedad y temperatura son favorables, las larvas emergen del quiste y buscan las raíces de una planta hospedadora, en la que penetran a través de los tejidos próximos al ápice radicular y se instalan cerca del cilindro central (Fig. 2d), disponiéndose paralelas a él. Allí se alimentan y crecen, sufren la segunda, tercera y cuarta muda (Figs. 3-4), al cabo de las cuales se convierten en hembras engrosadas unidas por el cuello a la raíz, de la que sobresalen como puntos blancos, o bien en machos vermiformes que abandonan la raíz para ir a fecundar a las hembras (Fig. 5). La hembra fecundada se llena de huevos (Figs. 6-7), entre 200 y 600, su cuerpo se transforma en forma de un pequeño quiste de color marrónáceo, lleno de huevos embriónados. Mediante cultivo artificial (ZANCADA y SÁNCHEZ, 1986) hemos conseguido reproducir *in vitro* todo el ciclo. Obviamente, este desarrollo conlleva un daño en la planta, que es tanto mecánico, al romper las células y causar perforaciones en los tejidos, como químico, por inyección de enzimas digestivas, y de sustracción, por eliminación del contenido celular para su alimentación.

Este triple daño provoca una atrofia en el sistema radicular de la planta que se multiplica y ramifica, no creciendo en longitud, con lo que en épocas secas no puede profundizar en el suelo en busca de agua y la planta muere. Se forman también en las raíces atacadas unas zonas de necrosis que, además del daño mecánico por la rotura causada por la larva al penetrar, representan una vía de entrada para otros organismos patógenos, fundamentalmente hongos y bacterias, que



Fig. 2a.—Huevo con larva de 2.<sup>a</sup> fase plegada en cuatro.

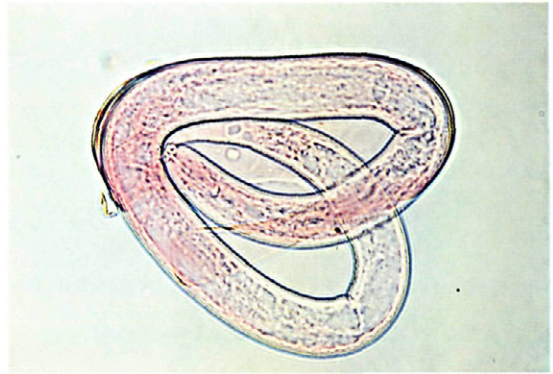


Fig. 2b.—Larva de 2.<sup>a</sup> fase eclosionando.



Fig. 2c.—Larva de 2.<sup>a</sup> fase eclosionando.

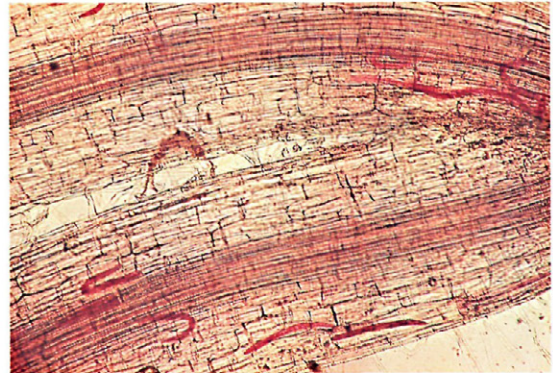


Fig. 2d.—Larvas de 2.<sup>a</sup> fase en raíz de trigo Anza.

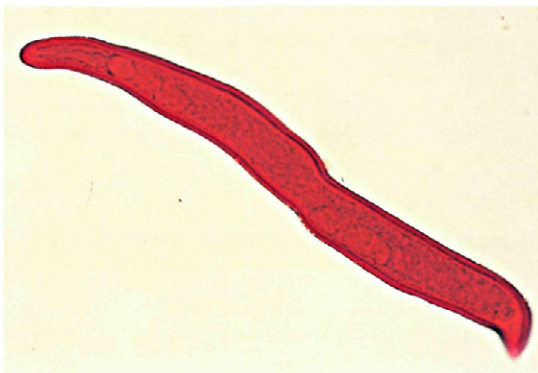


Fig. 3.—Larva de 3.<sup>a</sup> fase con primordio genital.

contribuyen a agravar la situación.

Los síntomas en la parte aérea del cereal se manifiestan por un porte reducido con hojas

de color amarillo-rojizo y en ocasiones con espiga prematura de pocos granos. En caso de ataque fuerte, el cultivo presenta rodales de vegetación rala y amarillenta con proliferación de malas hierbas. Naturalmente, estos hechos se traducen siempre en un descenso del rendimiento del cultivo atacado.

#### CARACTERIZACION DE PATOTIPOS

Además de su amplia distribución y de las pérdidas que ocasiona en los cultivos de cereales, *H. avenae* plantea otro problema, y es que presenta diferentes patotipos, esto es razas biológicas que atacan con distinto grado de virulencia a una misma variedad de cereal. El reconocimiento de esta caracterís-



Fig. 4a.—Larva de macho en 4.<sup>a</sup> fase.

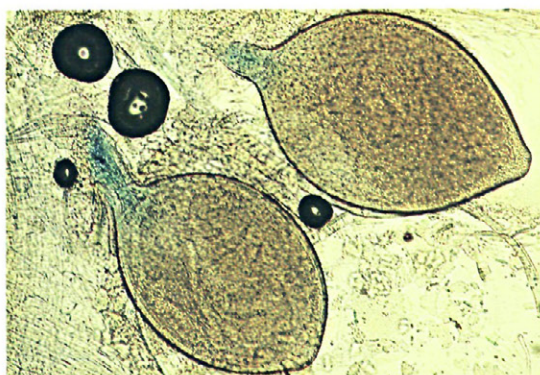


Fig. 5.—Hembras y macho en raíz de trigo Anza.



Fig. 4b.—Macho abandonando la muda de la 4.<sup>a</sup> fase.

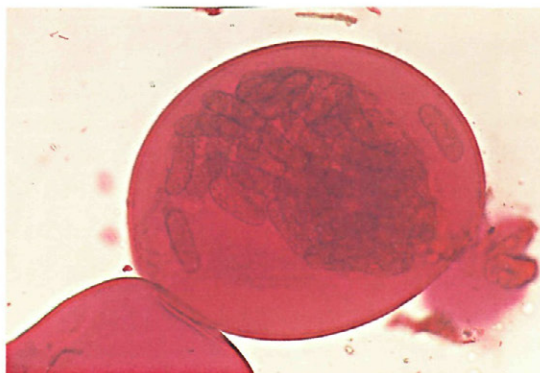


Fig. 6.—Hembra fecundada con huevos en su interior.



Fig. 4c.—Larva de hembra en 4.<sup>a</sup> fase.



Fig. 7.—Huevos de *H. avenae*.

tica, sumado a las descripciones poco uniformes de varios patotipos, desde que ANDERSEN (1959) detectara el primero en Dinamarca, lleva a NIELSEN (1972) a aconsejar, bajo los auspicios de la Sociedad Internacio-

nal de Nematología, el empleo de una serie de variedades de cereal discriminantes (Tabla II), cuyo conjunto constituye el denominado Test Internacional de Resistencia a *H. avenae*, que permite la caracterización de los

diferentes patotipos de esta especie, según su comportamiento frente a esas variedades.

Hasta el momento se han caracterizado trece patotipos con la siguiente distribución: uno en Australia, uno en la India y once en Europa, de los que tres son españoles y corresponden, según SÁNCHEZ y ZANCADA (en prensa), a tres áreas cerealistas diferentes en las provincias de Teruel, Toledo y Sevilla.

La caracterización de patotipos de *H. avenae* en España se está llevando a cabo del modo siguiente: en primer lugar, se ha planificado el muestreo para la detección de focos de infestación, dividiendo la Península en sus principales áreas cerealistas y teniendo en cuenta las diferentes características climáticas de cada una de ellas. Para la localización de un foco se realiza un primer viaje de prospección a la zona cerealista en cuestión, que se divide en cuadrículas U.T.M., recogién-dose en cada una de ellas muestras de trigo, cebada y avena, que se analizan en el laboratorio con el fin de ver cuál contiene mayor número de quistes. Una vez seleccionada ésta se recogen nuevas muestras del mismo punto y se extraen los quistes —son necesarios unos tres mil para cada patotipo—, que se conservan en cámara a 5° C para su posterior utilización.

Tabla II.—Test Internacional de resistencia a *H. avenae*.

<b>CEBADA</b>	<b>TRIGO</b>
Varde	Capa
Emir	68/1-7-15-13 (Loros)
Ortolan	Iskamish K-2-light
Siri	Aus 10894
Morocco	Psathias
Bajo Aragón	Iskamish K-2-dark
Martin 403-2	
Dalmatische	<b>AVENA</b>
P.31 322-1	Nidar II
	Sun II
	640318-40-2-1
	Silva
<b>CENTENO</b>	<i>A. sterilis</i> cc. 4658
Petkus Spring	IGV. H72-646
Rogo	Ty. 72-42-1
	Ty. 72-49-1

Tras el análisis de los resultados obtenidos de la aplicación del Test Internacional, el patotipo queda caracterizado y se le asigna un código determinado, según el grupo al que pertenece y su número de orden. Así, los patotipos de Toledo, Sevilla y Teruel han sido denominados *Ha71*, *Ha81* y *Ha22*, respectivamente. El Test Internacional, al tiempo que permite determinar la virulencia o avirulencia del patotipo sobre las veinticinco variedades de cereal ya mencionadas, pone obviamente de manifiesto la resistencia o susceptibilidad de las mismas frente a aquél, radicando precisamente en este aspecto la vertiente de ciencia aplicada de esta línea de investigación. Sin embargo, esta información, útil sin duda alguna, resulta insuficiente, ya que las variedades utilizadas en el Test Internacional no coinciden con las empleadas por nuestros agricultores, por lo que estamos llevando a cabo lo que denominamos el Test Nacional, enfrentando los tres patotipos que ya hemos caracterizado con las variedades de cereal más utilizadas en España y que nos proporciona el Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero.

Todos estos estudios van encaminados a la implantación de variedades resistentes como mejor método de lucha contra el nematodo de los cereales, ya que, como veremos a continuación, resulta el método más simple, barato y eficaz de los descritos hasta el momento.

## MÉTODOS DE CONTROL CONTRA EL NEMATODO DE LOS CEREALES

Realmente, el control no debería esperar a que el problema llegue al cultivo, por lo que el primer método habría de ser de tipo preventivo; para ello sería recomendable que, dentro del apartado de resistencia a enfermedades que figura en las fichas de características agronómicas de las diferentes variedades de cereal, se incluyera la resistencia a los

patotipos españoles ya caracterizados de *H. avenae*, lo que evitaría desagradables sorpresas, aún cuando el cultivo se instalara, real o aparentemente, por primera vez, ya que los quistes de esta especie pueden encontrarse en cultivos que no parasitan, como han detectado SÁNCHEZ *et al.* (1983) sobre leguminosas y patata de la provincia de Teruel.

Dado que lo más frecuente es iniciar la lucha cuando el agente patógeno ya está introducido en el cultivo y provoca pérdidas cuantiosas, existen diversos métodos de control que responden a otras tantas concepciones diferentes de cómo enfrentarse con este problema y que pueden agruparse en cuatro grandes categorías: métodos físicos, químicos, culturales y biológicos. De entre los métodos físicos, descritos en la bibliografía, el más idóneo parece ser la desinfección de suelos mediante vapor de agua a presión, pero, como indica DE GUIRAN (1983), las instalaciones costosas y laboriosas limitan su empleo a superficies muy restringidas.

Los métodos químicos tienen un empleo bastante extendido, se utilizan nematicidas, tanto fumigantes como no volátiles, pero unos y otros deben aplicarse con aparatos especiales y en condiciones adecuadas, por lo que representan un gasto adicional y generalmente muy elevado, que no todos los cultivos pueden permitirse, como es el caso de los cereales. Con respecto a su acción, si bien en principio provocan un aumento en el rendimiento del cultivo, suele ser a costa de destruir también la fauna saprófita del suelo, lo que representa una simplificación excesiva del sistema, a veces con consecuencias contrarias a largo plazo a las deseadas.

Dentro de los métodos culturales se distinguen dos prácticas: la variación de la época de siembra y la rotación de cultivos. La variación de la época de siembra tiene como fin evitar en la medida de lo posible que ésta coincida con la fase de actividad del nematodo; evidentemente, esta práctica presenta como condición *sine qua non* conocer perfec-

tamente el ciclo biológico de *H. avenae* en cuestión y la adecuación de la variedad de cereal al cambio de época de siembra. La rotación de cultivos en agricultura tiene efectos similares a los de las poblaciones vegetales mixtas en la Naturaleza, estribando la diferencia en que la rotación separa las plantas susceptibles a un determinado parásito en el tiempo, mientras que los hábitats naturales las separan en el espacio. Con la rotación de cultivos se pretende privar al parásito de alimento durante un tiempo lo bastante largo como para que los niveles de sus poblaciones desciendan suficientemente en el suelo. Para ello, se alterna un cultivo susceptible con el de una planta no multiplicadora del parásito contra el que se quiere luchar. Esta planta no hospedadora debe ser económicamente rentable (si bien los motivos económicos son a menudo incompatibles con una rotación adecuada) y agrónomicamente compatible con el cultivo que se va a proteger, por lo que no debe favorecer otras enfermedades del mismo. En el caso de *H. avenae*, la rotación más frecuente es la de cereal-leguminosa, pero los problemas mencionados, propios de cualquier rotación, sumados al hecho de que los quistes de esta especie perduren viables en el suelo durante varios años, como ya se ha indicado anteriormente, y que incluso se desarrollen sobre gramíneas silvestres, hace muy difícil el diseño de una rotación adecuada.

Sobre los métodos biológicos para luchar contra nematodos fitoparásitos en general, hay que decir que algunos se encuentran en fase muy temprana de experimentación, como son el empleo de hongos depredadores de ciertas especies, o la utilización de feromonas a grandes concentraciones con el fin de que el macho no sea específicamente atraído por la hembra, o el uso a gran escala de nematicidas naturales o derivados de éstos que se presentan en algunas plantas; pero todos ellos, además de poco experimentados, representan obviamente una gran inversión.

## EMPLEO DE VARIEDADES RESISTENTES

Para el control de *H. avenae* debemos señalar que hace ya algunos años se han iniciado en numerosos países programas de investigación y selección de variedades de cereal resistentes a sus distintos patotipos. Resistencia es la capacidad de la planta hospedadora para restringir la multiplicación del nematodo y el aumento de la población. El empleo de variedades resistentes se presenta, pues, como una práctica cultural basada en un método de control biológico, que resulta ser el más adecuado en la lucha contra *H. avenae*. En este sentido, DALMASSO y MISSONNIER (1986) indican que el cultivo de una variedad resistente puede provocar una disminución de las poblaciones de nematodos en el suelo superior a la de los mejores nematicidas fumigantes. Ahora bien, antes de comenzar a cultivar variedades resistentes en una zona determinada, es imprescindible haber caracterizado el o los patotipos presentes en ella, ya que, de no tomar esta precaución, puede ocurrir que una variedad de cereal tomada como resistente en una zona no lo sea en otra por las características diferenciales de los patotipos. En ese caso se obtendría lo contrario de lo que se pretende, pues se estaría seleccionando el patotipo virulento, es decir aquel capaz de vencer la resistencia del hospedador sobre la planta considerada erróneamente como resistente. Es evidente, pues, que la resistencia no puede generalizarse sino que es preciso asignar a cada variedad la resistencia a determinado patotipo y no a la especie toda. Estos hechos ponen de manifiesto la necesidad indudable de llevar a cabo los Tests Internacional y Nacional que hemos descrito.

Ya que un método de control debe ser ventajoso, esto es debe conseguir que el aumento del rendimiento supere ampliamente el coste del tratamiento, consideramos que el mejor método de lucha contra el nematodo de los cereales es, por las propias características de estos cultivos, el empleo de variedades resistentes, por ser el más simple, barato y eficaz, así como por permitir una notable reducción del número de tratamientos fitosanitarios y, por tanto, de los riesgos que éstos conllevan. Este método cumple, pues, las tres premisas necesarias para obtener un aumento del rendimiento, expuestas al comienzo de este informe, es agronómicamente eficaz, ambientalmente adecuado y económicamente factible. Ya se ha demostrado que, en una zona infestada por *H. avenae*, las variedades de cereal resistentes no sólo resultan más productivas, sino que además hacen descender en gran medida las poblaciones de esta especie, ya que las larvas mueren al oponerse la planta a su desarrollo. Así, en Australia, ROVIRA y SIMON (1982) obtienen un aumento en la producción de trigo, que va desde media a una tonelada por hectárea, tras dos años de cultivar la variedad Festiguay (Festival × Uruguay), resistente al patotipo australiano de *H. avenae*.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer la colaboración prestada por los Ayudantes de Investigación Florencio Torres y María Paz Gálvez, en la preparación y elaboración de las muestras utilizadas en este trabajo.

## ABSTRACT

A. SANCHEZ y M. C. ZANCADA, 1987: Resistencia de cereales a patotipos españoles de *Heterodera avenae*: una característica a tener en cuenta. *Bol. San. Veg. Plagas*, 13 (4): 385-393.



Problems in cereal crops posed by the cereal cyst nematode, *Heterodera avenae* are described. These are due to its cosmopolitan distribution and survival in soil, to the damages and yield loss it causes and to the existence of different pathotypes within the species.

Control measures against *H. avenae* are reviewed. The use of resistant cultivars to each pathotype of this species is an agronomically effective, environmentally adequate and economically achievable method; therefore it is considered the best one for controlling the cereal cyst nematode.

The need of testing those cereal cultivars most commonly employed in Spain for resistance to Spanish pathotypes of *H. avenae* is emphasized. Resistance or susceptibility should be included in the schedule of agronomic characteristics of each cereal cultivar.

#### REFERENCIAS

- ANDERSEN, S. (1959): Resistance of barley to various populations of the cereal root eelworm (*Heterodera avenae*). *Nematologica*, 4, pp. 91-98.
- A.N.O.N. (1971): Estimated crop losses due to plant parasitic nematodes in the United States. *Spec. Publ. Soc. Nematol. USA*, 1, 7 pp.
- ANUARIO DE ESTADÍSTICA AGRARIA (1984): *Publ. Minist. Agricul.*, 682 pp.
- BAILEY, G. W., and WADDELL, T. E. (1979): Best management practices for agriculture and silviculture: an integrated overview. In: LOEHR, R. C.; HAITH, D. A.; WALTER, M. F., and MARTIN, C. S. (editors). *Best management practices for agriculture and silviculture. Ann. Arbor Science*, pp. 33-56.
- BAWDEN, F. C. (1948): *Plant diseases*. Thomas Nelson and Sons Ltd., London, 206 pp.
- BOVEY, R. (1971): *La defensa de las plantas cultivadas*. Ed. Omega. Barcelona, 883 pp.
- CHATIN, J. (1887): Sur les kystes bruns de l'anguillule de la betterave. *Cr. Sc. Hebd. Acad. Sci. Paris*, 10<sup>ème</sup> ann.: pp. 457-506.
- DALMASSO, A., et MISSONNIER, J. (1986): La lutte intégrée contre les nématodes de cultures: intérêt des variétés résistantes. *Phytoma - Défense des cultures*, 378, pp. 13-16.
- GUIRAN, G. DE (1983): Les nématodes parasites des cultures en pays tempérés. *La Littorale*, S. A. Béziers, 42 pp.
- KUHN, J. (1874): Über das Vorkommen von Rübennematoden and der Würlnen der Halmfrüchte. *Z. wiss. Landw.-Arch. Kgl. Preuss. Landes-okon. Kolleg.*, 3, pp. 47-50.
- LUC, M.; WEISCHER, B.; STONE, A., and BALDWIN, J. G. (1986): On the definition of Heterodera cysts. *Revue Nématol.*, 29, pp. 418-421.
- MEAGHER, J. W. (1974): Cryptobiosis of the cereal cyst nematode (*Heterodera avenae*), and effects of temperature and relative humidity on survival of eggs in storage. *Nematologica*, 20, pp. 323-336.
- MEAGHER, J. W.; BROWN, R. H., and ROVIRA, A. D. (1978): The effects of cereal cyst nematode (*Heterodera avenae*) and *Rhizoctonia solani* on the growth and yield of wheat. *Aust. J. agric. Res.*, 29, pp. 1127-1137.
- NIELSEN, C. H. (1972): The test assortment for cereal cyst nematode (*Heterodera avenae*). *Abstr. XIth Int. Symp. Nematology, Reading*, pp. 50-51.
- RITTER, M. (1973): Incidence économique des nématodes sur la production agricole. *EPPO Bull.*, 3, pp. 37-48.
- ROVIRA, A. D., and SIMON, A. (1982): Integrated control of *Heterodera avenae*. *EPPO Bull.*, 12, pp. 517-523.
- SÁNCHEZ, A.; BELLO, A., y ROMERO, M. D. (1983): Problemas que plantean los nematodos del género *Heterodera* en la provincia de Teruel. *Bol. Serv. Plagas*, 9, pp. 15-29.
- SÁNCHEZ, A., and ZANCADA, M.<sup>a</sup> C.: Characterization of *Heterodera avenae* pathotypes from Spain. *Nematologica* (in press), 10 pp.
- SIKORA, R. A.; KOSHY, P. K., and MALEK, R. B. (1972): Evaluation of wheat selections for resistance to the cereal cyst nematode. *Indian J. Nematol.*, 2, pp. 81-82.
- STURHAN, D. (1982): Distribution of cereal and grass cyst nematodes in the Federal Republic of Germany. *EPPO Bull.*, 12, pp. 321-324.
- ZANCADA, M.<sup>a</sup> C., y SÁNCHEZ, A. (1986): Penetración y desarrollo de *Heterodera avenae*, nematodo de los cereales, en raíces de trigo y cebada. *Bol. San. Veg. Plagas*, 12, pp. 25-28.